



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL: ESTRUTURAS E**  
**CONSTRUÇÃO CIVIL**

**DAVID BRANDÃO NUNES**

**PROPOSIÇÃO DE UM MODELO DE REGRESSÃO LINEAR PARA AVALIAÇÃO**  
**DO VALOR DE MERCADO DE APARTAMENTOS RESIDENCIAIS**

**FORTALEZA**

**2016**

DAVID BRANDÃO NUNES

PROPOSIÇÃO DE UM MODELO DE REGRESSÃO LINEAR PARA AVALIAÇÃO DO  
VALOR DE MERCADO DE APARTAMENTOS RESIDENCIAIS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Civil. Área de Concentração: Construção Civil

Orientador: Prof. Dr. José de Paula Barros Neto

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- N924p    Nunes, David Brandão.  
          Proposição de um modelo de regressão linear para avaliação do valor de mercado de apartamentos residenciais / David Brandão Nunes. – 2016.  
          113 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil, Fortaleza, 2016.  
          Orientação: Prof. Dr. José de Paula Barros Neto.
1. mercado imobiliário. 2. valor de mercado. 3. avaliação de imóveis. 4. regressão linear múltipla. I. Título.

CDD 624.1

---

DAVID BRANDÃO NUNES

PROPOSIÇÃO DE UM MODELO DE REGRESSÃO LINEAR PARA AVALIAÇÃO DO  
VALOR DE MERCADO DE APARTAMENTOS RESIDENCIAIS

Dissertação de Mestrado apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia  
Civil: Estruturas e Construção Civil, da  
Universidade Federal do Ceará, como  
requisito parcial para obtenção do Título de  
Mestre em Engenharia Civil. Área de  
Concentração: Construção Civil.

Aprovada em: 29/11/2016.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. José de Paula Barros Neto, Dr. (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará – UFC

---

Profa. Mariana Monteiro Xavier de Lima, Dra.  
Universidade Federal do Ceará – UFC

---

Profa. Silvia Maria de Freitas, Dr.  
Universidade Federal do Ceará – UFC

---

Prof. Luiz Fernando Mahlmann Heineck, Dr.  
Universidade Estadual do Ceará – UECE

A Deus.

Aos meus pais.

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Raimundo e Lourdes, e meu irmão, Moisés, pelo incentivo e apoio incondicional.

Aos meus avós Wilson e Lourdinha (*in memorian*), pelo exemplo na vida acadêmica.

À FUNCAP, pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil da Universidade Federal do Ceará.

Ao Prof. Dr. José de Paula Barros Neto, pela paciência, reflexões, críticas, sugestões e excelente orientação.

À professora Silvia, pelas orientações na busca das melhores soluções durante todo o estudo.

Aos membros do GERCON pelas reflexões, sugestões e troca de conhecimentos.

À todos os tios e primos, pelo apoio recebido.

Aos amigos, pelo companheirismo diário.

“Só se é curioso na proporção de quanto se é  
instruído” (Jean-Jacques Rosseau)

## RESUMO

O setor imobiliário é parte importante da Indústria da Construção Civil, que possui importante participação na economia do país. Além de movimentar economicamente as áreas intrínsecas à construção civil, contribui, também, para o aquecimento de diversas áreas aliadas no seu campo de atuação. Rocha Lima Jr (2014) sugere a exploração do mercado em ondas positivas da economia sem que haja uma grande variação no valor de mercado dos imóveis. A avaliação de imóveis, que auxilia na definição do valor de mercado, é uma ciência importantíssima e com vasto campo de atuação, seja na cobrança de impostos, transações comerciais, seguros e perícias judiciais, por exemplo. Devido a sua importância, em 2001 foi lançada a NBR 1453, que regulamenta os conceitos, métodos e procedimentos para a avaliação de imóveis. O presente trabalho propôs um modelo de regressão linear múltipla, utilizando a técnica de *Ridge Regression* para contornar o problema da forte multicolinearidade existente entre as variáveis adotadas, que possibilite prever o valor de mercado de um apartamento residencial no município de Fortaleza-CE. Foi utilizado um banco de dados com um total de 17.493 apartamentos, lançados no período de 2011 a 2014 e com um total de 30 variáveis após feitas as transformações necessárias ao modelo. A partir do modelo desenvolvido foi possível afirmar que é viável a representação do valor de mercado dos apartamentos na cidade de Fortaleza-CE por meio de uma equação de regressão utilizando suas características como variáveis do modelo. Ao estudar o banco de dados obtido também foi possível traçar um panorama da variação de características dos imóveis ao longo do período estudado, assim como uma melhor visualização das regiões da cidade mais exploradas por construtoras e incorporadoras.

**Palavras-chave:** mercado imobiliário, valor de mercado, avaliação de imóveis, regressão linear múltipla.



## ABSTRACT

The real state market is an important part of the construction business, which has a major role in the national economy. Beyond the contribution to move the economy of the sector more closely related to construction, it also contributes to booming a number of different areas aligned with the business. Rocha Lima Jr (2014) proposes the exploitation of the real state market through positive waves of the economy, without a big variation on real state values. The assessment of property assists the formation of market prices, and it is an important science and it has a broad field of operation, whether with taxation, commercial transaction or insurance and legal expertise, for instance. Because of its relevance, the NBR 1453 was approved in 2001, regulating concepts, methods and procedures for the evaluation of real property valuers. The work now presented a model of multiple linear regression, adopting the technique of Ridge Regression to surpass the problem of a high multicollinearity between the variables used, being able to predict the market price of a residential apartment in the city of Fortaleza-CE, Brazil. To accomplish that, it was used a database with 17.493 apartments launched between 2011 and 2014, with a total of 30 variables after the necessary transformations to the model. From the developed model, it was possible to estate that the representation of apartments' market price in Fortaleza-CE can be made through an equation using its features as the variables of the model. The study of the database made it possible to trace a view of the change of apartments' features throughout the period of time studied, as well as a better understanding of the most exploited regions of the city by the construction and incorporator companies.

**Keywords:** real estate, market value, real property valuers, multiple linear regression.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Modelo Homocedástico .....	45
Figura 2	Modelo Heterocedástico .....	45
Figura 3	Resíduo de regressão versus variável hipotética X .....	46
Figura 4	Delineamento da pesquisa .....	51
Figura 5	Segmentos econômicos do mercado imobiliário de Fortaleza-CE .....	54
Figura 6	Divisão da amostra .....	56
Figura 7	Diagrama de caixa das variáveis quantitativas .....	66
Figura 8	Gráfico de dispersão das variáveis independentes quantitativas versus variável dependente .....	68
Figura 9	Resíduos Resíduos versus valores valores preditos .....	73
Figura 10	Resíduos versus valores esperados pela distribuição normal .....	73
Figura 11	Valores preditos versus resíduos padronizados .....	74
Figura 12	Resíduos versus variáveis independentes omitidas .....	75
Figura 13	Resíduos versus variáveis independentes omitidas 2 .....	76

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Índices extraídos das atas de reuniões do COPOM .....	25
Tabela 2	Descrição das variáveis independentes .....	62
Tabela 3	Transformação das variáveis qualitativas em dummy .....	64
Tabela 4	Correlação linear (Spearman) entre variáveis independentes qualitativas e a variável dependente valor de mercado da unidade .....	67
Tabela 5	Teste F da Anova para a variável dependente versus variáveis independentes qualitativas .....	69
Tabela 6	Raízes características da matriz das correlações .....	70
Tabela 7	Ridge Regression para determinação da equação .....	71
Tabela 8	Medidas referentes ao ajuste da equação .....	71
Tabela 9	Análise de variância .....	72
Tabela 10	Predição das amostras teste com a equação ajustada .....	77
Tabela 11	Faixas de erro .....	78
Tabela 12	Variação das características dos imóveis do segmento econômico .....	87
Tabela 13	Variação das características dos imóveis do segmento médio .....	92
Tabela 14	Variação das características dos imóveis do segmento alto .....	96
Tabela 15	Variação das características dos imóveis do segmento altíssimo .....	99

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Evolução do financiamento imobiliário brasileiro (bilhões de reais) .....	26
Gráfico 2	Crédito imobiliário em relação ao PIB no Brasil .....	26
Gráfico 3	Crédito imobiliário em relação ao PIB em diversos países em 2014 .....	27
Gráfico 4	Saldo de poupança no Brasil em bilhões de reais .....	27
Gráfico 5	Evolução do CUB no estado do Ceará .....	28
Gráfico 6	Variação do Índice Nacional da Construção Civil .....	28
Gráfico 7	Variação anual do índice FIPE-ZAP no município de Fortaleza-CE .....	29
Gráfico 8	Variação anual acumulada do índice FIPE-ZAP em Fortaleza-CE .....	29
Gráfico 9	Quantidade de empreendimentos por segmento e ano .....	79
Gráfico 10	VGV de estoque, em reais, em cada segmento por ano .....	79
Gráfico 11	Unidades lançadas e vendidas em cada segmento por ano .....	80
Gráfico 12	Tempo médio previsto de construção (meses) em cada segmento por ano .....	81
Gráfico 13	Área útil média (m <sup>2</sup> ) em cada segmento por ano .....	81
Gráfico 14	Área útil construída (m <sup>2</sup> ) em cada segmento por ano .....	82
Gráfico 15	Valor médio do metro quadrado, em reais, em dezembro de 2014 em cada segmento por ano .....	83
Gráfico 16	Quantidade de empreendimentos do segmento econômico lançados em relação ao ano e zona de valor .....	84
Gráfico 17	Unidades lançadas e vendidas do segmento econômico por ano em cada zona de valor .....	85
Gráfico 18	Área útil média (m <sup>2</sup> ) do segmento econômico por ano em cada zona de valor .....	86
Gráfico 19	Área útil (m <sup>2</sup> ) construída no segmento econômico por ano em cada zona de valor .....	86
Gráfico 20	Valor médio do metro quadrado, em reais, em dezembro de 2014 no segmento econômico por ano em cada zona de valor .....	87
Gráfico 21	Quantidade de empreendimentos do segmento médio lançados em relação ao ano e zona de valor .....	88
Gráfico 22	Unidades lançadas e vendidas do segmento médio por ano em cada zona de valor .....	89

Gráfico 23	Área útil média (m <sup>2</sup> ) do segmento médio por ano em cada zona de valor .....	90
Gráfico 24	Área útil (m <sup>2</sup> ) construída no segmento médio por ano em cada zona de valor .....	90
Gráfico 25	Valor médio do metro quadrado, em reais, em dezembro de 2014 no segmento médio por ano em cada zona de valor .....	91
Gráfico 26	Quantidade de empreendimentos do segmento alto lançados em relação ao ano e zona de valor .....	92
Gráfico 27	Unidades lançadas e vendidas do segmento alto por ano em cada zona de valor .....	93
Gráfico 28	Área útil média (m <sup>2</sup> ) do segmento alto por ano em cada zona de valor ..	94
Gráfico 29	Área útil (m <sup>2</sup> ) construída no segmento alto por ano em cada zona de valor .....	94
Gráfico 30	Valor médio do metro quadrado, em reais, em dezembro de 2014 no segmento alto por ano em cada zona de valor .....	95
Gráfico 31	Quantidade de empreendimentos do segmento altíssimo lançados em relação ao ano e zona de valor .....	96
Gráfico 32	Unidades lançadas e vendidas do segmento altíssimo por ano em cada zona de valor .....	97
Gráfico 33	Área útil média (m <sup>2</sup> ) do segmento altíssimo por ano em cada zona de valor .....	98
Gráfico 34	Área útil (m <sup>2</sup> ) construída no segmento altíssimo por ano em cada zona de valor .....	98
Gráfico 35	Valor médio do metro quadrado, em reais, em dezembro de 2014 no segmento altíssimo por ano em cada zona de valor .....	98

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABECIP	Associação Brasileira das Entidades de Crédito Imobiliário e Poupança
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BCB	Banco Central do Brasil
CEBR	Centre for Economics & Business Research
CONFEA	Conselho Nacional de Engenharia e Agronomia
COPOM	Comitê de Política Monetária do Brasil
CUB	Custo Unitário Básico
FGV	Fundação Getúlio Vargas
FIPE	Fundação de Pesquisas Econômicas
ICC	Indústria da Construção Civil
INCC	Índice Nacional da Construção Civil
IPEA	Instituto de pesquisa Econômica Aplicada
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
ITBI	Imposto Sobre Transmissão de Bens Imóveis
PIB	Produto Interno Bruto
SELIC	Sistema Nacional de Liquidação e Custodia
SIDUSCON	Sindicato das Indústrias da Construção Civil
VGv	Valor Geral de Venda

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>1.1</b>	<b>Justificativa .....</b>	<b>19</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivos .....</b>	<b>20</b>
<i>1.2.1</i>	<i>Objetivo geral .....</i>	<i>20</i>
<i>1.2.2</i>	<i>Objetivos específicos .....</i>	<i>20</i>
<b>1.3</b>	<b>Limitações da pesquisa .....</b>	<b>20</b>
<b>2</b>	<b>MERCADO IMOBILIÁRIO RESIDENCIAL .....</b>	<b>22</b>
<b>2.1</b>	<b>Caracterização .....</b>	<b>22</b>
<b>2.2</b>	<b>Economia do setor .....</b>	<b>24</b>
<b>2.3</b>	<b>Comportamento do consumidor .....</b>	<b>30</b>
<b>2.4</b>	<b>O Produto imobiliário .....</b>	<b>32</b>
<b>3</b>	<b>ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES .....</b>	<b>35</b>
<b>3.1</b>	<b>Introdução e conceitos .....</b>	<b>35</b>
<b>3.2</b>	<b>Métodos de avaliação .....</b>	<b>38</b>
<b>3.3</b>	<b>Uso de regressão linear múltipla na engenharia de avaliações .....</b>	<b>40</b>
<i>3.3.1</i>	<i>Pressupostos do modelo .....</i>	<i>43</i>
<i>3.3.1.1</i>	<i>Linearidade .....</i>	<i>43</i>
<i>3.3.1.2</i>	<i>Normalidade dos resíduos .....</i>	<i>44</i>
<i>3.3.1.3</i>	<i>Homocedasticidade .....</i>	<i>44</i>
<i>3.3.1.4</i>	<i>Autocorrelação dos erros .....</i>	<i>45</i>
<i>3.3.1.5</i>	<i>Colinearidade ou multicolinearidade .....</i>	<i>46</i>
<i>3.3.1.6</i>	<i>Pontos influenciantes (outliers) .....</i>	<i>46</i>
<i>3.3.2</i>	<i>Teste de significância .....</i>	<i>47</i>
<i>3.3.3</i>	<i>Poder de explicação .....</i>	<i>47</i>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>49</b>
<b>4.1</b>	<b>Enquadramento metodológico .....</b>	<b>49</b>
<b>4.2</b>	<b>Delineamento da pesquisa .....</b>	<b>50</b>
<b>4.3</b>	<b>Pesquisa e obtenção de dados .....</b>	<b>52</b>
<b>4.4</b>	<b>Caracterização da amostra .....</b>	<b>52</b>
<i>4.4.1</i>	<i>Divisão dos dados em relação ao ano de lançamento .....</i>	<i>55</i>
<i>4.4.2</i>	<i>Divisão dos dados em relação ao segmento econômico .....</i>	<i>55</i>

4.4.3	<i>Divisão dos dados em relação à zona de valor</i>	55
4.4.4	<i>Elaboração da planilha base</i>	57
4.5	<b>Modelo de regressão linear múltipla</b>	58
4.5.1	<i>Identificação das variáveis independentes</i>	58
4.5.2	<i>Levantamento dos dados</i>	59
4.5.3	<i>Transformações das variáveis</i>	59
4.5.4	<i>Análise exploratória das variáveis</i>	59
4.5.5	<i>Construção do modelo</i>	60
4.5.6	<i>Análise de resíduos</i>	60
4.5.7	<i>Avaliação prática do modelo</i>	60
5	<b>RESULTADOS</b>	62
5.1	<b>Construção do modelo de regressão linear</b>	62
5.1.1	<i>Identificação e apresentação das variáveis</i>	62
5.1.2	<i>Levantamento de dados</i>	63
5.1.3	<i>Transformação de variáveis</i>	63
5.1.4	<i>Análise exploratória das variáveis</i>	67
5.1.5	<i>Construção do modelo</i>	70
5.1.6	<i>Análise de resíduos</i>	72
5.1.7	<i>Avaliação prática do modelo construído</i>	77
5.2	<b>Análise gráfica</b>	78
5.2.1	<i>Segmento econômico</i>	83
5.2.2	<i>Segmento médio</i>	88
5.2.3	<i>Segmento alto</i>	92
5.2.4	<i>Segmento altíssimo</i>	96
6	<b>CONCLUSÃO</b>	100
7	<b>SUGESTÕES PARA NOVAS PESQUISAS</b>	102
	<b>REFERÊNCIAS</b>	103
	<b>APÊNCICE A – TABELA DAS CARACTERÍSTICAS DOS IMÓVEIS ESTUDADAS</b>	111
	<b>APÊNCICE B – MAPA DO MUNICÍPIO DE FORTALEZA-CE</b>	112
	<b>APÊNDICE C – MATRIZ DE CORRELAÇÃO</b>	113



## 1 INTRODUÇÃO

A geração de empregos diretos ou indiretos em diversas áreas, como, por exemplo, na construção, corretagem e sistemas financeiros, impulsiona o crescimento da economia local. O mercado imobiliário caracteriza-se por proporcionar o desenvolvimento do espaço urbano.

De maneira ampla, o setor imobiliário se delineia a partir do conjunto de atividades relacionadas às etapas do trabalho, antes, durante e depois da construção do imóvel. O processo, como um todo, passa pela fabricação e comercialização de insumos, aquisição de terrenos até o processo construtivo. Outras atividades fora do âmbito da construção civil são essenciais: promoção de campanhas de marketing, venda das unidades, serviços de corretagem e financiamentos bancários (podendo acontecer por parte da construtora e/ou do comprador). Após a conclusão do empreendimento, há uma grande quantidade de serviços relacionados ao funcionamento do mesmo, como administração, segurança, limpeza, manutenção de instalações e equipamentos, aluguéis, revenda e reformas, por exemplo (BOTELHO, 2005).

Desta forma, o mercado imobiliário provoca uma grande movimentação financeira e promove o desenvolvimento de diversos serviços não exclusivos do setor imobiliário.

A produção de habitações se torna complexa pela imobilidade do produto, o alto custo e a longa duração. Estes elementos provocam lentidão na realização de investimentos e possuem uma condição especial na circulação de recursos. Portanto, mesmo com a impossibilidade, ou grande dificuldade, de alterações futuras das suas características, o preço da unidade habitacional não é apenas o resultado da análise de variáveis relacionadas aos aspectos intrínsecos do imóvel (área privativa, quantidade de quartos, padrão construtivo, por exemplo), mas também da localização. Esta é uma variável que pode se alterar com o tempo, a partir das mudanças sócio econômicas e de infraestrutura ao redor do imóvel (SILVA, 1997).

Além de insumos da construção civil, o setor imobiliário também consome espaços, existindo limites e diminuição da produção em um contexto espacial. Mas em contra partida esta limitação proporciona a expansão da construção em novas áreas, ocasionando a ocupação e desenvolvimento destas. Assim, esta concentração fundiária e os

estoques de terrenos podem permitir a especulação imobiliária e gerar lucros a partir do desenvolvimento de novas regiões em desenvolvimento (SILVA, 1997).

Abramo (2007) discorre sobre o ciclo do avanço imobiliário nas regiões das cidades ao informar que, com o deslocamento dos investimentos, as empresas do segmento são induzidas a, além de buscar novas áreas, incluir novos elementos nos seus produtos que os diferencie dos demais concorrentes. O autor também ressalta a importância deste fluxo no processo de inovação dos produtos.

A alta taxa de retorno das empresas é explicada por Rocha Lima Jr (2014), que defende a exploração de momentos positivos no mercado, mas sem uma grande movimentação no valor de mercado a ponto de invalidar o poder de compra dos consumidores, pois a partir deste ponto os empreendimentos podem ter seus resultados comprometidos.

O valor dado a um empreendimento é visto de forma diferente por cada consumidor (KOSKELA, 2000). Quesado (2012) defende que os valores dados pelos clientes devem ser estudados para que possam ser explorados nos projetos de desenvolvimento de produtos. Em vasto estudo, Freitas (2000) analisou as características declaradas mais importantes pelos consumidores, informando quais características um empreendimento deve ter para saciar seus anseios.

Mas, para Brandstetter (2014), mesmo com vasta literatura mostrando a importância do conhecimento dos anseios dos clientes, muitas empresas construtoras e incorporadoras ainda realizam seus novos empreendimentos apenas com seus conhecimentos empíricos de mercado.

Estas características desejadas podem ser estudadas de forma numérica utilizando modelos estatísticos e para Sirmans, Macpherson e Zietz (2005) o valor dos imóveis residenciais pode ser determinado por uma função utilizando as características físicas e a localização destes.

As formas de avaliação do valor de mercado de um imóvel no Brasil são regulamentadas pela NBR 14653. O tratamento científico é a forma de tratamento de dados mais utilizada e utilizando regressões lineares vários autores chegam às suas conclusões dentro da Engenharia de Avaliações. Utilizando esta técnica é possível, segundo Radegaz (2011), se encontrar uma fórmula linear para se estimar uma variável a partir de outras.

A Engenharia de Avaliações se torna uma ciência importante no mercado imobiliário por determinar o valor, custos ou direitos sobre um imóvel (DANTAS, 2005). O

modelo proposto por um cientista deve ser o mais claro e objetivo possível (BRAULIO, 2005).

## **1.1 Justificativa**

A presente pesquisa se embasa na importância dos trabalhos em Engenharia de Avaliações. O processo de avaliação imobiliária, segundo Moreira (1997), Dantas (1998), Abunahman (1999) e Nadal, Juliano e Ratton (2003) é fundamental em várias áreas do cotidiano da sociedade, como transações financeira imobiliárias e cálculo de tributos.

São utilizadas diversas técnicas para avaliar imóveis. Salgado (2011) sugere a utilização de regressões lineares em avaliações imobiliárias, técnica prevista na NBR 14653, que normatiza os conceitos, métodos e procedimentos na avaliações de bens.

Em modelos de regressão linear são estudadas diversas variáveis dos imóveis que formam um banco de dados, mas apenas algumas formam a equação final e são utilizadas para o cálculo do valor. A utilização de menos variáveis ocorre devido a correlação entre uma ou mais características em relação à variável dependente (valor ou preço) ou a falta de correlação com esta. A correlação entre as características dos imóveis significa a influencia que elas exercem na formação da variável dependente é semelhante, podendo-se excluir uma delas do modelo sem prejuízo nos resultados.

Utilizando menos variáveis para a determinação do valor de um imóvel torna-se mais fácil e mais rápida a obtenção destas em novos imóveis a serem avaliados, possibilitando uma avaliação em massa.

Cechin et al. (1999), Nguyen e Cripps (2001) e Pelli Neto e Zárete (2003) utilizam a técnica de regressão linear para compararem esta técnica com a técnica de redes neurais artificiais, também prevista pela NBR 14653. Brondino (1999) utilizou as duas técnicas de avaliação para estudar influencia da acessibilidade na formação do valor.

Bond et al. (2002) estudou a variável “vista para o lago” e acabou descobrindo a importância de outras variáveis na formação do valor. Guntermann, Liu e D. Nowak (2016) analisaram diversas características dos imóveis para chegarem a um modelo de avaliação, assim como Couto (2007) e Steiner et al. (2008).

Em Fortaleza-CE, Cavalcante (2002) estudou um banco de dados e desenvolveu uma equação de regressão para a avaliação de apartamentos residenciais do município. Porém uma análise mais atual, com um banco de dados com número diferente de imóveis e

com um grupo de variáveis distinto pode-se desenvolver um modelo diferente do já existente, pois a relação entre o grupo variáveis em cada modelo é diferente.

Os modelos de regressão linear propostos pelos autores mencionados levam em consideração imóveis de todo o município estudado, adotando inicialmente todas as características obtidas. Desta forma, o presente trabalho segue a mesma linha de raciocínio ao propor a criação de um modelo de regressão linear múltipla, analisando as características dos imóveis, para a cidade de Fortaleza-CE, descobrindo quais variáveis são importantes para predizer o valor de mercado de um apartamento residencial dentro deste modelo.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 *Objetivo geral***

O objetivo geral deste trabalho é propor um modelo de regressão linear múltipla para predizer o valor de mercado de apartamentos residenciais no município de Fortaleza-CE em função de suas características.

### **1.2.2 *Objetivos específicos***

- a) Catalogar os apartamentos lançados em Fortaleza-CE nos anos de 2011 a 2014;
- b) Categorizar as características dos apartamentos presentes no banco de dados;
- c) Avaliar as características dos apartamentos com base na literatura;
- d) Identificar as variáveis independentes significativas para formarem o modelo de regressão;
- e) Verificar se o modelo proposto atende todas as especificações técnicas;
- f) Aplicar o modelo proposto.

## **1.3 Limitações da pesquisa**

- a) O banco de dados foi obtido pelo pesquisador através de imobiliária da cidade de Fortaleza-CE, ou seja, de forma secundária;

- b) Não foi realizada a verificação das informações através de vistoria dos imóveis;
- c) A coleta de dados ocorreu em meados do ano de 2015, restringindo-se a pesquisa até o ano de 2014;

## **2 MERCADO IMOBILIÁRIO RESIDENCIAL**

Este capítulo tem como objetivo expor o Mercado Imobiliário, mostrando suas características, sua importância e suas peculiaridades no cenário econômico.

Será mostrada a relação entre o produto imobiliário, diante da situação da economia no período de 2011 a 2014 e as empresas construtoras, incorporadoras e os seus compradores. Discute-se, também, os anseios e o comportamento deste mercado consumidor diante dos produtos lançados no mercado imobiliário brasileiro.

### **2.1 Caracterização**

Wissenbach (2008) define que o mercado imobiliário é composto pela relação entre as etapas do trabalho antes, durante e depois das construções de imóveis, ou seja, parte do processo de comercialização de materiais de construção, aquisição de lotes ou terrenos até a venda do produto final.

Kotler (2000) coloca os bens de moradia como sendo um dos pilares de sustentação da economia de países em desenvolvimento. Assim, devido a sua importância, o mercado de habitação é bastante estudado para se conhecer melhor seus agentes. Este mercado pode ser dividido em três partes dependentes entre si: o imóvel oferecido a um público alvo, as empresas que lançam o empreendimento e os clientes, que é a parte que procura adquirir o bem; e juntos estes componentes formam o mercado imobiliário (DANTAS, 2005).

González e Formoso (2000), afirmam que os bens imobiliários são diferentes uns dos outros e geram em torno de si um micro-mercado; Mediante procedimentos estatísticos, pode-se determinar as tendências do macro-mercado, as quais explicariam os valores de uma amostra coletada.

Os imóveis são bens com diversas características peculiares. Uma dessas características é a sua durabilidade, possuindo uma longa vida útil e, outra, é a imobilidade que confere a esse mercado a grande influência da localização e da acessibilidade, características que dificultam muito a comparação direta dos bens. A especialidade faz com que o mercado também seja baseado geograficamente, causando variações de preços (TRIVELLONI; HOCHHEIM, 1998). A variável localização pode elevar em até 7,2% o

preço de imóveis a beira mar em relação a outros sem esta característica de acordo com o estudo realizado por Dumm, Sirmans e Smersh (2016) em Hillsborough County, Flórida.

Para Rocha Lima Jr (1993) e Goldman (2015), um empreendimento imobiliário é um conjunto de imóveis residenciais em condomínios inseridos no setor de construção civil com objetivo de comercialização.

Rocha Lima Jr (2011), cita os empreendimentos residenciais como residential real estate developments na literatura técnica internacional. O real estate residencial, ou mercado imobiliário residencial, é constituído por vários segmentos, o que oferece vantagens competitivas, beneficiando as empresas na comercialização dos seus produtos. Esta segmentação objetiva identificar e aglomerar grupos semelhantes em relação às expectativas das características do produto, adequando os tipos de produto aos segmentos do mercado (GARBI, 2012).

Em estudo, Freitas (2000), destaca que as variáveis renda, valor patrimonial e idade dos entrevistados são as mais importantes na segmentação do mercado imobiliário brasileiro. O conhecimento do mercado para uma correta segmentação do mercado é um fator diferencial na concorrência entre as empresas construtoras e incorporadoras, pois as características deste nicho poderão direcionar a concepção de um empreendimento (ACHMITZ e BRETT, 2001 apud FERNANDEZ, 2006).

Tradicionalmente, o próprio mercado imobiliário realiza a segmentação por renda, mas com o aumento da competitividade do setor, as empresas ainda precisam de alternativas no processo de segmentação para garantir o sucesso do empreendimento (FERNANDEZ, 2006).

Kotler (2000) ainda afirma que as empresas podem alcançar uma maior eficiência no mercado se trabalharem os segmentos individualmente. Para (Baxter, 2000), o desenvolvimento de um novo produto é uma tarefa complexa, que deve envolver planejamento, pesquisa e controle com métodos sistemáticos.

O conhecimento dos segmentos em potencial auxilia o empreendedor e todos os que atuam no processo projetual (principalmente o arquiteto) a desenvolver um produto mais adequado às necessidades dos clientes, ou seja, aquele que apresente a melhor composição entre características essenciais: localização, preço, geometria funcional, tamanho e os padrões de acabamento com as necessidades e aspirações de uma demanda potencial mal atendida pela oferta concorrente (FERNANDEZ, 2006).

Porter (1989) defende que a oferta de um produto diferenciado pode ser mais rentável para as empresas, pois se torna um produto mais valioso aos olhos do comprador. Esta diferenciação torna a empresa mais competitiva na captação de novos negócios, o que contribui para alcançar uma posição confortável no mercado e obter o retorno do capital investido (PORTER, 1991).

A partir da intensa produção e comercialização de bens imóveis, a Indústria da Construção Civil (ICC) e o mercado imobiliário como um todo elevaram o Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, que fez o Brasil alcançar, em 2011, a sexta posição do ranking das maiores economias do mundo segundo o Centre for Economics & Business Research (CEBR).

A consolidação das empresas da ICC resultou no aumento da confiança das instituições financeiras no mercado imobiliário, incrementando, assim, o crédito imobiliário por parte dos bancos públicos e privados à população. O crescimento de crédito facilitado aqueceu os financiamentos de imóveis a longo prazo e a juros baixos, possibilitando a aquisição da casa própria por milhares de famílias brasileiras.

## **2.2 Economia do setor**

Nos anos estudados, as práticas de empréstimo estiveram mais flexíveis, permitindo um maior volume de recursos disponibilizados. Aguiar (2015) retrata a estabilidade da economia brasileira relacionando o mercado imobiliário, os financiamentos para o setor e as aplicações em cadernetas de poupança:

A partir de 2004, começou a grande virada no mercado imobiliário. A economia brasileira deu sinais de estabilidade, após décadas de sofrimento na guerra contra a inflação, as empresas construtoras e incorporadoras foram ágeis nos lançamentos de megaempreendimentos imobiliários, estilo clubes, com design moderno, apoiadas pelos agentes financeiros que aportaram os recursos captados em cadernetas de poupança. E os financiamentos imobiliários encontraram um mercado com demanda reprimida de 20 anos, pronto para comprar. Criou-se, a partir daí, uma situação que o mercado qualificou como um “boom imobiliário”. De um financiamento médio anual de R\$ 2 bilhões, em 2004, os bancos passaram para um patamar de R\$ 113 bilhões, em 2014.



A respeito de dados econômicos, como os que serão mostrados neste panorama econômico brasileiro, cearense e fortalezense, Santovito (2004) informa que estes índices são valores relativos que expressam determinada quantidade em relação a um valor referencial, e que devem ser abordados tanto do ponto de vista estatístico quanto na teoria econômica.

Na Tabela 1, a seguir, são mostrados alguns índices extraídos de atas de reuniões do Comitê de Política Monetária do Brasil – COPOM, bem como a sua evolução no período estudado.

Tabela 1: Índices extraídos das atas de reuniões do COPOM

Ata COPOM	Data Base	PIB últimos, 12 meses (%)	Produção Bens de consumo duráveis, últimos 12 meses (%)	Produção de Insumos da Construção Civil, últimos 12 meses (%)	Vendas de Material de Construção, últimos 12 meses (%)	Crescimento de Postos de Trabalho na Construção Civil, últimos 12 meses (Mil)
156	jan/11	11,70	4,66	12,50	14,90	254,20
164	jan/12	3,70	-1,20	4,40	10,00	-22,80
172	jan/13	1,40	-3,50	1,90	6,90	-41,60
180	jan/14	2,20	0,80	1,70	7,00	31,80
188	jan/15	-0,20	-11,00	n/d	-0,10	-32,62

Fonte: Elaborada pelo autor

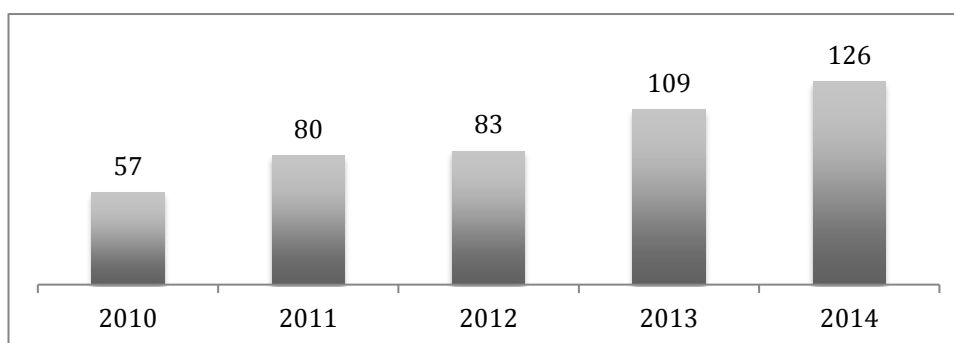
Pode-se notar que o índice acumulado dos últimos 12 meses do PIB apresenta a maior alta no ano anterior ao de início do estudo, 2010, assim como o percentual de vendas de material de construção dos últimos 12 meses e a progressão crescente do financiamento habitacional. Observa-se a diminuição dos índices de produção de bens de consumo duráveis nos últimos 12 meses e nos novos postos de trabalho na construção civil, referentes aos anos de 2011 e 2012, se contrapondo a um crescimento do PIB, da produção de insumos da construção e na venda de materiais de construção. É importante salientar também a semelhança entre os índices do PIB e da produção de insumos para a construção civil, mostrando, mais uma vez, a importância da ICC na economia do país.

Outro índice macroeconômico importante é a taxa básica de juro. O mercado brasileiro utiliza a taxa overnight (taxa acumulada de todos os dias úteis do ano) do Sistema Nacional de Liquidação e Custódia (SELIC), divulgada pelo COPOM. Esta é a taxa média ponderada em relação ao volume de operações de financiamento em um dia, baseados em títulos públicos federais e realizadas no SELIC, na forma de operações compromissadas.

Ao se traçar um paralelo entre o mercado de empreendimentos imobiliários e a taxa SELIC, observa-se que quando a taxa básica de juros é elevada, os empreendedores e investidores procuram aplicar seus recursos financeiros no próprio mercado financeiro, assim como os compradores, já que o crescimento da taxa de juros representa também um aumento do custo de financiamento imobiliário, impactando diretamente na diminuição da demanda por imóveis.

A evolução anual do financiamento imobiliário no Brasil, em bilhões de reais, de acordo com dados da Associação Brasileira das Entidades de Crédito Imobiliário e Poupança (ABECIP) e do Banco Central do Brasil (BCB), com base nos recursos da poupança, onde observa-se um grande crescimento no volume total de financiamento ao longo do período, com um pequeno crescimento apenas de 2011 para 2012.

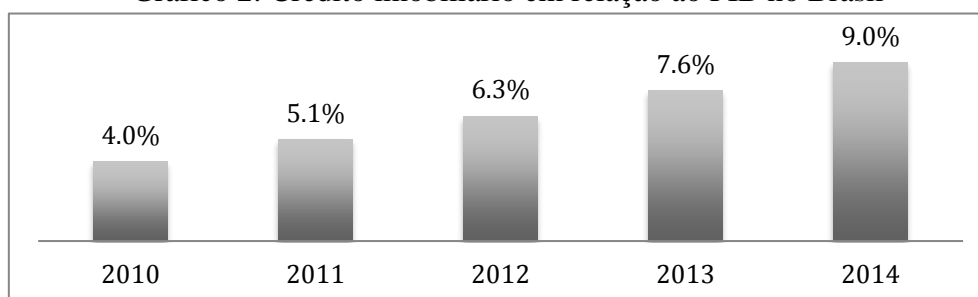
Gráfico 1: Evolução do financiamento imobiliário brasileiro (bilhões de reais)



Fonte: Elaborado pelo autor

O Gráfico 2 apresenta a participação do crédito imobiliário em relação ao PIB no Brasil que vem sofrendo um grande avanço, segundo dados do BCB e da ABECIP.

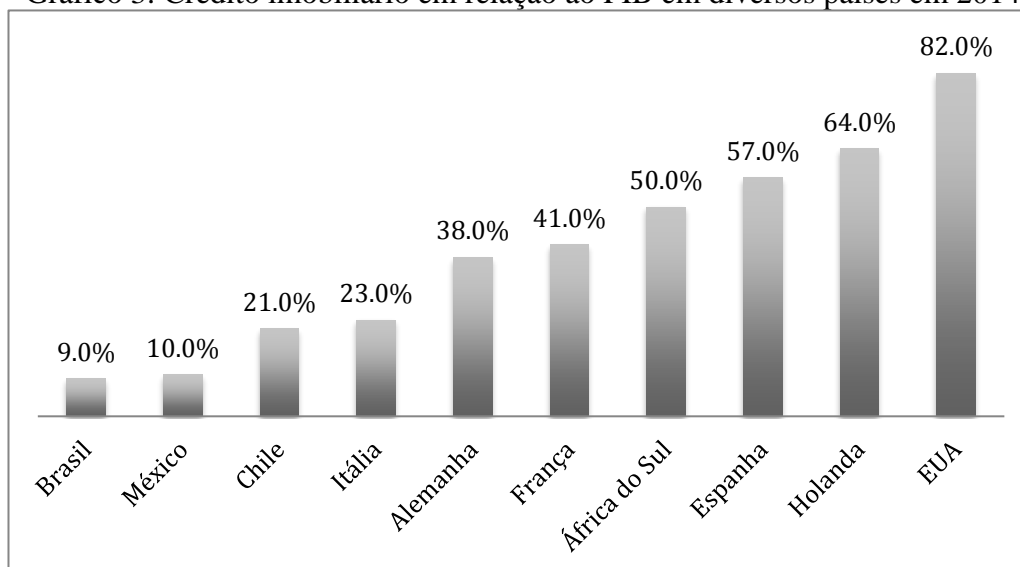
Gráfico 2: Crédito imobiliário em relação ao PIB no Brasil



Fonte: Elaborado pelo autor

Embora a evolução seja grande no período analisado, onde a participação mais que dobrou ao se comparar os anos de 2014 e 2010, o Brasil ainda está atrasado em relação às outras grandes economias mundiais como demonstra o Gráfico 3.

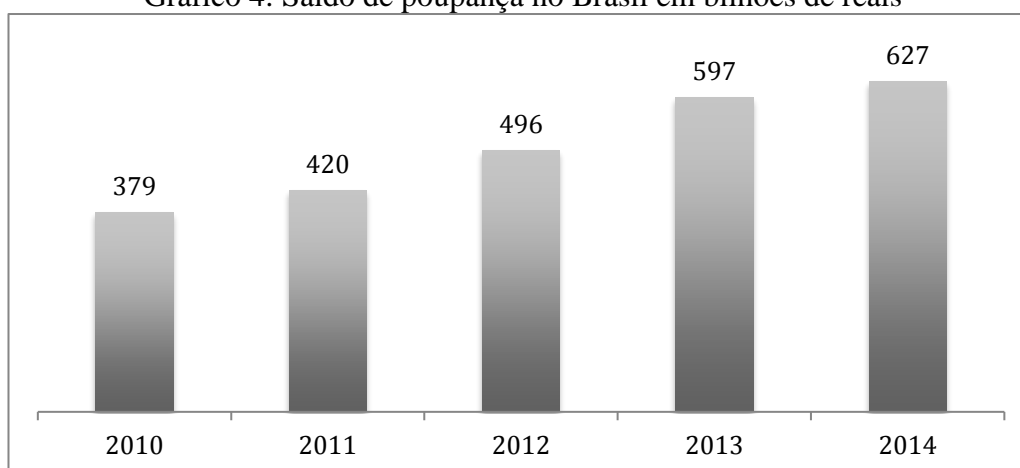
Gráfico 3: Crédito imobiliário em relação ao PIB em diversos países em 2014



Fonte: Elaborado pelo autor

Pode-se observar ainda, no Gráfico 4, a evolução do saldo da poupança no Brasil com base nos dados da ABECIP, medido em bilhões de reais. Este tipo de investimento é a principal fonte de recurso dos bancos para o financiamento imobiliário.

Gráfico 4: Saldo de poupança no Brasil em bilhões de reais

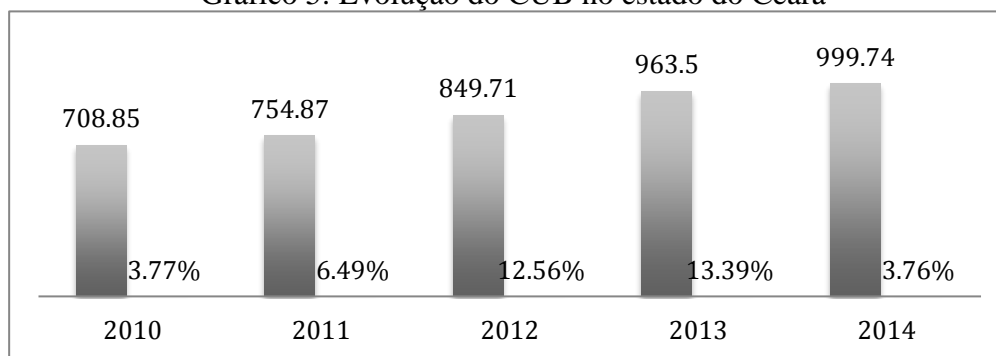


Fonte: Elaborado pelo autor

Existem dados econômicos que dizem respeito à ICC que auxiliam de forma mais precisa o entendimento do comportamento do real estate. Um dos principais, mostrado

no Gráfico 5, é o Custo Unitário Básico de construção por metro quadrado (CUB) juntamente com a sua variação percentual em relação ao ano anterior. Este dado é calculado e divulgado pelo Sindicato da Indústria da Construção (SINDUSCON) de cada unidade da Federação.

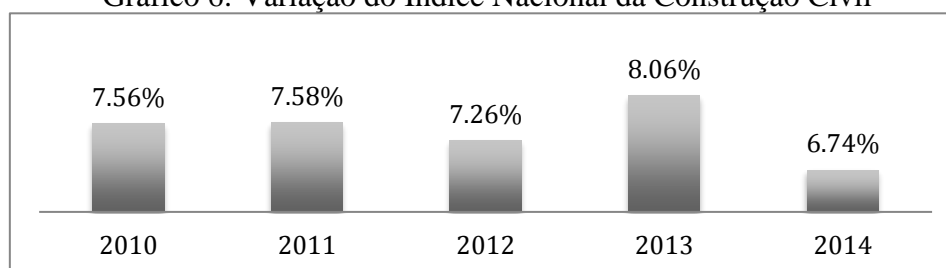
Gráfico 5: Evolução do CUB no estado do Ceará



Fonte: Elaborado pelo autor

Outro dado importante é o Índice Nacional da Construção Civil (INCC). Esse, divulgado de forma única e consolidada para todo o território nacional pela Fundação Getúlio Vargas (FGV), tem a finalidade de aferir a variação dos custos de construções habitacionais no Brasil. Deve-se destacar que esse índice leva em conta apenas o padrão normal de acabamento, que, de acordo com a própria FGV, seria o imóvel de boa qualidade, mas sem luxo. O conjunto de itens utilizado para o cálculo do INCC contempla 723 itens específicos, onde 659 são relativos a materiais e 64 relativos a mão de obra. A coleta desse índice se dá mensalmente, e é realizada junto aos componentes da ICC. Segue o gráfico com a variação do índice:

Gráfico 6: Variação do Índice Nacional da Construção Civil

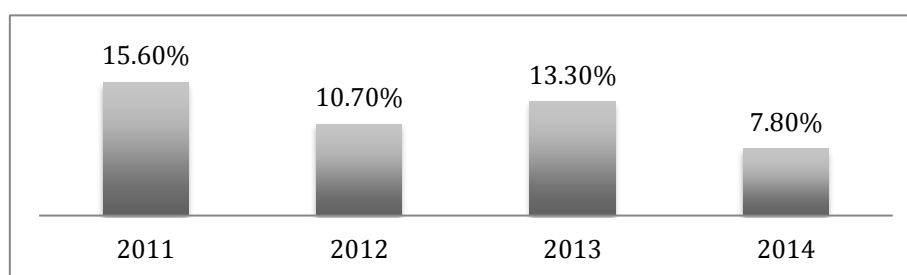


Fonte: Elaborado pelo autor

O último índice a ser analisado é o FIPE-ZAP, o primeiro índice nacional de preços do setor imobiliário, resultante de uma parceria entre a Fundação Instituto de

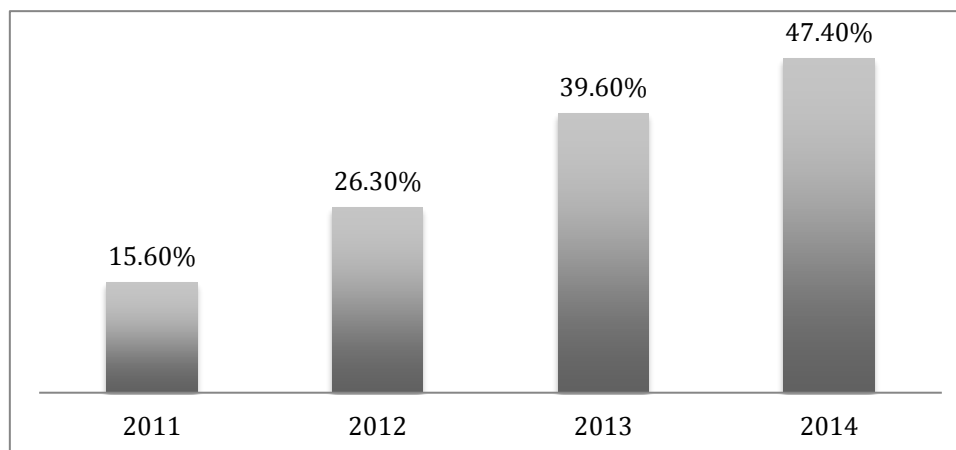
Pesquisas Econômicas (FIPE) e a empresa ZAP, que, segundo a própria, é a empresa com a maior e mais atualizada base de dados do mercado nacional. O índice utiliza como fonte de dados os anúncios, podendo ser tanto de imobiliárias como de clientes proprietários do imóvel, de venda ou locação de apartamentos cadastrados no site ZAP Imóveis, com coleta diária. Os gráficos a seguir mostram, respectivamente, a variação do índice referente ao ano anterior e o acumulado a partir do primeiro ano do período estudado no município de Fortaleza-CE.

Gráfico 7: Variação anual do índice FIPE-ZAP no município de Fortaleza-CE



Fonte: Elaborado pelo autor

Gráfico 8: Variação anual acumulada do índice FIPE-ZAP em Fortaleza-CE



Fonte: Elaborado pelo autor

Diante do cenário econômico brasileiro, Rocha Lima Jr (2014) informa que não há fatores de custo que indiquem queda no valor de mercado dos imóveis em um curto prazo, pois seria necessário uma combinação de diversos fatores, o que só poderia ocorrer a longo prazo. O autor ainda explica que não há perspectiva na queda dos preços de terrenos para o real estate, visto que estão se tornando mais escassos e se tornando mais disputados, devendo crescer a um nível acima dos custos da construção civil.

## 2.3 Comportamento do consumidor

Para Brandstetter (2004), a mudança de uma família é um processo de ajuste das suas necessidades a uma nova moradia. Em seguida Brandstetter e Heineck (2005) reiteram que a decisão de um grupo familiar ao comprar uma determinada moradia passa pelas necessidades da família naquele momento. Dentre os fatores que influenciam a decisão final está a localização do imóvel em virtude da proximidade a centros comerciais, centros de saúde, áreas de lazer, shoppings e escolas, que são valorizados de acordo com as características do grupo familiar, seja uma família já estabelecida, com integrantes aposentados, com filhos, ou indivíduos divorciados.

A mudança de uma família é um processo de ajuste das suas necessidades a uma nova moradia (BRANDTETTER, 2004). Segundo Giglio (2002) a escolha de um imóvel em detrimento de outros é por eliminação, e a boa escolha ocorre sem dúvidas ou culpas, fundamentada na experiência adquirida no processo de busca.

O estudo do comportamento do consumidor abrange diferentes áreas do conhecimento para se chegar a um conceito próprio. De acordo com Kotler e Armstrong (1991 apud Brandstetter, 2004), os principais fatores que influenciam no processo de compra do consumidor são características culturais, sociais, pessoais e psicológicas. E as características culturais, em geral, determinam atitudes, emoções, influências, comportamento e até a decisão final do consumidor (MacINNIS; FOLKES, 2010).

A respeito do comportamento do consumidor, Engels (1995, p.4) afirma que são “as atividades envolvidas em obter, consumir e dispor de produtos e serviços, incluindo processos decisórios que antecedem e sucedem estas ações”. Brandstetter (2004) evidencia em sua pesquisa que novos estudos veem contribuindo para o entendimento do mercado consumidor no que tange à segmentação do consumidor e à satisfação do consumidor.

Engels (1995) ainda divide as atividades do consumidor até efetuar a compra em etapas: reconhecimento de necessidades, busca de informação, avaliação de alternativas pré-compra.

Investir em real estate envolve grande complexidade. A decisão não pode ser refém de ansiedades; ela deverá se apoiar em informações de qualidade para se decidir pelo investimento (ROCHA LIMA JR, 2011).

As empresas de real estate devem alcançar as suas necessidades e suas expectativas em relação um empreendimento após o desenvolvimento do produto, não

influenciando diretamente no processo; o consumidor é soberano e o produto desenvolvido deve satisfazer os seus anseios. Com o entendimento do mercado e seu comportamento, as empresas podem reduzir consideravelmente seus riscos; e para combater esta soberania o marketing é um grande aliado, podendo afetar a motivação e o comportamento do consumidor ao convencê-lo a mudar suas expectativas quanto ao produto ofertado (ENGELS 1995).

Desta forma, executar projetos aleatoriamente supondo os desejos do cliente não é uma forma de pesquisar e entender o consumidor. Deve-se entender os desejos dos clientes e adequar os empreendimentos a eles, assim as empresas podem até reduzir custos e se tornam mais assertivas (QUESADO, 2012). Este pensamento também é compartilhado por Fernandez (2002) e Shimbo (2004, apud Tillman 2008), onde os autores defendem em seus estudos que empreendimentos que buscam atender as reais necessidades dos clientes e que, estes participando dos projetos agregam um maior valor ao imóvel, podendo ser absorvido mais rapidamente pelo mercado.

Este valor, segundo Koskela (2000), é uma concepção diferente para cada consumidor, avaliando imóveis de várias empresas e comparando-os, e da mesma forma com as suas preferências, desejos e necessidades. Neste ponto, o referido pesquisador e Khel (2008) concordam que estes anseios são alterados à medida que o grupo familiar conhece mais empreendimentos dentro dos seus critérios de busca, podendo aumentar ou diminuir constantemente ao longo do tempo de pesquisa.

Fernandez (2006) relaciona a capacidade de aquisição e a real necessidade das características do imóvel, onde a primeira exerce forte influencia sobre a primeira: quanto maior a capacidade de aquisição, maior será essa essencialidade. As necessidades do cliente no empreendimento, segundo Sanoff (1997 apud Fernandez, 2006), devem ser determinadas antecipadamente de acordo com seus valores.

O mercado consumidor ainda age, conforme o seu valor, regulando o preço dos empreendimentos residenciais, “Se os preços praticados estiverem acima do patamar do que é preço justo, por pressões de mercado (lei da avidez de riqueza) o mercado não reage induzindo preços para baixo” (ROCHA LIMA JR, 2014, p. 7). Esse processo é estimulado pela forma que os consumidores julgam o preço justo. Os consumidores não possuem conhecimento para o cálculo deste preço justo, mas por meio de comparação, verificando a qualidade e o preço, entre os imóveis alvos, chegam a um preço considerado justo (ROCHA LIMA JR, 2014).

## 2.4 O Produto imobiliário

O produto imobiliário na Construção Civil é o empreendimento como um todo, tendo as unidades habitacionais como parte dele, assim como a área de lazer, área comum e toda a infraestrutura da edificação (NOBRE, 2000). E o consumidor observa os objetos de consumo como um conjunto de características, atributos, que possuem pesos específicos no processo de decisão da compra (VIEIRA; SLONGO, 2006).

A idealização de um empreendimento, juntamente com as etapas de projeto, possui papel estratégico fundamental no desenvolvimento de novo produto, pois nesta fase inicial as decisões proporcionam uma maior influência na qualidade, nos custos e velocidade de construção (FRANCO e AGOPYAN, 1994 apud FABRÍCIO e MELHADO, 1998). Baxter (2000) ressalta a importância do processo de desenvolvimento devido ao risco de comprometimento do fluxo de caixa da empresa ao atrasar o lançamento de um novo produto, visto que se perderá um período de faturamento a frente. Ele também ressalta a perda de mercado com o atraso, embora não haja meio para se calcular este prejuízo.

Existe certa complexidade no desenvolvimento dos projetos que são demandados pelos clientes. Neste mercado muitos profissionais da construção civil não possuem as informações necessárias para direcionar o seu trabalho ao lançamento de um novo empreendimento de forma planejada e segura (GONZÁLEZ, 2003). O estudo da viabilidade de um empreendimento imobiliário é fundamental, ao evitar investimentos mal dimensionados e minimizar os riscos que possam existir.

Mas a identificação da estratégia adotada pelas empresas construtoras para definir o seu público alvo nem sempre é tarefa fácil. Canova e Hochheim (2008) informam que na maioria das vezes inicia-se um novo empreendimento sem um estudo detalhado dos futuros moradores, levando-se em consideração apenas as experiências anteriores, não satisfazendo, assim, as necessidades do consumidor final. O estudo que precede o lançamento de um novo empreendimento, muitas vezes, é realizado rapidamente e sem complexidade, sendo importante elevar o grau de objetividade das decisões, pois geralmente são tomadas com critérios subjetivos (GONZÁLEZ E FORMOSO, 1999).

Em relação ao desenvolvimento das estratégias das empresas diante da concorrência, segundo Porter (1991), estas devem determinar as metas, as políticas para realizá-las e como uma organização irá competir. Com isso haverá a compreensão da concorrência e identificação das suas características no intuito de obter uma maior



vantagem. Estas características são provenientes da compreensão do consumidor e as suas expectativas; e o melhor meio de descobri-las é ouvindo-os para conhecer seus desejos e perspectivas (ULRICH e EPPINGER, 2000).

Na fase inicial do desenvolvimento do produto há incerteza em virtude do desconhecimento de quanto custará o empreendimento, de como será feito e também se será aceito pelo mercado (BAXTER, 2000). Neste ponto torna-se essencial a segmentação do mercado e a definição do público alvo, sendo de fundamental importância para os projetistas e no estudo de viabilidade econômica do empreendimento, garantindo o sucesso econômico da empresa e a satisfação dos clientes (FERNANDEZ, 2006). Kotler (2000) ressalta que a eficácia de novos produtos é maior quando as equipes de engenharia, fabricação, compras, marketing e finanças trabalham juntas durante todo o processo, onde para Rocha Lima Jr (2014) este tempo entre venda e entrega dos empreendimento é de aproximadamente três anos.

O conhecimento dos anseios do mercado, para Kehl (2008), são necessários para se unirem às etapas do novo produto a ser proposto pelas empresas, estes desejos irão influenciar nas diretrizes do empreendimento desde a fase de desenvolvimento até a entrega.

Apesar de não existir uma grande quantidade de pesquisas relevantes a cerca da preferência do consumidor, uma pesquisa existente pode ser destacada. Freitas (2000) estudou as características preferidas e declaradas pelo consumidor. Segundo a autora, a preferência declarada é a expressão dos desejos do consumidor nos atributos do empreendimento que visa morar. Os atributos, de acordo com Espartel e Slongo (1999), são as propriedades ou características que o produto deve ter ou não, sendo estes mensuráveis e de relevante importância na escolha de alternativas.

Conhecer os atributos de um empreendimento é imprescindível no processo de compra de um bem e, para Assael (1998), os estudos para se conhecer o valor de cada característica é fundamental no entendimento do consumidor a respeito do que ele visa adquirir. Mesmo com vasta literatura destacando a importância do conhecimento dos anseios e desejos dos clientes e confirmando a sua necessidade na idealização de novos empreendimentos, muitas empresas construtoras e incorporadoras não utilizam este conhecimento para pesquisar o consumidor e realizam seus novos projetos de forma empírica, de acordo com a suas experiências de mercado (BRANDSTETTER, 2014).

Dentre as pesquisas na área, poucas são precisas no que tange ao grau de importância de cada atributo no processo de escolha da nova moradia e o quão valioso é no

processo de formação do preço da unidade habitacional. Para facilitar as análises pode-se seguir a linha de raciocínio de Gonzaga (2003), que agrupa características semelhantes:

- a) Variáveis do condomínio, características correspondentes à área de lazer (FREITAS e OLIVEIRA, 1997) e áreas comuns do empreendimento: padrão de acabamento, estado de conservação, idade, número de elevadores e existência de piscina;
- b) Variáveis da unidade do produto, características e infraestrutura do apartamento (TRIVELONI e HOCHHEIM, 1998): número de vagas de garagem, número de dormitórios, área total, área privativa, número de suítes, existência de dependência de empregada, andar ou pavimento e número de banheiros;
- c) Variáveis da localização e acessibilidade (PASCALE, 2005; FERNANDEZ, 2001): localização, bairro, proximidade de escolas e/ou faculdades, proximidade a centros comerciais e proximidade a supermercados;
- d) Variáveis relacionadas ao ambiente (PASCALE, 2005; BORANGA, 2003): proximidade de parques, praças ou áreas verdes, poluição sonora e vista panorâmica.

Gonzaga (2003) estudou estas características isoladamente para agrupá-las. Freitas (2000) as estudou e concluiu por quais delas os clientes estariam dispostos a pagar mais para que suas unidades habitacionais estivessem de acordo com suas ambições.

Mas, para Engel, Blackwell e Miniard (1995), os atributos de um produto variam de importância de acordo com as atitudes tomadas pelos consumidores; e, segundo Kehl (2008), compreender o público alvo é importante para se definir quais características o produto deve ter. Conhecendo o mercado as empresas da construção civil poderão conseguir um preço maior por seus produtos ao atenderem as expectativas dos consumidores, o que pode gerar um maior lucro aos seus investimentos.

No levantamento feito sobre as características dos imóveis (apêndice A), os atributos mais citados são a área útil, a localização, o padrão construtivo, a quantidade de dormitórios (quartos ou suítes). Logo depois estão a idade do imóvel, a quantidade de vagas de garagem, quantidade de banheiros e a presença de equipamentos. O atributo equipamentos corresponde a menção da presença de um ou mais atrativos no apartamento, como box nos banheiros, instalação de TV a cabo, banheira de hidromassagem e instalação de água quente, por exemplo.

### **3 ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES**

Este capítulo trata dos procedimentos e métodos utilizados para mensurar o preço dos empreendimentos de real estate em virtude do valor que o mercado consumidor atribui às suas diversas características.

#### **3.1 Introdução e conceitos**

A engenharia de avaliações é definida por Aguiar (1998) como um conjunto de processos em busca de definir tecnicamente o valor de determinado bem. Dantas (2003) complementa ao informar que esta engenharia é uma junção de conhecimentos tanto de engenharia civil, quanto de arquitetura, ciências sociais e da natureza, com a mesma finalidade de determinar, por meio de técnicas, o valor do imóvel. Desta forma a engenharia de avaliações não é uma ciência exata, onde profissionais com conhecimento adequado buscam estimar os valores de atributos específicos (MOREIRA, 1997).

De acordo com o Conselho Federal de Engenharia e Arquitetura (CONFEA), a engenharia de avaliação pode ser praticada por engenheiros, arquitetos e agrônomos.

O crescimento urbano e imobiliário é um problema que deve ser acompanhado de perto, pois não pode ser regulado livremente por especulações e forças de mercado. A importância da engenharia de avaliações está associada a este crescimento desordenado das cidades aliado à incapacidade de se planejar por meio de políticas públicas e privadas (MARTINE e MCGRANAHAM, 2010). Portanto, esta ciência não exata funciona como um agente regulador do preço dos imóveis.

Sobre o controle do mercado, Rocha Lima Jr (2014) defende que no real estate residencial, diferentemente do que rege a lei da avidez de riqueza (lei da oferta e da demanda), a competitividade das empresas e a necessidade de redução de estoque de imóveis induzem os empreendedores a reduzir os preços dos produtos. Mas o autor também sustenta a importância da lei da avidez de mercado na definição do preço justo de um imóvel, onde o preço praticado é levado para baixo caso o mercado não estiver consumindo.

Ainda segundo Rocha Lima Jr (2014), o preço justo no mercado imobiliário consiste na união dos custos de orçamento relativos ao imóvel, dos custos relativos a variação de índices econômicos, que alteram o preço dos insumos e da margem de lucro, que remunera os investidores. A fuga do preço justo para baixo possui uma pequena margem,

pois não se pode alterar drasticamente os custos das construções, e a redução do preço justo afetará no lucro dos investidores, que também não pode ser muito reduzida para mantê-los atraídos (ROCHA LIMA JR, 2014).

[...] havendo competitividade que produz pressões para baixa de preços, os empreendedores do mercado residencial brasileiro não tenderão a operar com descontos agressivos contra o preço justo da oferta, sob pena de invalidar a qualidade das companhias. (ROCHA LIMA JR, 2014, p.12).

A engenharia de avaliações torna-se uma ciência complexa, pois a construção de empreendimentos imobiliários possui custos elevados, investidores interessados em lucros relevantes, uma pequena margem de variação de preço e um mercado exigente.

Nos trabalhos desenvolvidos dentro da avaliação de imóveis procura-se estimar o valor de mercado dos imóveis estudados. O valor de mercado, segundo a American Institute of Real Estate Appraisers (1997), é o valor mais próximo ao preço em uma transação econômica.

Neste contexto há termos semelhantes, mas com significados distintos. O valor tem sido estudado a partir do enfoque de várias áreas (administração, projeto, gestão de qualidade, economia e engenharia de avaliações) e muitas vezes pode ser confundido com custo e preço por haver uma diversificação conceitual (GONZAGA, 2003). Fiker (1997) define valor como sendo a relação entre a intensidade das necessidades econômicas do homem e a quantidade de bens para atendê-lo. Para Koskela (2000), é uma percepção de cada consumidor ao analisar suas necessidades e preferências, possuindo um caráter dinâmico segundo Kehl (2008). Portanto, o valor é a transformação de um sentimento pessoal em determinada quantidade de recurso financeiro.

O valor de mercado também é definido pela NBR 14653:2004 como a quantia mais provável pela qual se negocia conscientemente e voluntariamente um determinado bem. Dantas (1998) destaca a facilidade em se confundir valor de mercado com preço; estabelece o preço como a quantia em dinheiro pago pelo imóvel numa transação comercial, podendo ser abaixo ou acima do valor de mercado. Gonzaga (1997) também evidencia esta diferença ao mencionar a suscetibilidade da formação do preço às particularidades das partes envolvidas.

Nesta ciência busca-se um modelo matemático que explique o mercado imobiliário. Por meio de inferências estatísticas aplicadas às amostras, estima-se o valor das

característica dos imóveis ao formular um modelo que demonstre um valor aproximado do preço de uma possível negociação.

A avaliação imobiliária é, para Fiker (1997), um procedimento técnico proposto a determinar o valor de um imóvel. González (1997, p. 32) acrescenta ao conceito que “a função principal de uma avaliação é obter uma estimativa do valor de um imóvel, sob um determinado conjunto de condições”.

Devido a importância econômica e social do mercado imobiliário, há continuas pesquisas no intuito de se estimar o valor dos imóveis oferecidos no mercado imobiliário, identificando um modelo mais eficaz de avaliações em massa, que é útil para a definição de planos diretores, cálculos com fins tributários (IPTU e ITBI), bem como auxiliar no conhecimento da demanda habitacional e em estudos de viabilidade econômica de novos lançamentos imobiliários. Em estudo realizado no Rio de Janeiro, Curitiba, Belo Horizonte e São Paulo, Carvalho Junior (2010) conclui que a avaliação imobiliária possui grande impacto no cálculo de tributos e sugere o aperfeiçoamento das técnicas de forma que as taxas não se tornem defasadas e comprometam a arrecadação dos municípios

Segundo Gomide (2008), a avaliação imobiliária é baseada em: objetivo da avaliação, características do imóvel e do mercado e o tipo de tratamento científico utilizado. Dantas (2005) define que o principal objetivo da Engenharia de Avaliação é a determinação do valor, custos ou direitos sobre o imóvel por meio de técnica científica.

Nadal, Juliano e Ratton (2003, p. 244) destacam as áreas de atuação da avaliação de imóveis:

A avaliação de imóveis é utilizada na grande maioria dos negócios, discussões e pendências interpessoais e sociais em nossas comunidades, tais como na compra ou na venda de casas, lojas comerciais, instalações industriais, aluguéis, na reavaliação de ativos de empresas, em atendimento à legislação vigente, na partilha oriunda de heranças, meações ou divórcios, no lançamento de impostos, nas hipotecas imobiliárias, nas divergências que originam ações demarcatórias, possessórias, nas indenizações, nas desapropriações e servidões, enfim, em um número expressivo de ações oriundas de problemas inerentes aos relacionamentos humanos, onde o valor de um bem assume importância fundamental.

De acordo com os estudos de Moreira (1997), Dantas (1998) e Abunahman (1999) observa-se em quais situações a identificação do valor de mercado do imóvel é necessária:

- a) transações de compra e venda;
- b) transações de locação;

- c) financiamentos e operações de crédito, onde um imóvel é colocado como garantia;
- d) investimentos imobiliários;
- e) impostos, IPTU e ITBI;
- f) seguro de imóveis;
- g) perícias judiciais;
- h) desapropriação com pagamento de indenização.

Esta ciência de mensuração de valor prima pela clareza e objetividade; assim quanto mais clara for, mais precisa a avaliação será. E esta objetividade deve ser construída ao escolher o método de avaliação para o imóvel específico a ser avaliado (BRAULIO, 2005).

### **3.2 Métodos de avaliação**

Em 2001 a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) disponibilizou a NBR 14653, que “visa consolidar os conceitos, métodos e procedimentos gerais para os serviços técnicos de avaliação de bens” (NBR 14653-1).

Para esta norma, o avaliador deve estabelecer os seus critérios de forma lógica e descrevê-los, permitindo o entendimento da avaliação. O item 7.5 da NBR 14653-1 estabelece como deve ser a escolha da metodologia de avaliação a ser adotada:

A metodologia escolhida deve ser compatível com a natureza do bem avaliando, a finalidade da avaliação e os dados de mercado disponíveis. Para a identificação do valor de mercado, sempre que possível preferir o método comparativo direto de dados de mercado.

E no item 8.2 da NBR 14653-1, a ABNT informa quais são os modelos:

Método comparativo direto de dados de mercado: Identifica o valor de mercado do bem por meio de tratamento técnico dos atributos dos elementos comparáveis, constituintes da amostra. Método involutivo: Identifica o valor de mercado do bem, alicerçado no seu aproveitamento eficiente, baseado em modelo de estudo de viabilidade técnico- econômica, mediante hipotético empreendimento compatível com as características do bem e com as condições do mercado no qual está inserido, considerando-se cenários viáveis para execução e comercialização do produto. Método evolutivo: Identifica o valor do bem pelo somatório dos valores de seus componentes. Caso a finalidade seja a identificação do valor de mercado, deve ser considerado o fator de comercialização. Método da capitalização da renda: Identifica o valor do bem, com base na capitalização presente da sua renda líquida prevista, considerando-se cenários viáveis.

O método comparativo direto de dados de mercado é o modelo mais utilizado na avaliação de imóveis urbanos, onde o valor do imóvel é obtido pela comparação com um conjunto de outros imóveis com características semelhantes ao avaliado (THOFEHRN, 2000). Dantas (2003) afirma que os métodos diretos são escolhidos sempre que há dados de mercado suficientes, pois viabilizam o uso dos métodos. Ou seja, ao se avaliar um imóvel leva-se em consideração os imóveis que o circundam e que possuem os mesmos componentes, formando por incorporação de valor de outros empreendimentos.

Steiner et al. (2008, p. 24) discorre sobre os métodos indiretos:

Já um método é considerado indireto quando necessita de resultados de algum método direto. Os métodos indiretos subdividem-se em método da renda (define o valor em função de um rendimento já existente ou previsto pelo bem no mercado, ou seja, pelo valor econômico do bem); método involutivo (o valor é estimado por estudos de viabilidade técnica-econômica do seu aproveitamento) e método residual (calcula a diferença entre o valor total do imóvel e o valor das benfeitorias, levando-se em conta o fator de comercialização).

Para se avaliar um imóvel deve-se conhecê-lo, e para tal é necessário que o avaliador o vistorie e observe o entorno do imóvel, fazendo uma análise de toda a região (DANTAS, 2005).

A NBR 14653-2 determina o que observar durante a vistoria em relação à região, ao terreno e à caracterização das edificações e benfeitorias.

Região:

- a) aspectos gerais: análise das condições econômicas, políticas e sociais, quando relevantes para o mercado, inclusive usos anteriores atípicos ou estigmas;
- b) aspectos físicos: condições de relevo, natureza predominante do solo e condições ambientais;
- c) localização: situação no contexto urbano, com indicação dos principais pólos de influência;
- d) uso e ocupação do solo: confrontar a ocupação existente com as leis de zoneamento e uso do solo do município, para concluir sobre as tendências de modificação a curto e médio prazo;
- e) infraestrutura urbana: sistema viário, transporte coletivo, coleta de resíduos sólidos, água potável, energia elétrica, telefone, redes de cabeamento para transmissão de dados, comunicação e televisão, esgotamento sanitário, águas pluviais e gás canalizado;

- f) atividades existentes: comércio, indústria e serviço;
- g) equipamentos comunitários: segurança, educação, saúde, cultura e lazer.

Caracterização do terreno:

- a) aspectos físicos: dimensões, forma, topografia, superfície, solo.
- b) Caracterização da edificação e benfeitorias:
- c) aspectos construtivos, qualitativos, quantitativos e tecnológicos, comparados com a documentação disponível;
- d) aspectos arquitetônicos, paisagísticos e funcionais, inclusive conforto ambiental.

As informações obtidas para uma avaliação podem ser provenientes de anúncios de jornais, compradores, vendedores, bancos, registros de prefeituras e empresas imobiliárias, por exemplo, desde que sejam informações seguras e sejam verificadas pelo avaliador responsável. A norma determina que os dados obtidos sejam tratados de duas formas (NBR 14653-2):

- a) tratamento por fatores: adota valores para as variáveis independentes, possibilitando que influenciem na variável dependente. Os fatores devem ser calculados utilizando uma metodologia científica e caracterizados claramente a validade temporal (máximo de quatro anos) e a região pertencente.
- b) tratamento científico: métodos matemáticos que utilizam regressão, redes neurais artificiais ou análise envoltória, desde que os passos sejam devidamente justificados na teoria e na prática.

Sirmans, Macpherson e Zietz (2005) afirmam que o valor dos imóveis residenciais é uma função de características físicas e da localização. E, Salgado (2011) sugere o tratamento utilizando regressão linear, que permite obter a homogeneização dos dados. O objetivo deste tipo de técnica é encontrar uma função linear, permitindo a compreensão dos dados e estimar uma variável a partir das outras variáveis (RADEGAZ, 2011).

### **3.3 Uso de regressão linear múltipla na engenharia de avaliações**

Nguyen e Cripps (2001) realizaram trabalho dentro da engenharia de avaliações no intuito de comparar o desempenho de duas técnicas de avaliação (redes neurais artificiais e análise de regressão múltipla) no processo de venda de residências familiares. Pelli Neto e



Zárete (2003) também fizeram um estudo comparativo destas técnicas utilizando uma amostra de 172 apartamentos de baixa e média renda no município de Belo Horizonte – MG. Esta associação de técnicas também foi utilizada para analisar 1600 imóveis disponíveis para venda, com 20 atributos cada, e 500 imóveis disponíveis para aluguel, com 85 atributos cada, em Porto Alegre – RS. Ao final do estudo, os modelos que foram propostos por Cechin et al. (1999) levaram em consideração apenas seis variáveis.

Bond et al. (2002) estudaram o valor atribuído a casas com vista para um lago e concluíram que não só a vista incrementava o valor do imóvel, mas também a área construída e o tamanho do terreno. Também estudando características isoladas na formação do preço do imóvel, Brondino (1999), por meio de redes neurais artificiais e regressões múltiplas, verificou que a acessibilidade em lotes urbanos apresenta um peso superior a 34% no preço final do imóvel.

Ao estudar imóveis pertencentes a uma região com maior concentração tributária, Couto (2007) utilizou regressão linear para analisar imóveis destinados à habitação na cidade de Porto, Portugal. Em Campo Mourão – PR, Steiner et al. (2008) realizaram um estudo dividindo as amostras em grupos de imóveis com características semelhantes, ao usar análise de agrupamento e também utilizaram a regressão linear múltipla para estimar preços de imóveis que seriam colocados à venda.

Guntermann, Liu e D. Nowak (2016) analisaram imóveis próximos com um modelo próprio de regressão linear múltipla buscando a diminuição de erros que levava em consideração a idade, presença de garagem, quantidade de quartos, presença de piscina e outras variáveis; e concluíram que seus resultados se tornaram mais precisos por analisarem imóveis com localização semelhante.

Um dos objetivos da análise de regressão linear no mercado imobiliário é desenvolver uma equação que permita ao investigador estimar o valor de imóveis de acordo com importância de seus atributos. Em Fortaleza – CE, Cavalcante (2002) desenvolveu uma equação utilizando regressões múltiplas no intuito de prever o valor de imóveis levando em consideração diversas variáveis.

O valor de um imóvel pode ser representado por uma equação de regressão linear múltipla, desde que se disponha de um banco de dados formado por uma amostra do tipo aleatória com informações de preço e das principais características dos imóveis (GAZOLA 2002, p. 98).

Como visto na literatura, é comum a utilização de modelos de regressão linear múltipla em estudos sobre mercado imobiliário no intuito de analisar uma variável de interesse (Y) em função de diversas outras variáveis (Xi). A regressão linear simples considera um único regressor ou preditor (X) e uma variável dependente (Y), enquanto a regressão linear múltipla relaciona “Y” com “i” outras variáveis, ou seja, o modelo de regressão linear múltipla (equação 1) descreve uma variável dependente como função de várias variáveis independentes. Este modelo, para Montgomery e Runger (2008), busca entender o comportamento da variável dependente após mudanças em uma ou mais variáveis dependentes, possibilitando a análise e estimativas. A equação do modelo geral, segundo Levine et al., é dada por:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon_i$$

Onde:

$Y_i$  = variável dependente, para  $i = 1, 2, \dots, n$ , também chamada de resposta;

$X_i$  = variáveis independentes;

$\beta_0$  = intercepto ou termo independente de variável;

$\beta_1$  = inclinação de Y em relação à variável  $X_1$ , mantendo constantes as variáveis  $X_2, X_3, \dots, X_k$ ;

$\beta_2$  = inclinação de Y em relação à variável  $X_2$ , mantendo constantes as variáveis  $X_1, X_3, \dots, X_k$ ;

$\beta_k$  = inclinação de Y em relação à variável  $X_k$ , mantendo constantes as variáveis  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_{k-1}$ ;

$\varepsilon_i$  = erro aleatório em Y, para a observação  $i$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ ;

$k$  = número de variáveis independentes.

A NBR 14653-2, em seu anexo A, discorre sobre os procedimentos para a utilização de modelos de regressão linear. E dispõe os pressupostos básicos para tal:

- a) evitar a micronumerosidade, respeitando o número de variáveis independentes;
- b) atentar para o equilíbrio da amostra, com dados bem distribuídos para cada variável no intervalo amostral;

- c) os erros são variáveis aleatórias com variância constante, ou seja, são homocedásticos;
- d) os erros são variáveis aleatórias com distribuição normal;
- e) os erros são não autocorrelacionados, isto é, são independentes sob a condição de normalidade;
- f) o engenheiro de avaliações deve se empenhar para que as variáveis importantes estejam incorporadas no modelo – inclusive as decorrentes de interação – e as variáveis irrelevantes não estejam presentes;
- g) em caso de correlação linear elevada em quaisquer subconjuntos de variáveis independentes, isto é, multicolinearidade, deve-se examinar a coerência das características do imóvel avaliando com a estrutura de multicolinearidade inferida, vedada a utilização do modelo em caso de incoerência;
- h) não devem existir correlações evidentes entre o erro aleatório e as variáveis independentes do modelo, ou seja, o gráfico de resíduos não pode sugerir evidências de regularidade estatística com respeito às variáveis independentes;
- i) possíveis pontos de influenciadores, ou aglomerados deles, devem ser investigados e sua retirada fica condicionada à apresentação de justificativas.

### **3.3.1 Pressupostos do modelo**

A norma deve ser atendida para um modelo de regressão ser válido; e, para tal, deve-se verificar os efeitos de linearidade, normalidade dos resíduos, homocedasticidade, autocorrelação dos erros, colinearidade ou multicolinearidade, e pontos influenciadores (outliers).

#### **3.3.1.1 Linearidade**

As transformações de variáveis são necessárias para busca a linearidade, variância não constante dos erros e não normalidade dos erros; obtendo-se um modelo mais simples. Espera-se construir modelos mais simples pois são mais fáceis de se estudar a viabilidade de sua utilização e de serem testados. Dentre as transformações destacam-se a

logarítmica, raiz quadrada, quadrática, exponencial, recíproca, exponencial negativa (GAZOLA, 2002).

A NBR 14653-2 ressalta que as transformações objetivando a linearidade do modelo devem refletir o comportamento do mercado e recomenda ao avaliador que opte pelas mais simples, desde que resulte em um modelo satisfatório. Informa, também, que após as transformações deve-se examinar a linearidade do modelo construindo gráficos dos valores observados da variável dependente versus cada variável independente, com as devidas transformações.

### *3.3.1.2 Normalidade dos resíduos*

De acordo com a NBR 14653-2 a verificação da normalidade dos resíduos pode ser realizada por uma das formas a seguir:

- a) pelo exame de histograma dos resíduos amostrais padronizados, com o objetivo de verificar se sua forma guarda semelhança com a da curva normal;
- b) pela análise do gráfico de resíduos padronizados versus valores ajustados, que deve apresentar pontos dispostos aleatoriamente, com a grande maioria situados no intervalo  $[-2; +2]$ .
- c) pela comparação da frequência relativa dos resíduos amostrais padronizados nos intervalos de  $[-1; +1]$ ,  $[-1,64; +1,64]$  e  $[-1,96; +1,96]$ , com as probabilidades da distribuição normal padrão nos mesmos intervalos, ou seja, 68%, 90% e 95%;
- d) pelo exame do gráfico dos resíduos ordenados padronizados versus distribuição normal padronizada, que deve se aproximar da bissetriz do primeiro quadrante;
- e) pelos testes de aderência não-paramétricos, como, por exemplo, o qui-quadrado, o de Kolmogorov-Smirnov ajustado por Stephens e o de Jarque-Bera.

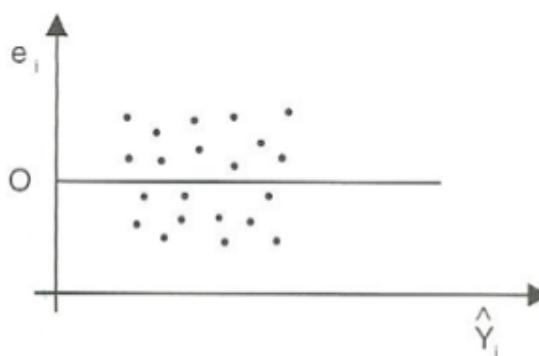
### *3.3.1.3 Homocedasticidade*

A homocedasticidade, variação constante, é uma condição fundamental dentro da teoria das regressões. Em caso de variação não constante, heterocedasticidade, os

coeficientes da regressão serão afetados pelos valores extremos das variáveis independentes. Com a variação constante a estimativa da variável dependente não sofrerá perturbações (MENDONÇA, 1998).

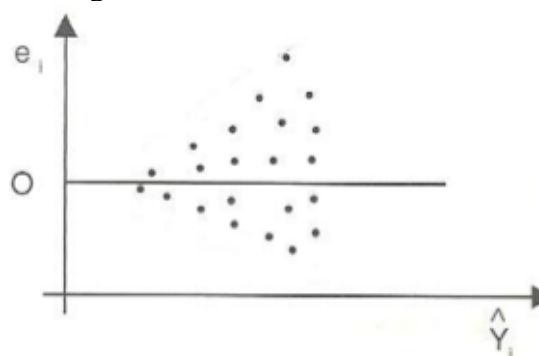
Observa-se um modelo homocedástico na Figura 1, e um heterocedástico na Figura 2. As figuras mostram gráficos de resíduos ( $\epsilon_i$ ) versus os valores ajustados pelo modelo de regressão ( $\hat{Y}_i$ ); em caso de homocedasticidade os pontos em torno de uma reta horizontal que passa pela origem estão distribuídos sem um padrão definido, distribuídos aleatoriamente, e na figura 2 há uma tendência, o que demonstra a inconstância da variância do erro (DANTAS, 2005).

Figura 1: Modelo Homocedástico



Fonte: Dantas (2005)

Figura 2: Modelo Heterocedástico



Fonte: Dantas (2005)

#### 3.3.1.4 Autocorrelação dos erros

Para Mendonça (1998) a autocorrelação dos erros decorre da influencia sobre os resíduos das variáveis independentes importantes que não são consideradas na equação. Quando a equação possui resíduos independentes ele não sofrerá perturbações.

A recomendação da NBR 14653 é que se verifique a autocorrelação ao analisar o gráfico de resíduos com valores ajustados, não devendo apresentar pontos dispersos, sem que haja um padrão.

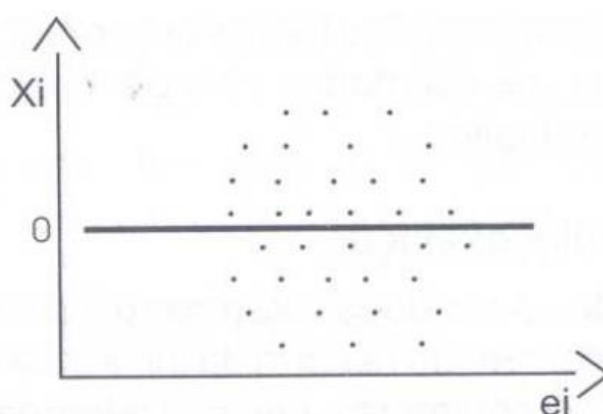
### 3.3.1.5 Colinearidade ou multicolinearidade

Frequentemente nos estudos de regressão linear múltipla encontram-se variáveis independentes que se relacionam entre si ou com outras variáveis não incluídas no modelo, porém influenciam na variável dependente. ( NETER e WASSERMAN, 1997 apud GAZOLA 2002).

Multicolinearidade é uma correlação entre duas ou mais variáveis independentes dentro de um modelo de regressão linear múltipla. A ocorrência deste efeito provoca alterações no modelo e, por consequência, imprecisão nos valores estimados (SARTORIS, 2003).

A verificação de colinearidade e multicolinearidade se dá pela análise gráfica do comportamento dos resíduos versus a variável independente estudada, onde os resíduos devem estar dispostos aleatoriamente (MENDONÇA, 1998).

Figura 3: Resíduo de regressão versus variável hipotética X



Fonte: MENDONÇA (1998)

### 3.3.1.6 Pontos influenciantes (outliers)

São pontos atípicos em relação aos outros elementos do estudo, ocasionando irregularidade no modelo. São todos os pontos com os erros do valor estimado em relação ao valor de mercado que sejam superiores ou inferiores a duas vezes o desvio padrão dos

resíduos dos dados (MENDONÇA, 1998). A verificação destes pontos, segundo a NBR 14653-2, deve ser feita analisando o gráfico dos resíduos versus cada variável independente, e também em relação aos valores ajustados.

### 3.3.2 *Teste de significância*

A NBR 14653-2 define os testes de significância do modelo e de cada regressor:

- a) A significância individual dos parâmetros das variáveis do modelo deve ser submetida ao teste t de Student, em conformidade com as hipóteses estabelecidas quando da construção do modelo;
- b) A hipótese nula do modelo deve ser submetida ao teste F de Snedecor e rejeitada ao nível máximo de significância de 1%;
- c) A significância de subconjuntos de parâmetros, quando pertinente, pode ser testada pela análise da variância particionada, com a utilização do teste da razão de verossimilhança;
- d) Os níveis de significância utilizados nos testes citados acima serão compatíveis com a especificação da avaliação.

### 3.3.3 *Poder de explicação*

Ainda de acordo com a NBR 14653-2, no anexo A.4, o poder de explicação do modelo pode ser testado pelo seu coeficiente de determinação. Mas também deve-se considerar o coeficiente de determinação ajustado, pois o coeficiente de determinação sempre cresce com o aumento da quantidade de variáveis independentes.

O cálculo do coeficiente de determinação, é feito utilizando a fórmula:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}$$

Onde:

$R^2$  = coeficiente de determinação;

$\hat{Y}_i$  = valor estimado pela equação de regressão;

$\bar{Y}$  = média dos valores observados;

$n$  = número de elementos da amostra.

O valor do coeficiente de determinação ajustado é dado pela equação 3 a seguir:

$$R_{aj}^2 = 1 - (1 - R^2) \times \frac{n - 1}{n - k - 1}$$

Onde:

$R_{aj}^2$  = coeficiente de determinação ajustado;

$R^2$  = coeficiente de determinação;

$n$  = número de elementos da amostra;

$k$  = número de variáveis independentes do modelo.



## 4 METODOLOGIA

O objetivo deste capítulo é caracterizar a metodologia utilizada neste trabalho, assim como mostrar as etapas percorridas até a obtenção dos resultados.

### 4.1 Enquadramento metodológico

Os paradigmas conduzem a produção do conhecimento científico mesmo impondo limites cognitivos aos pesquisadores e suas pesquisas ao limitá-los dentro de fronteiras paradigmáticas, mas cabe a cada pesquisador buscar as melhores alternativas para o andamento dos seus trabalhos (CORREIA et al., 2012). Com isso, para Kuhn (2000), o paradigma é um modelo que os cientistas seguem para solucionar seus enigmas, mas a verdade de cada teoria funciona apenas dentro de cada paradigma, não havendo uma verdade absoluta.

Dentre os paradigmas, esta pesquisa se enquadra no positivismo, onde o método consiste na observação e teste do observado para se concluir o que deverá acontecer nos próximos fatos (COMTE, 1973). Paradigma onde “a realidade só existe a partir de fatos que podem ser observados, sendo verdadeiro somente aquilo que pode ser empiricamente testado” (PÁVOA et al, 2012, p.4) e “somente é verdadeiro o conhecimento passível de ser verificado (PÁVOA et al, 2012, p.12).

O método qualitativo não emprega um instrumental estatístico como base para a análise dos dados; já o quantitativo busca um estudo descritivo, no intuito de relacionar as variáveis (fatos ou características) estudadas (RICHARDSON, 2011). Portanto, quanto à natureza, a pesquisa é quantitativa. Este tipo de pesquisa é objetiva na coleta e análise dos dados e analisa dados numéricos através de métodos estatísticos (POLIT et al., 2004).

A explicação dos fatos e fenômenos cabe à pesquisa descritiva, exigindo do autor uma grande quantidade de informações acerca do objeto de estudo (TRIVIÑOS, 1987). O objeto descrito nesta pesquisa é a análise de vários fatos isoladamente para a compreensão individual destes sem a interferência dos demais; desta forma, por meio indutivo, será observado o comportamento como um todo. (CRESWELL, 2007). Para Comte (1973) deve-se estudar o individual para se chegar ao todo e com o conhecimento do todo concluir a respeito do particular.

A pesquisa bibliográfica foi realizada a partir de referências teóricas publicadas por meios eletrônicos e escritos. Todo trabalho científico é iniciado com este tipo de pesquisa, pois permite ao pesquisador ter o conhecimento prévio sobre o problema estudado e a respeito da resposta que se procura. A pesquisa documental por vezes é confundida com a pesquisa bibliográfica, mas a diferença está no objeto estudado. Neste tipo de pesquisa são analisados documentos sem tratamento analítico (FONSECA, 2002).

Para a coleta de dados, além da pesquisa bibliográfica, também foi feita pesquisa em documentos fornecidos pela imobiliária. As fontes da pesquisa documental são mais diversificadas e não possuem um tratamento científico, ao contrário da bibliográfica, na qual se tem uma base de livros e artigos para dar-se início a qualquer estudo (VERGARA, 2007).

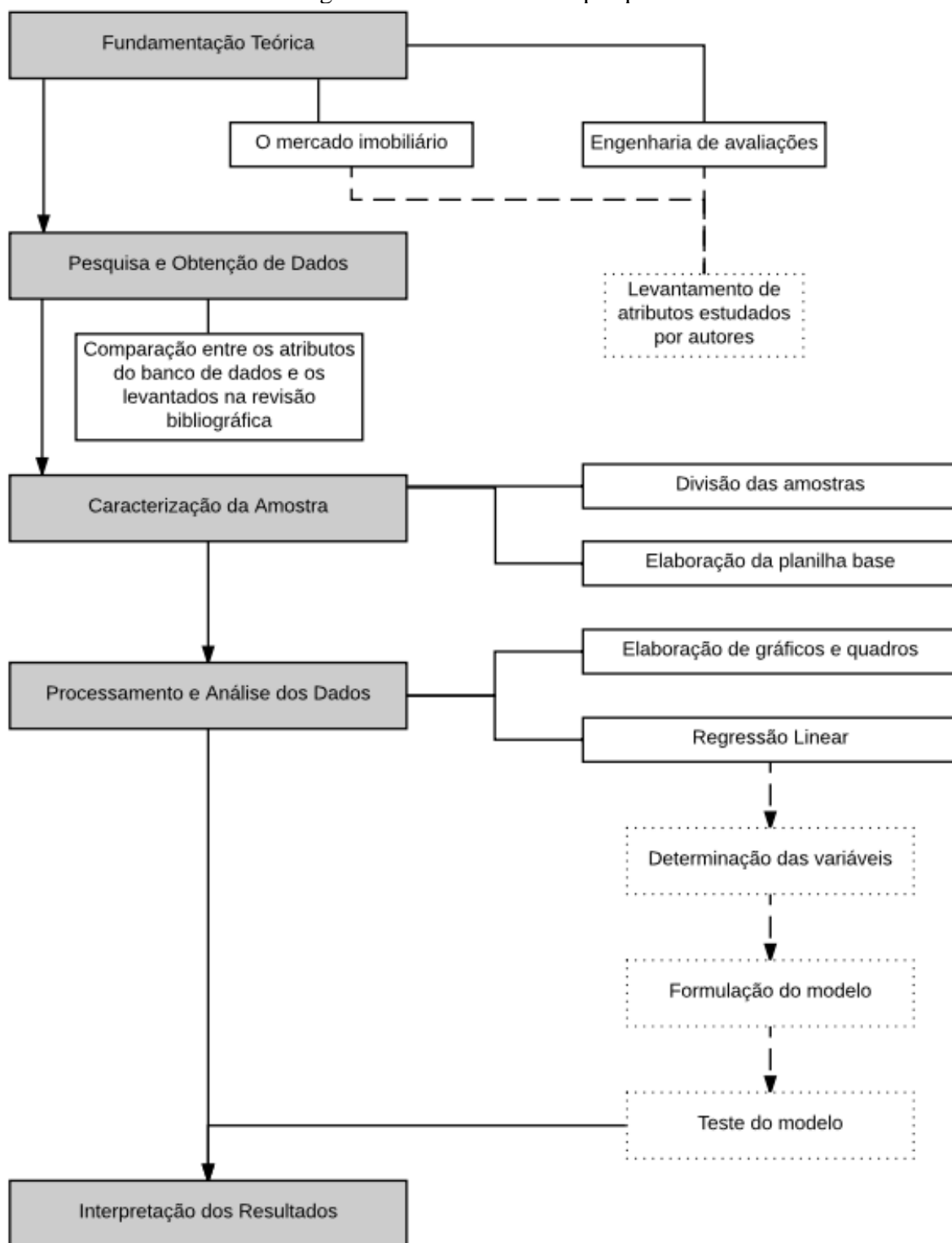
A pesquisa survey é descrita como uma obtenção de informações sobre opiniões ou características de um determinado grupo que representa uma população alvo (TANUR, 1982 apud PINSONNEAULT & KRAEMER, 1993). Pinsonneault e Kraemer (1993) ainda informam que a pesquisa survey de objetivo descritivo busca identificar situações e eventos manifestados por uma população. Neste tipo de pesquisa a hipótese tem propósito de verificar se a percepção dos fatos está de acordo com a realidade do material de estudo. Este tipo de estratégia de pesquisa é comumente adotada tanto em pequenas quanto em grandes amostras (KERLINGER, 1980), muito utilizada, segundo Fowler (1993) e Mattar (1996) em pesquisas de mercado onde se busca descobrir os desejos do consumidor e o seu comportamento.

## **4.2 Delineamento da pesquisa**

Esta pesquisa focou na descoberta dos atributos que contribuem na formação do valor dos apartamentos residenciais no município de Fortaleza-CE. Para isso, buscou-se em um banco de dados as características dos empreendimentos e foi utilizada a ferramenta matemática de Regressão Linear Múltipla, no intuito de se prever o valor de mercado de apartamentos residenciais diante das suas características, auxiliando imobiliárias, empresas construtoras e o mercado consumidor nesta previsão.

Para se chegar ao objetivo desejado dividiu-se a pesquisa em etapas distintas que a viabilizassem. Estas etapas, representadas na Figura 4 por um histograma, mostram a sequência perseguida durante as atividades.

Figura 4: Delineamento da pesquisa



Fonte: Elaborada pelo autor.

A fundamentação teórica é a base do estudo, onde foram obtidos os conhecimentos necessários para o desenvolvimento da pesquisa; nela foram pesquisadas

quais características de imóveis residenciais são mais estudadas e quais se mostraram mais relevantes em análises realizadas por diversos autores.

A partir dela, pôde-se comparar as variáveis obtidas no banco de dados e verificar se estas são relevantes para a elaboração da planilha base, que dará as informações necessárias para o desenvolvimento da equação de regressão linear, objetivo do presente trabalho.

### **4.3 Pesquisa e obtenção de dados**

O levantamento dos dados associados aos apartamentos residenciais abordou empreendimentos lançados no mercado de Fortaleza-CE entre os anos de 2011 e 2014. Estas informações foram catalogados por uma imobiliária da cidade estudada ao longo dos anos e apresentam diversas características dos empreendimentos. Os bairros da cidade estão divididos em zonas de valor, definidas pela imobiliária a partir da união de bairros com características de mercado e historicamente semelhantes, no intuito de unificar empreendimentos com características equivalentes e pertencentes a um mesmo público alvo em dada região. Por se tratar de dados não coletados pelo pesquisador e sim obtidos a partir de pesquisa documental e sem tratamento científico, estes são considerados dados secundários (MATTAR, 2005).

Os dados obtidos exigiram tratamento adequado, pois existiam informações não pertinentes à presente pesquisa. Esta etapa será abordada no subcapítulo a seguir.

### **4.4 Caracterização da amostra**

Nesta etapa da pesquisa estudou-se o banco de dados com o objetivo de selecionar as informações pertinentes ao estudo. As características a seguir são o resultado da análise:

- a) Bairro;
- b) Zona de valor;
- c) Segmento;
- d) Data de lançamento;
- e) Data prevista de entrega;

- f) Número de apartamentos por andar;
- g) Número de andares;
- h) Quantidade de vagas de garagem por apartamento;
- i) Quantidade de quartos por apartamento;
- j) Área útil da unidade;
- k) Total de unidades;
- l) Valor do metro quadrado;
- m) Valor da unidade;
- n) Número de unidades vendidas;
- o) Valor geral de venda (VGV).

A característica zona de valor corresponde à união de bairros ou partes deles com características de mercado semelhantes historicamente. A definição foi feita pela imobiliária, e, desta forma, levou-se em consideração apenas a variável zona de valor por ser mais completa e homogênea que a variável bairro. Os bairros de Fortaleza encontram-se dispostos no Apêndice B. As zonas de valor são:

- a) Aldeota: Aldeota, Centro, Joaquim Távora e Dionísio Torres;
- b) Cambéa: Cambéa e Sapiranga;
- c) Cidade dos Funcionários: Cidade dos Funcionários;
- d) Cocó: Cidade 2000, Dionísio Torres, Praia do Futuro II e Manoel Dias Branco;
- e) Fátima: Fátima, Benfica, José Bonifácio e Joaquim Távora;
- f) Guararapes: Guararapes, Engenheiro Luciano Cavalcante e Edson Queiroz;
- g) Maraponga: Maraponga e Parque Dois Irmãos;
- h) Meireles: Meireles e Praia de Iracema;
- i) Messejana: Messejana;
- j) Montese: Montese e Damas;
- k) Papicú: Papicú, De Lourdes e Praia do Futuro I;
- l) Parangaba: Parangaba;
- m) Parquelândia: Parquelândia, Parque Araxá, Itaperi, Presidente Kennedy, São Gerardo e Monte Castelo;
- n) Passaré: Passaré.

O segmento é a divisão econômica dos empreendimentos, podendo ser econômico, médio, alto ou altíssimo. A segmentação é defendida por Freitas (2000),

Brandstetter (2004), Fernandez (2006) e Garbi (2012) como importante nos estudos de real estate. Abaixo segue a Figura 2 que informa como ocorre a divisão dos empreendimentos segundo a imobiliária que gerou o banco de dados. Vale a pena ressaltar que a inclusão de um empreendimento em determinado segmento leva em conta o valor de lançamento do imóvel e não o valor de mercado em data posterior; e que não há redistribuição posterior com o aumento ou diminuição deste valor.

Figura 5: Segmentos econômicos do mercado imobiliário de Fortaleza-CE

<b>ECONÔMICO</b>	<b>MÉDIO</b>	<b>ALTO</b>	<b>ALTÍSSIMO</b>
R\$ 170 mil a R\$ 349 mil	R\$ 350 mil a R\$ 699 mil	R\$ 700 mil a R\$ 1.499 milhão	Acima de R\$ 1.500 milhão

Fonte: Imobiliária

Isoladamente, as informações de data de lançamento e data prevista para entrega do empreendimento não possuem grande relevância para a pesquisa, mas, ao unir as duas, obtêm-se a variável tempo de construção previsto, que é importante para a construtora no planejamento da obra e para o cliente no seu planejamento familiar.

O valor da unidade corresponde ao valor de mercado de cada apartamento registrado na imobiliária atualizado até o fim do mês de dezembro de 2014, assim como o número de unidades vendidas é correspondente até o fim do mesmo ano. Seguindo o mesmo princípio, o VGV corresponde à soma do valor de todas as unidades do mesmo empreendimento com os valores atualizados, também pela imobiliária, até o mês de dezembro de 2014.

A partir da divisão proposta por Gonzaga (2003) e dos estudos de Freitas e Oliveira (1997), Triveloni e Hochheim (1998), Freitas (2000), Fernandez (2001) e Cavalcante (2002) a respeito das características dos empreendimentos, divide-se as variáveis da seguinte forma:

- a) Variáveis do condomínio (empreendimento): segmento, tempo previsto de construção, número de torres, número de apartamentos por andar, número de andares, total de unidades e VGV;
- b) Variáveis da unidade (apartamento): quantidade de vagas de garagem, quantidade de quartos, área útil, valor do metro quadrado e valor da unidade;

c) Variável de localização: zona de valor.

As etapas a seguir constituem um processo de processamento do banco de dados obtido após a etapa de estudo inicial e compreensão das variáveis encontradas e a elaboração de uma planilha base. Para se chegar à planilha base, com os dados tratados que facilitem a visualização, compreensão e se obter conclusões, a amostra passou por uma série de divisões e procedimentos estatísticos simples que são descritos a seguir.

#### ***4.4.1 Divisão dos dados em relação ao ano de lançamento***

Esta etapa dos procedimentos corresponde a uma separação dos empreendimentos lançados a cada ano. Os empreendimentos com vendas iniciadas em 2011 foram agrupados para inicialmente terem suas características visualizadas em cada ano. Desta mesma forma, os demais empreendimentos foram agrupados em relação aos anos de 2012, 2013 e 2014. A sequência destas ações pode ser visualizada na figura a seguir.

Esta segmentação por ano de lançamento permite o estudo isolado das características dos empreendimentos lançados no ano estudado e possibilita, mais a frente, uma comparação a partir da visualização da evolução destas características ao longo dos anos estudados.

#### ***4.4.2 Divisão dos dados em relação ao segmento econômico***

Após a divisão dos empreendimentos em relação ao ano de lançamento, dividiu-se cada um dos quatro grupos (empreendimentos de 2011, 2012, 2013 e 2014) pelos segmentos econômicos, obtendo-se quatro grupos de empreendimento para cada ano: econômico, médio, alto e altíssimo. A divisão proporciona um estudo mais harmônico ao analisar separadamente os empreendimentos que se assemelham e possuem um mesmo público alvo.

#### ***4.4.3 Divisão dos dados em relação à zona de valor***

Ao se dividir os lançamentos imobiliários em grupos econômicos, buscou-se unificar características semelhantes. Mas uma característica que, historicamente e academicamente, influencia bastante no processo de compra e impossibilita a comparação de

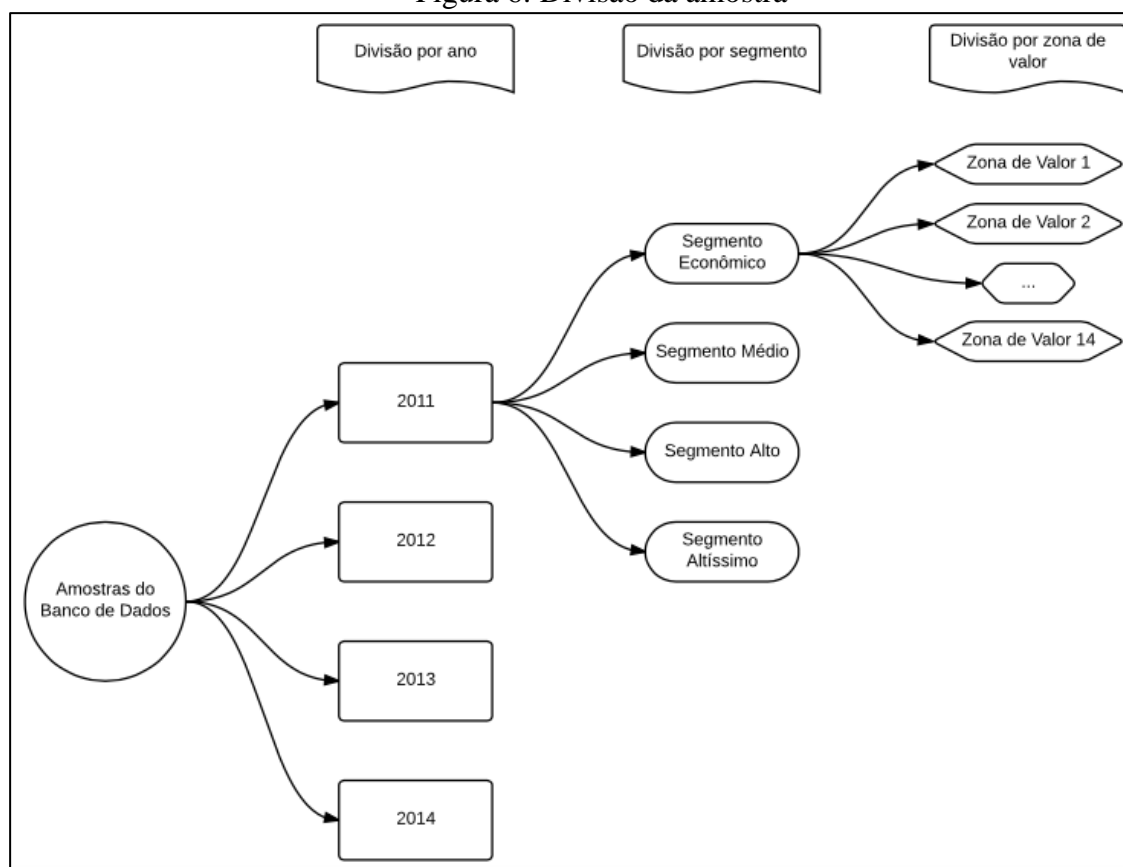
determinadas amostras por ter uma grande variação nas cidades, deve ser levada em conta: a localização, presente na pesquisa dentro da variável zona de valor.

Por não existir meios de se precisar a relação entre localização exata (endereço) e valor do imóvel, buscou-se adotar a divisão feita pela imobiliária no intuito de unificar os empreendimentos em regiões semelhantes, pois é possível se relacionar o preço de imóveis de regiões diferentes. Desta forma, cada grupo econômico de cada ano foi subdividido novamente em relação à sua localização.

Ao fim destas etapas de agrupamentos, os empreendimentos foram incluídos em conjuntos nos quais todas as unidades possuem as mesmas características de ano de lançamento, segmento econômico e localização. Estes grupos foram denominados de grupo padrão (GP).

A figura a seguir permite uma melhor visualização das etapas de divisão das amostras do banco de dados, que foi dividido por ano, cada ano dividido por segmentos e cada segmento dentro de um ano foi dividido por zona de valor.

Figura 6: Divisão da amostra



Fonte: Elaborada pelo autor.



As divisões realizadas permitem a elaboração de uma planilha base organizada, sendo possível o agrupamento das amostras com características de ano de lançamento, segmento econômico e localização semelhantes.

#### **4.4.4 Elaboração da planilha base**

Neste item serão expostos os critérios adotados no tratamento das variáveis e formação da planilha base.

No banco de dados obtido, as amostras são divididas em tipos de unidade que aparecem com características da própria unidade e com características referentes ao empreendimento, podendo haver tipos de unidade diferentes em um mesmo empreendimento. As características das unidades habitacionais foram estudadas em relação a sua quantidade e a sua variedade, considerando-se os tipos diferentes de apartamentos. Já em relação às características de empreendimento definiu-se critérios para viabilizar o estudo:

- a) Um empreendimento é o conjunto de apartamentos presente no banco de dados com o mesmo nome;
- b) Empreendimentos com dois ou mais tipos de apartamento foram considerados como parte do mesmo empreendimento se possuem as mesmas características de empreendimento (tempo previsto de construção, número de torres, número de apartamentos por andar e número de andares). Caso pelo menos uma destas variáveis seja divergente, este tipo de unidade será considerado um outro empreendimento;
- c) Empreendimentos com tipos de apartamento em mais de um segmento econômico tiveram suas características de empreendimento consideradas no segmento com um maior número de unidades, exceto se houver uma torre para cada tipo diferente de unidade em cada segmento econômico, neste caso foi considerado um empreendimento para cada torre diferente.

Com os empreendimentos definidos, pôde-se calcular a média simples das características de empreendimento de todos os condomínios. Foram calculadas isoladamente as médias em cada segmento por ano e a média em cada GP.

Em relação às variáveis da unidade, levou-se em consideração os tipos de apartamento em sua heterogeneidade dentro dos GP's. Calculou-se também a média ponderada destas variáveis. Optou-se pela média ponderada nas variáveis de unidade em

virtude da quantidade de apartamentos em cada tipo ser muito diversa e a média simples não considerar a quantidade de apartamentos com determinada característica.

Desta forma, calculou-se a quantidade total do número de vagas de garagem, quantidade de quartos, área útil, valor do metro quadrado e valor da unidade e dividiu-se pelo total de unidades para se chegar à média de cada variável.

Não foi realizado o cálculo da média do VGV pelo fato da grande heterogeneidade dos empreendimentos, portanto, a média não possui representatividade estatística.

Foi calculado e foi considerado no estudo, a quantidade total de unidades habitacionais lançadas em cada GP em todo o município de Fortaleza-CE, o que mostra, ao lado da soma do VGV dos empreendimentos, como está a expectativa de venda das construtoras quanto à aceitação do mercado e o poder de investimento.

As médias calculadas permitem a formação de um apartamento médio, composto pelas características dos apartamentos de cada GP. A variação das características do apartamento médio pode mostrar o comportamento das empresas construtoras ao longo dos anos e como elas estão modificando suas construções em busca de um melhor aproveitamento da área construída, otimização dos espaços dos apartamentos e até mesmo modificações na tipologia dos empreendimentos.

#### **4.5 Modelo de regressão linear múltipla**

O desenvolvimento de um modelo de regressão linear para prever o valor de mercado de imóveis requer uma série de etapas de procedimentos e testes para que atenda aos conceitos teóricos e aos pressupostos da NBR 14.563. Estas etapas serão explicadas a seguir.

##### **4.5.1 *Identificação das variáveis independentes***

A identificação das variáveis a serem estudadas é a primeira e uma das mais importantes, etapas para a avaliação de um imóvel. A partir dela se verificará quais serão as características estudadas para compor o modelo de regressão, a partir da influência que cada uma gera na variável dependente (valor de mercado da unidade).

Neste ponto deve-se levar em consideração as variáveis estudadas pelos diversos autores citados na revisão bibliográfica para que na etapa seguinte sejam levantadas as informações necessárias ao procedimento de avaliação.

#### **4.5.2 *Levantamento dos dados***

Primeiramente deve-se escolher onde o estudo deverá ser aplicado e em seguida serem definidas as quantidades de imóveis a serem utilizadas como amostras e quais variáveis serão estudadas. Este levantamento deverá ser detalhado, pois todo o estudo dependerá da qualidade e veracidade das informações obtidas.

Recomenda-se que seja utilizada a mesma metodologia para a obtenção das características das amostras, afim de não serem levantadas informações irrelevantes ao estudo e se deixe de pesquisar informações importantes.

#### **4.5.3 *Transformações das variáveis***

Nesta etapa as variáveis são definidas como quantitativas ou qualitativas. Em caso da variável independente ser qualitativa, ela deverá ser transformada em uma variável do tipo dummy, onde ao apresentar uma determinada característica (pertencer a uma região da cidade estudada ou possuir dependência de empregada, por exemplo) é atribuído valor 1 (um) à variável; e em caso de negativa (não pertencer a uma região ou não possuir dependência de empregada, por exemplo) é atribuído valor 0 (zero).

No caso das variáveis quantitativas, muitas vezes elas podem apresentar grande variação nos valores. Assim devem ser feitas transformações para a limitação destes valores através de pesos e, assim, ser corrigido o problema de linearidade. Geralmente se faz uso de transformações logarítmicas e exponenciais.

#### **4.5.4 *Análise exploratória das variáveis***

São utilizadas técnicas que verificam a correlação entre as variáveis, podendo-se verificar a existência ou não de relação linear entre as variáveis (neste estudo é utilizado a correlação linear de Spearman para as variáveis quantitativas). Os coeficientes variam entre

valores menores que 1 e maiores que -1, onde a proximidade de 0 representa uma baixa correlação.

Para o estudo da correlação da variável dependente com as variáveis qualitativas é feito o teste F da ANOVA, pois a correlação de Spearman não é adequada para este tipo de variável.

A multicolinearidade do modelo é estudada nesta etapa por meio da análise das raízes características da matriz dos coeficientes de relação, onde são verificadas as correlações das variáveis independentes entre si, a fim de ver o grau de influencia entre elas.

#### **4.5.5 Construção do modelo**

A construção do modelo se inicia após o estudo da relação linear entre as variáveis. No caso de multicolinearidade forte, como existe na maioria dos casos dos estudos de avaliação imobiliária, uma das soluções adotadas é o uso da técnica Ridge Regression para que se possa utilizar no modelo as variáveis mais indicadas, evitando problemas futuros na equação. Nesta etapa também é estudado o poder de explicação do modelo com o cálculo do  $R^2_{ajustado}$ , que analisa a alteração provocada com a inclusão ou exclusão de variáveis na equação.

Mesmo com a definição das variáveis que entrarão ou não no modelo, ainda pode-se fazer uma análise crítica destas e verificar se alguma variável considerada importante pode ser adicionada à equação, desde que não haja prejuízo na sua qualidade.

#### **4.5.6 Análise de resíduos**

Os resíduos são analisados graficamente para a verificação da variância, normalidade, adequação do modelo, existência de valores discrepantes e variáveis omitidas. Por se tratar de um modelo para avaliação imobiliária, os resultados devem atender aos pressupostos existentes na NBR 14.563-2.

#### **4.5.7 Avaliação prática do modelo**

Um modelo que satisfaz as suposições teóricas não necessariamente é suficiente para garantir a qualidade dos valores preditos. A avaliação prática do modelo confirmará o

grau de confiança dos resultados obtidos a partir da equação e é a ultima etapa antes da equação final ser adotada.

A qualidade do ajuste é verificada com a comparação entre os valores observados na amostra e os valores obtidos a partir da aplicação do modelo; quanto mais próximos forem esses valores, maior será a qualidade da equação construída.

## 5 RESULTADOS

O presente estudo utiliza-se de um banco de dados constituído de 17.493 apartamentos da cidade de Fortaleza-CE. Porém considerou-se para o estudo os 227 tipos de apartamento lançados, a fim de verificar a influência das informações de quantidade de unidades e a quantidade de unidades vendidas.

### 5.1 Construção do modelo de regressão linear

Serão cumpridas as etapas descritas no Capítulo 4 para a construção de um modelo válido.

#### 5.1.1 Identificação e apresentação das variáveis

A variável dependente é o valor da unidade, que representa o valor de venda de cada unidade de um tipo de apartamento, em reais. As variáveis estudadas no capítulo 2 mais mencionadas na literatura (Apêndice A) devem fazer parte da pesquisa, no intuito de se trabalhar com as variáveis mais relevantes em estudos anteriores. No item a seguir é abordado como foi feita a coleta das informações. Diante do banco de dados obtido, os atributos foram comparados com as características presentes no apêndice A e todos foram escolhidas para serem variáveis deste estudo. As variáveis independentes dos modelos serão descritas na Tabela 2.

Tabela 2: Descrição das variáveis independentes

VARIÁVEIS	DESCRIÇÃO
<b>Tempo de construção (TC)</b>	Tempo previsto para a construção do empreendimento
<b>Zona de valor (ZV)</b>	Representa a região da cidade que o imóvel se encontra, é formada pela união de bairros (apêndice B) ou parte deles.
<b>Quantidade de torres (QT)</b>	Quantidade de torres daquele tipo de apartamento
<b>Número de apartamentos por andar (AA)</b>	Quantidade de unidades por andar

<b>Número de andares (NA)</b>	Quantidade de andares do empreendimento
<b>Quantidade de vagas de garagem (VG)</b>	Quantidade de vagas de garagem de cada unidade
<b>Quantidade de quartos (QQ)</b>	Quantidade de quartos da unidade
<b>Área útil (AU)</b>	Área útil de cada unidade habitacional
<b>Total de unidades (TU)</b>	Total de unidades daquele mesmo tipo de apartamento
<b>Valor do metro quadrado (MQ)</b>	Valor do metro quadrado da unidade em dezembro de 2015
<b>Tempo no mercado (TM)</b>	Tempo que a unidade encontra-se lançada, considerando-se a data de lançamento até dezembro de 2015
<b>Quantidade de unidades vendidas (UV)</b>	Quantidade de unidades daquele tipo de apartamento que já foram comercializadas pela construtora ou incorporadora
<b>Segmento econômico (SE)</b>	Segmentos definidos de acordo com o valor de venda na data de lançamento
<b>Relação de vendas (RV)</b>	Variável criada a partir da divisão do total de unidades disponíveis para venda e o tempo no mercado

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 5.1.2 Levantamento de dados

A amostra é formada por 227 tipos de apartamentos residenciais, lançados entre os anos de 2011 e 2014. O banco de dados corresponde a todos os apartamentos lançados no município de Fortaleza-CE e foi disponibilizado pela imobiliária.

### 5.1.3 Transformação de variáveis

As variáveis estudadas podem ser classificadas em quantitativas e qualitativas, e para o presente estudo foi necessária a transformação destas variáveis para se testar a relação entre elas.

Apenas duas variáveis são consideradas qualitativas: zona de valor e segmento econômico. As zonas de valor Aldeota, Cambeba, Cidade dos Funcionários, Cocó, Fátima, Guararapes, Maraponga, Meireles, Messejana, Montese, Parangaba, Papicú, Parquelândia e Passaré foram renomeadas em categorias que variam de zv0 a zv13, respectivamente. Os segmentos econômicos foram identificados em categorias seg1, seg2, seg3 e seg4, seguindo a ordem do segmento mais econômico até o mais caro.

Estas variáveis qualitativas foram transformadas em variáveis do tipo dummy para que fosse calculado os coeficientes de correlação linear e se fazer a regressão. As variáveis dummy funcionam como sistemas binários, sendo portanto variáveis exclusivas quanto a zona de valor e ao segmento, ou seja, um tipo de apartamento não pode estar presente em duas ou mais zonas de valor, assim como só pode pertencer a um único segmento econômico.

A Tabela 3 mostra as variáveis do tipo dummy do estudo, onde há a possibilidade de pertencer ou não a determinado grupo.

Tabela 3: Transformação das variáveis qualitativas em dummy

<b>Variáveis</b>	<b>Categorias</b>
<b>Aldeota (zv0)</b>	Pertence = 1 Não pertence = 0
<b>Cambeba (zv1)</b>	Pertence = 1 Não pertence = 0
<b>Cidade dos Funcionários (zv2)</b>	Pertence = 1 Não pertence = 0
<b>Cocó (zv3)</b>	Pertence = 1 Não pertence = 0
<b>Fátima (zv4)</b>	Pertence = 1 Não pertence = 0
<b>Guararapes (zv5)</b>	Pertence = 1 Não pertence = 0
<b>Maraponga (zv6)</b>	Pertence = 1 Não pertence = 0
<b>Meireles (zv7)</b>	Pertence = 1 Não pertence = 0



<b>Messejana (zv8)</b>	Pertence = 1 Não pertence = 0
<b>Montese (zv9)</b>	Pertence = 1 Não pertence = 0
<b>Papicú (zv10)</b>	Pertence = 1 Não pertence = 0
<b>Parangaba (zv11)</b>	Pertence = 1 Não pertence = 0
<b>Parquelândia (zv12)</b>	Pertence = 1 Não pertence = 0
<b>Passaré (zv13)</b>	Pertence = 1 Não pertence = 0
<b>Segmento econômico (seg1)</b>	Pertence = 1 Não pertence = 0
<b>Segmento médio (seg2)</b>	Pertence = 1 Não pertence = 0
<b>Segmento alto (seg3)</b>	Pertence = 1 Não pertence = 0
<b>Segmento altíssimo (seg4)</b>	Pertence = 1 Não pertence = 0

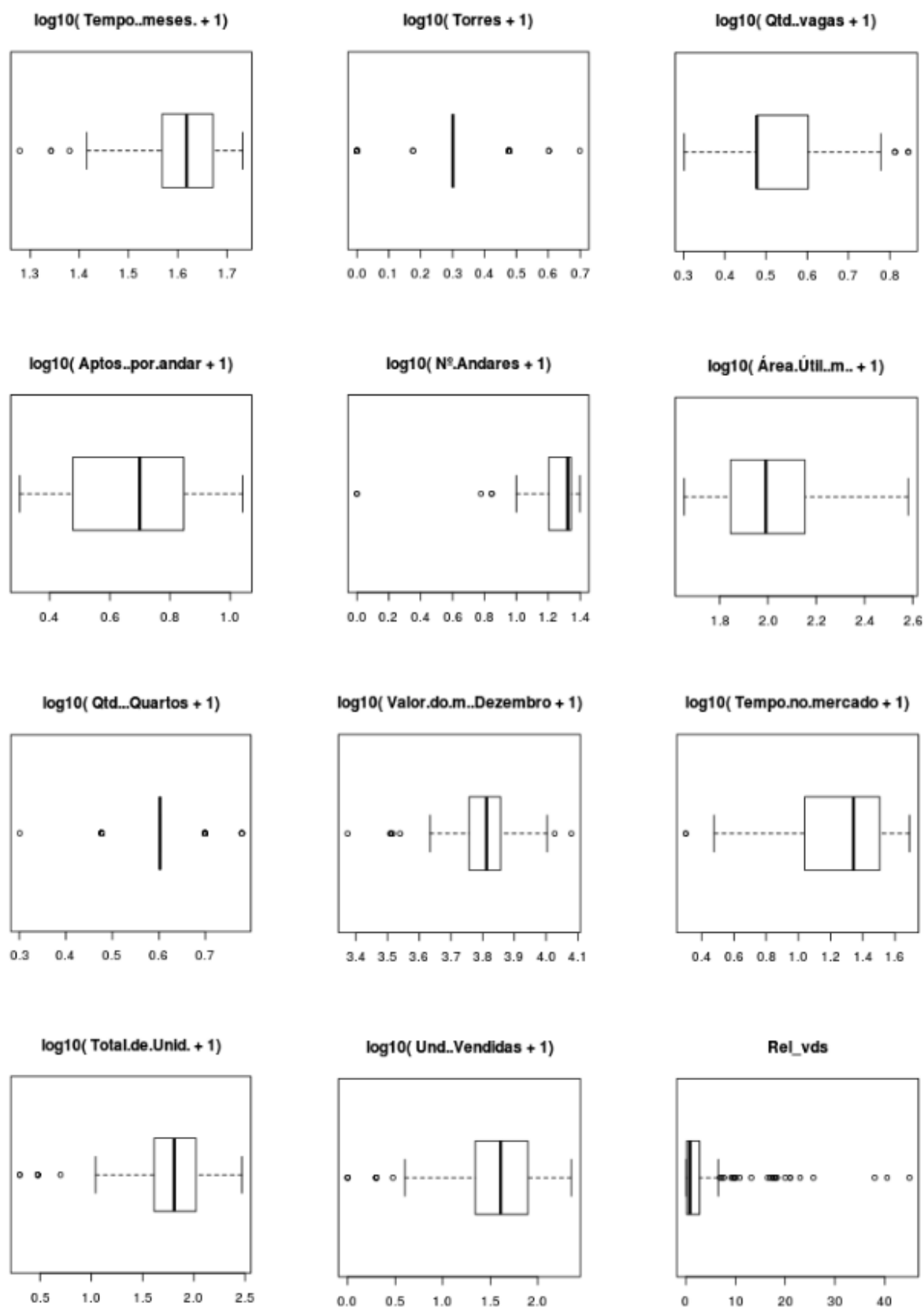
Fonte: Elaborado pelo autor.

Com a transformação das variáveis qualitativas em dummy, passou-se a ter um total de 30 variáveis, sendo 12 variáveis independentes quantitativas.

Para o estudo da assimetria das variáveis independentes quantitativas foram construídos diagramas de caixa, mas para se obter resultados satisfatórios foi necessário que se transformasse as variáveis. Foi utilizada a transformação logarítmica com base 10 em todas as variáveis, exceto na variável relação de vendas, amenizando o problema da assimetria sem as transformações. A variável dependente também foi transformada em logarítmica para melhoria da análise.

A partir da melhora gerada pela transformação das variáveis, passou-se a trabalhar com estas variáveis transformadas no restante do estudo. Os diagramas de caixa das variáveis quantitativas estão presentes na Figura 7 a seguir.

Figura 7: Diagrama de caixa das variáveis quantitativas



Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 5.1.4 Análise exploratória das variáveis

Primeiramente foi realizado o teste de correlação de Spearman para verificação da relação entre a variável dependente ( $\log_{10}^{VU+1}$ ) com as variáveis quantitativas. De acordo com o teste, foram excluídas da análise as variáveis que apresentaram valores de correlação entre -0,2 e 0,2, o que representa uma fraca correlação com a variável dependente. As variáveis excluídas nesta etapa foram: tempo médio de construção, quantidade de torres, tempo no mercado e relação de vendas.

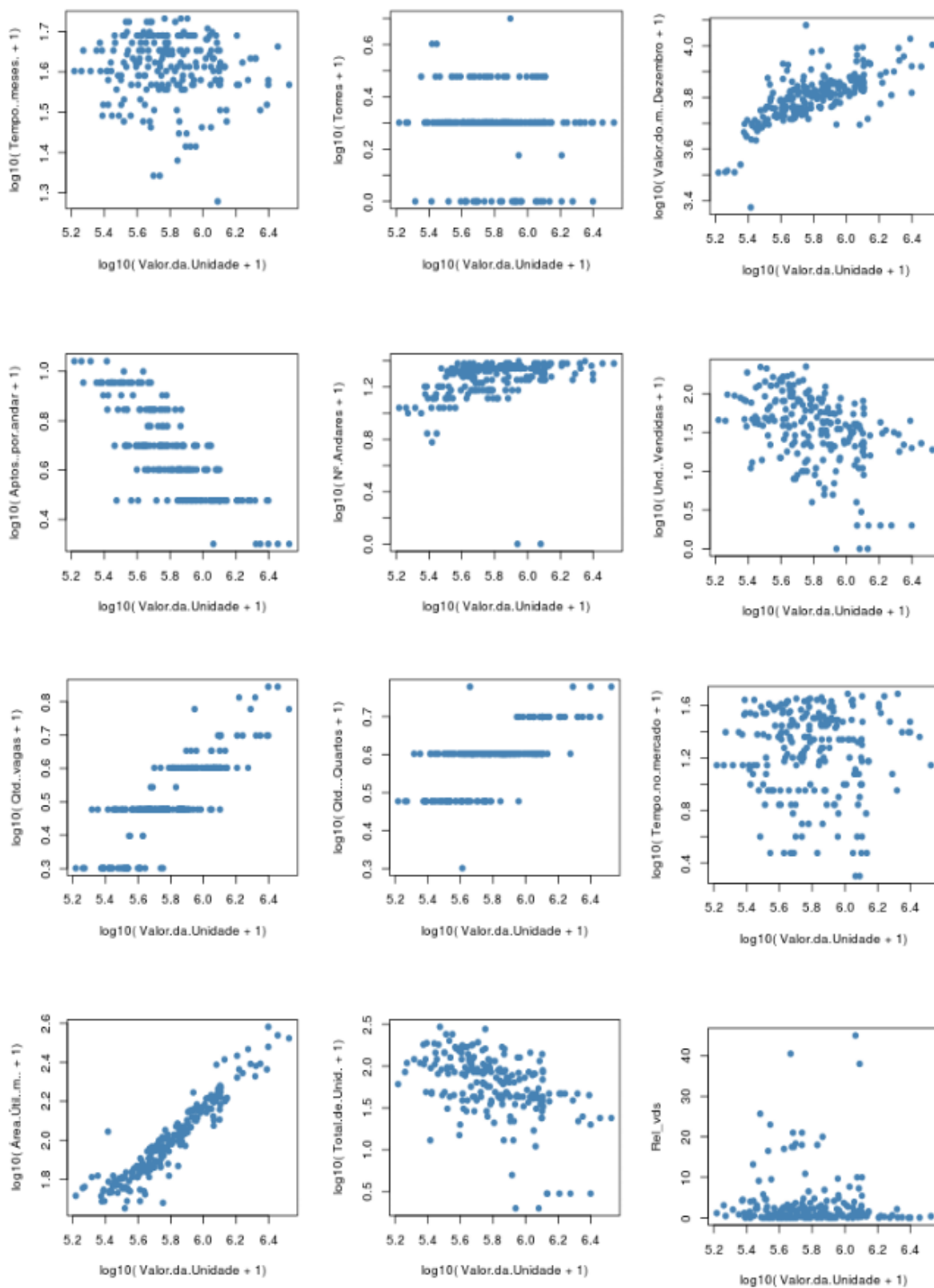
Tabela 4: Correlação linear (Spearman) entre variáveis independentes qualitativas e a variável dependente valor de mercado da unidade

Variáveis independentes	Coefficiente de correlação	Valor de P
$\log_{10}^{TC+1}$	-0,0712	< 0,01
$\log_{10}^{QT+1}$	-0,0955	< 0,01
$\log_{10}^{AA+1}$	-0,8146	< 0,01
$\log_{10}^{NA+1}$	0,3119	< 0,01
$\log_{10}^{VG+1}$	0,8339	< 0,01
$\log_{10}^{QQ+1}$	0,6693	< 0,01
$\log_{10}^{AU+1}$	0,9420	< 0,01
$\log_{10}^{TU+1}$	-0,4976	< 0,01
$\log_{10}^{MQ+1}$	0,7001	< 0,01
$\log_{10}^{TM+1}$	-0,0362	< 0,01
$\log_{10}^{UV+1}$	-0,4473	< 0,01
<b>Relação de vendas</b>	-0,0669	< 0,01

Fonte: Elaborado pelo autor.

Foi realizado o estudo dos gráficos de dispersão entre a variável dependente e as variáveis quantitativas para melhorar a correlação entre as variáveis, correspondente à figura 8. A partir destes gráficos puderam ser confirmadas as correlações entre as variáveis com bom resultado no teste da correlação de Spearman e a variável dependente, sendo mantidas, assim, as variáveis transformadas AA, NA, VG, QQ, AU, TU, MQ e TM.

Figura 8: Gráfico de dispersão das variáveis independentes quantitativas versus variável dependente



Fonte: Elaborado pelo autor.

O passo seguinte constitui-se na análise de variância (ANOVA) por meio do teste F das variáveis qualitativas e assim foi verificado que as duas variáveis, transformadas em dummy, podem fazer parte do modelo.

Tabela 5: Teste F da Anova para a variável dependente versus variáveis independentes qualitativas

Variável	Categoria	Média	Valores de F	Valor P
<b>Zona de Valor</b>	zv0	1,115740741	46,54476695	< 0,01
	zv1	1,027777778		
	zv2	1,027777778		
	zv3	1,125000000		
	zv4	1,106481481		
	zv5	1,185185185		
	zv6	1,037037037		
	zv7	1,092592593		
	zv8	1,013888889		
	zv9	1,013888889		
	zv10	1,092592593		
	zv11	1,041666667		
	zv12	1,101851852		
	zv13	1,018518519		
<b>Segmento</b>	seg1	1,194444444	0,686202696	< 0,01
	seg2	1,439814815		
	seg3	1,300925926		
	seg4	1,064814815		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Desta forma, o primeiro modelo testado foi composto pelas 8 variáveis quantitativas e pelas 16 variáveis dummy qualitativas.

Os altos valores de correlação indicam uma possível multicolinearidade, ou seja, uma correlação entre as variáveis independentes. A correlação entre as variáveis foi calculada utilizando a matriz de correlação, apêndice C, e a multicolinearidade foi averiguada a partir do uso das raízes características da matriz das correlações, tabela 6. Observa-se valores muito baixos para as raízes características, indicando a existência de forte multicolinearidade.

Desta forma, com a existência de forte multicolinearidade, é necessário o uso de métodos mais específicos para a determinação da equação. Para contornar este problema, foi utilizado o método Ridge Regression.

Tabela 6: Raízes características da matriz das correlações

Número	Autovalores	Variância explicada (%)	Variância explicada Acumulada (%)
1	4.241.157.407	95.14	95.14
2	0.5500711731	1.23	96.37
3	0.3397969274	0.76	97.13
4	0.24232225	0.54	97.67
5	0.1662646701	0.37	98.05
6	0.1366544866	0.31	98.36
7	0.1123218161	0.25	98.61
8	0.09973081015	0.22	98.83
9	0.09701806185	0.22	99.05
10	0.08500677422	0.19	99.24
11	0.06585107583	0.15	99.39
12	0.04265179382	0.1	99.48
13	0.03836503269	0.09	99.57
14	0.03200964081	0.07	99.64
15	0.02779270048	0.06	99.7
16	0.02663871736	0.06	99.76
17	0.01827930507	0.04	99.8
18	0.01690568142	0.04	99.84
19	0.01404591427	0.03	99.87
20	0.01333981327	0.03	99.9
21	0.01083902427	0.02	99.93
22	0.008124457139	0.02	99.94
23	0.007187474717	0.02	99.96
24	0.006094475784	0.01	99.98
25	0.004495025202	0.01	99.98
26	0.002810509818	0.01	99.99
27	0.002043894178	>0.01	100
28	0.00179433418	>0.01	100
29	0.0000000238	>0.01	100

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 5.1.5 Construção do modelo

A análise de regressão foi realizada utilizando as 8 variáveis independentes quantitativas transformadas em logarítmicas e as 16 variáveis independentes qualitativas em dummy. Para a construção do modelo foram efetuados diversas simulações, utilizando o método Ridge Regression Stepwise Standard, para a verificação do melhor conjunto de variáveis a serem utilizadas no modelo.

Após implantar-se um modelo, com as variáveis testadas, em um algoritmo no software R, fez-se uso do Teste t para averiguar a significância das variáveis presentes no

modelo proposto. Admitindo-se um nível de 1% de significância, algumas variáveis foram retiradas do modelo tendo como resultado o modelo final proposto.

Apesar de algumas variáveis quantitativas possuírem uma correlação forte com a variável dependente, não se tornaram parte do modelo final devido ao teste de Shapiro-Wilk, que averigua a normalidade dos resíduos. Portanto ao implementar a função tiveram que ser retidas do modelo para que ele atendesse aos requisitos teóricos, restando as variáveis transformadas vagas de garagem, valor do metro quadrado, unidades vendidas, segmento econômico, segmento médio e segmento alto.

Tabela 7: *Ridge Regression* para determinação da equação

VARIÁVEIS	COEFICIENTES ESTIMADOS	VALOR T (209)	VALOR P
<b>Intercepto</b>	3,36	12,19	< 0,01
<b><math>\log_{10}^{VG+1}</math></b>	0,58	8,895	< 0,01
<b><math>\log_{10}^{MQ+1}</math></b>	0,67	9,66	< 0,01
<b><math>\log_{10}^{UV+1}</math></b>	-0,06	-4,751	< 0,01
<b>seg1</b>	-0,48	-13,074	< 0,01
<b>seg2</b>	-0,35	-12,409	< 0,01
<b>seg3</b>	-0,19	-8,268	< 0,01

Fonte: Elaborado pelo autor.

O poder de explicação do modelo, previsto no anexo A.4 da norma 14.653-2, é observado na tabela 8. Os altos valores de R múltiplo e  $R^2$  ajustado indicam uma grande correlação entre as variáveis independentes e a variável dependente, assim como uma alta explicação da variável dependente em função das variáveis independentes.

Tabela 8: Medidas referentes ao ajuste da equação

MEDIDAS	VALORES
<b>R múltiplo</b>	0,925
<b><math>R^2</math></b>	0,914
<b><math>R^2</math> ajustado</b>	0,922
<b>Quadrado médio do erro</b>	0,005

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como a função valor de mercado foi transformada em  $\log_{10}^{VU+1}$ , a expressão que determina o seu valor será a diferença da potência de base 10 menos uma unidade, onde a potência será a equação obtida no estudo. Desta forma, a equação obtida é a seguinte:

$$\text{Valor de mercado da unidade} = 10^{\text{Potência}} - 1$$

Onde:

$$\text{Potência} = 12,19 + 8,895\log_{10}^{VG+1} + 9,66\log_{10}^{MQ+1} - 4,751\log_{10}^{UV+1} - 13,074\text{seg1} - 12,409\text{seg2} - 8,268\text{seg3}$$

Sendo:

O valor de mercado é representado em reais;

VG é a quantidade de vagas de garagem;

MQ é o valor do metro quadrado em dezembro de 2014;

UV é a quantidade de unidades vendidas;

seg1 é o segmento econômico (deve ser colocado 1 se pertencer a este segmento e 0 se não pertencer);

seg2 é o segmento médio (deve ser colocado 1 se pertencer a este segmento e 0 se não pertencer);

seg3 é o segmento alto (deve ser colocado 1 se pertencer a este segmento e 0 se não pertencer);

A análise de variância (Tabela 9) demonstra que o modelo proposto acima é significativo.

Tabela 9: Análise de variância

<b>FONTES DE VARIAÇÃO</b>	<b>SOMA DE QUADRADOS</b>	<b>GRAUS DE LIBERDADE</b>	<b>QUADRADO MEDIO</b>	<b>F<sub>0</sub></b>	<b>VALOR P</b>
<b>Regressão</b>	12,70	6	12,70	2560,27	< 0,01
<b>Resíduos</b>	1,04	209	1,04		
<b>Total</b>	13,73	215			

Fonte: Elaborado pelo autor.

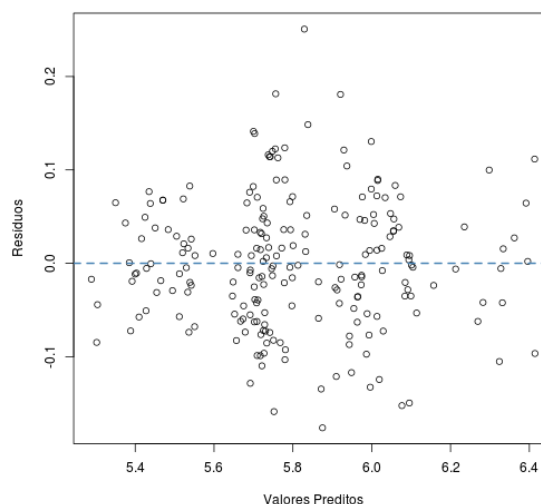
### 5.1.6 Análise de resíduos

As suposições do modelo, com a equação de regressão ajustada, serão verificadas a partir da análise gráfica dos resíduos.



A Figura 9 mostra pontos distribuídos aleatoriamente ao redor de uma linha que parte da origem, o que indica uma variância constante razoável e que foi feita a escolha adequada da forma da equação.

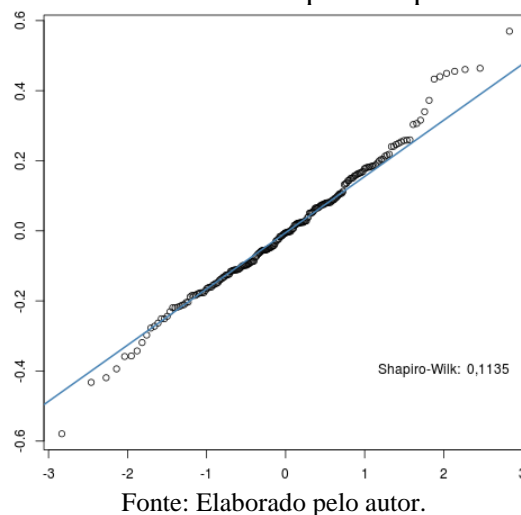
Figura 9: Resíduos *versus* valores valores preditos



Fonte: Elaborado pelo autor.

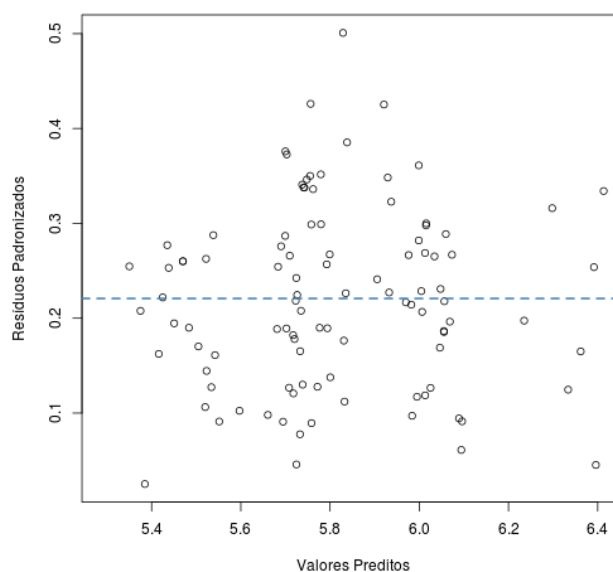
A suposição da normalidade é testada através da figura 10, onde são mostrados os resíduos *versus* valores esperados pela distribuição normal. Os pontos dispostos sob uma linha reta indicam a normalidade dos erros.

Figura 10: Resíduos *versus* valores esperados pela distribuição normal



Fonte: Elaborado pelo autor.

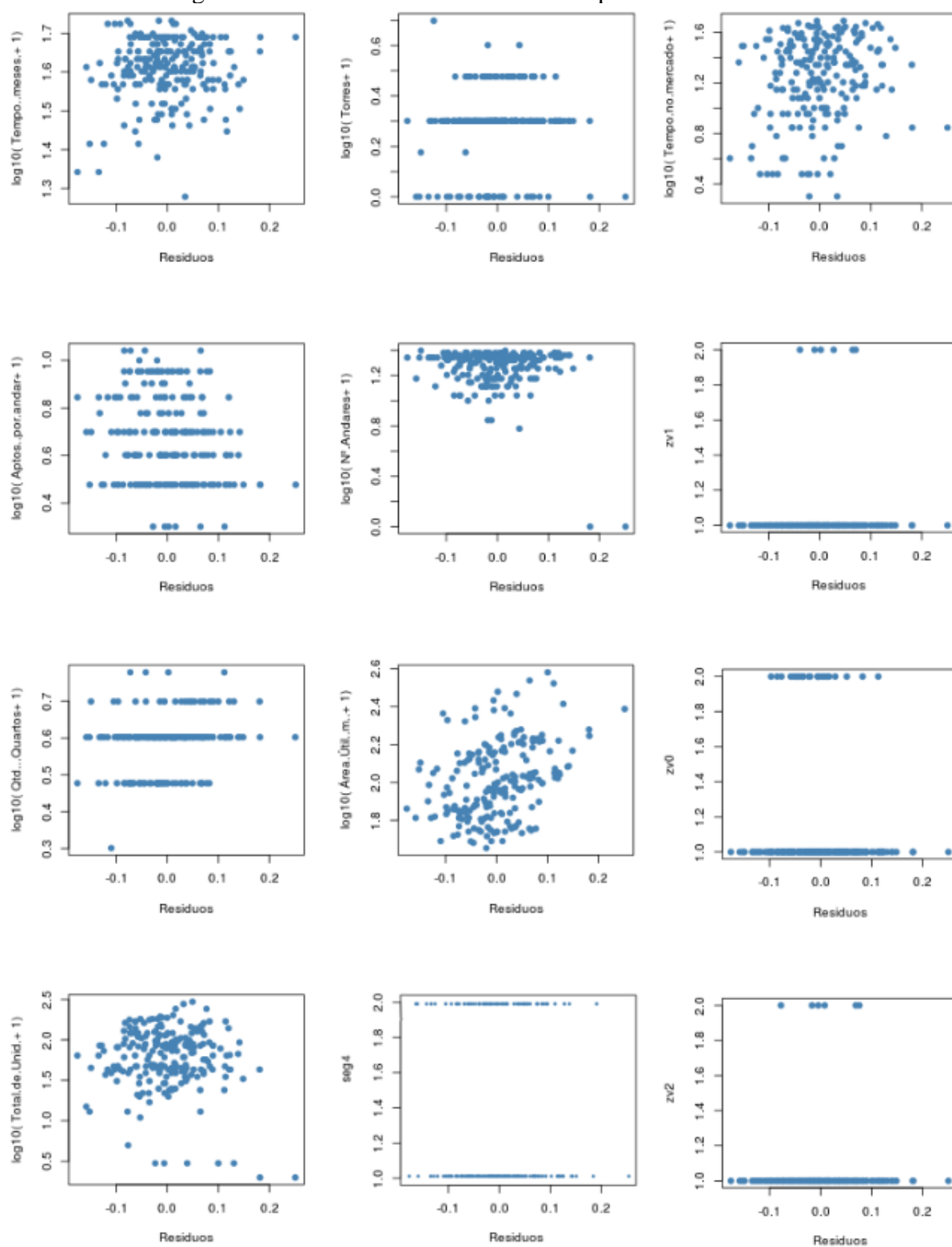
Em relação aos valores discrepantes, não aparecem resíduos padronizados grandes, não caracterizando a existência de pontos discrepantes na análise da figura 11.

Figura 11: Valores preditos *versus* resíduos padronizados

Fonte: Elaborado pelo autor.

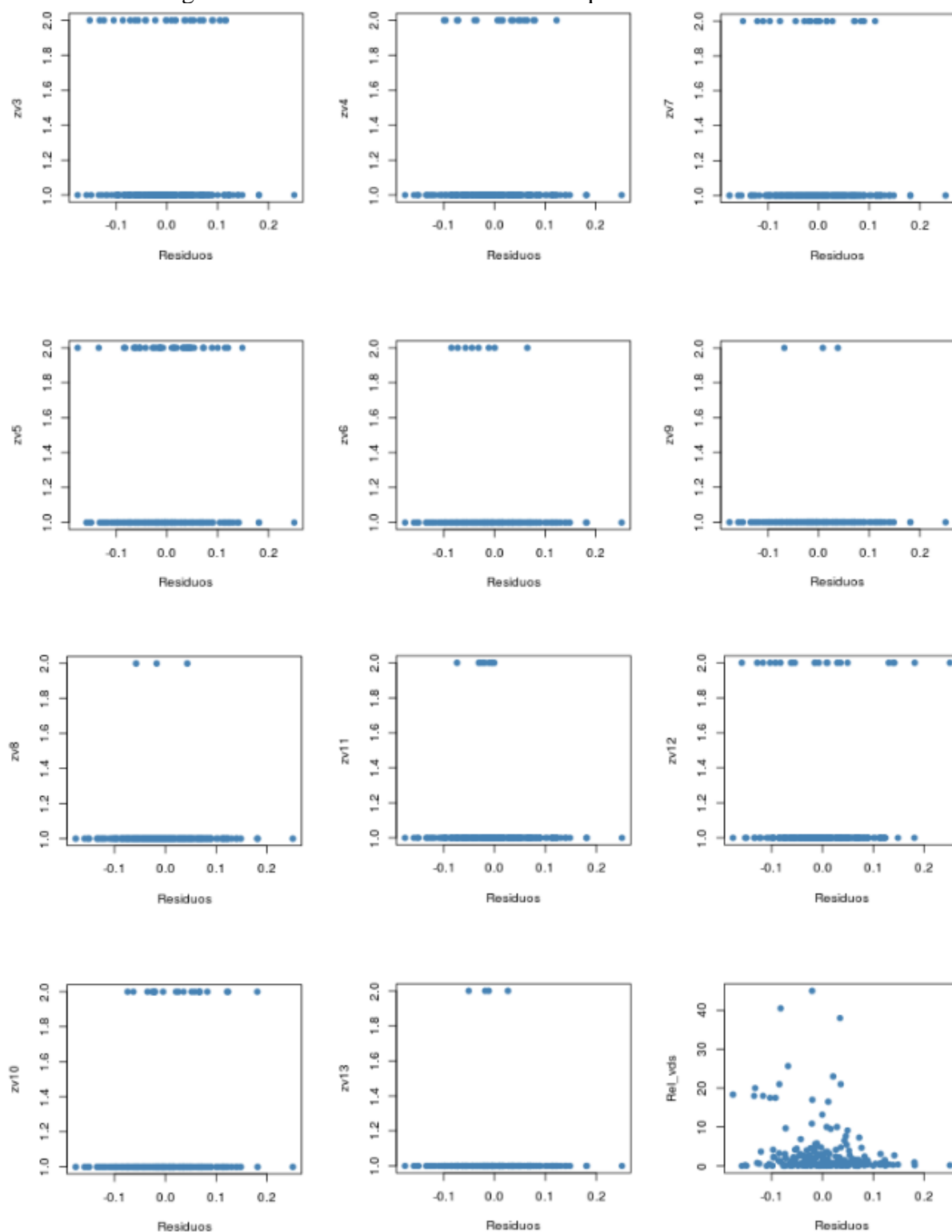
Como mencionado anteriormente, apesar de algumas variáveis independentes apresentarem forte correlação com a variável dependente, estas não compuseram o modelo por possuírem também forte correlação com uma ou mais variáveis independentes. Desta forma os gráficos de resíduos versus cada variável independente (figuras 12 e 13) mostraram as variáveis que poderiam fazer parte do modelo se não houvesse uma correlação com as variáveis que compõem a equação; e, também, as que não apresentam tendências que justifiquem a inclusão destas.

Figura 12: Resíduos *versus* variáveis independentes omitidas



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 13: Resíduos *versus* variáveis independentes omitidas 2



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 5.1.7 Avaliação prática do modelo construído

Neste capítulo são expostos os resultados obtidos a partir da equação formulada e a análise gráfica dos quantitativos das características dos apartamentos contidas na planilha base elaborada.

O poder de predição da equação ajustada para novas observações foi realizado utilizando 11 amostras que não tiveram suas características analisadas na construção do modelo, chamadas de amostras teste. Foi obtido um erro percentual médio de 21,1% ao serem analisadas as amostras teste na Tabela 10. A NBR 14.653-2 considera um nível de significância normal o erro percentual médio igual a 20%, portanto o erro obtido pode ser considerado aceitável.

Tabela 10: Predição das amostras teste com a equação ajustada

Valor da amostra	Predição (R\$)	Módulo do erro (R\$)	Erro (%)
542.000	510.580,78	31.419,22	5,80
436.000	503.794,77	67.794,77	15,55
450.000	525.273,60	75.273,60	16,73
2.012.590	1.874.281,29	138.308,71	6,87
444.000	477.308,34	33308,34	7,50
765.000	929.588,30	164588,30	21,51
672.000	1.290.422,46	618422,46	92,03
443.000	552.702,45	109702,45	24,76
762.500	843.549,05	81049,05	10,63
1.624.000	1.662.311,98	38311,98	2,36
415.000	532.511,89	117511,89	28,32
Erro percentual médio da predição			21,10

Fonte: Elaborado pelo autor.

Uma análise feita em todas as amostras do banco de dados, de acordo com os critérios de Worzala *et al.* (1995) e Zancan (1995), mostra que 27,56% do total das amostras do banco de dados apresentaram um erro percentual médio de até 5%, o que é considerado bom pelos referidos autores. A Tabela 11 agrupa as amostras de acordo com o erro de cada uma.

Tabela 11: Faixas de erro

<b>FAIXAS DE ERRO</b>	<b>Número de amostras</b>	<b>Porcentagem da soma do número de valores preditos (%)</b>
0% a 5%	62	27,56
5,01% a 10%	43	46,67
10,01% a 20%	75	80,00
20,01% a 30%	33	94,67
30,01 a 40%	8	98,23
maior que 40%	4	100,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao estudar a Tabela 11, observa-se que 80% dos valores preditos, em relação a todas as amostras, tiveram seu erro de até 20% e apenas 4 valores tiveram um erro maior que 40%.

Portanto, se fossem desconsideradas as amostras com erro maior que 40%, correspondente a 1,77% do total de amostras, do estudo da Tabela 11, sobrariam 10 amostras teste para o cálculo do erro médio de predição. Com a exclusão da amostra com erro de 92,03%, obtêm-se um erro médio de 14%.

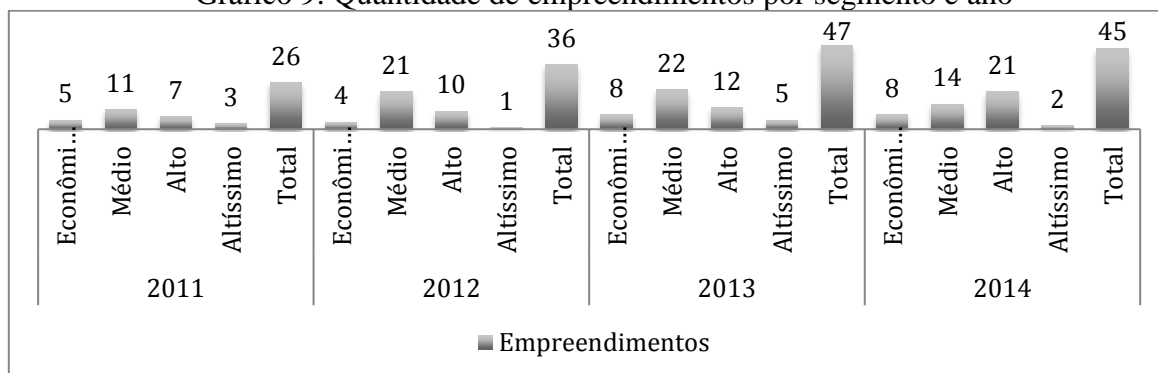
Vale ressaltar que essa exclusão não faz parte dos testes utilizados neste estudo. Foi feita esta análise para demonstrar que uma amostra teste sem grande representatividade percentual dentro do total de amostras pode influenciar no cálculo do erro médio de predição.

## 5.2 Análise gráfica

Após a elaboração da planilha base obteve-se uma melhor visualização da evolução do mercado imobiliário de apartamentos em Fortaleza-CE.

O Gráfico 9 mostra a quantidade de empreendimentos lançados no período estudado divididos em cada segmento econômico do mercado imobiliário. Pode-se observar o aumento no número de lançamentos de 2011 até o ano de 2013 e a manutenção, aproximada, da quantidade de lançamentos por parte das construtoras e incorporadoras no ano de 2014.

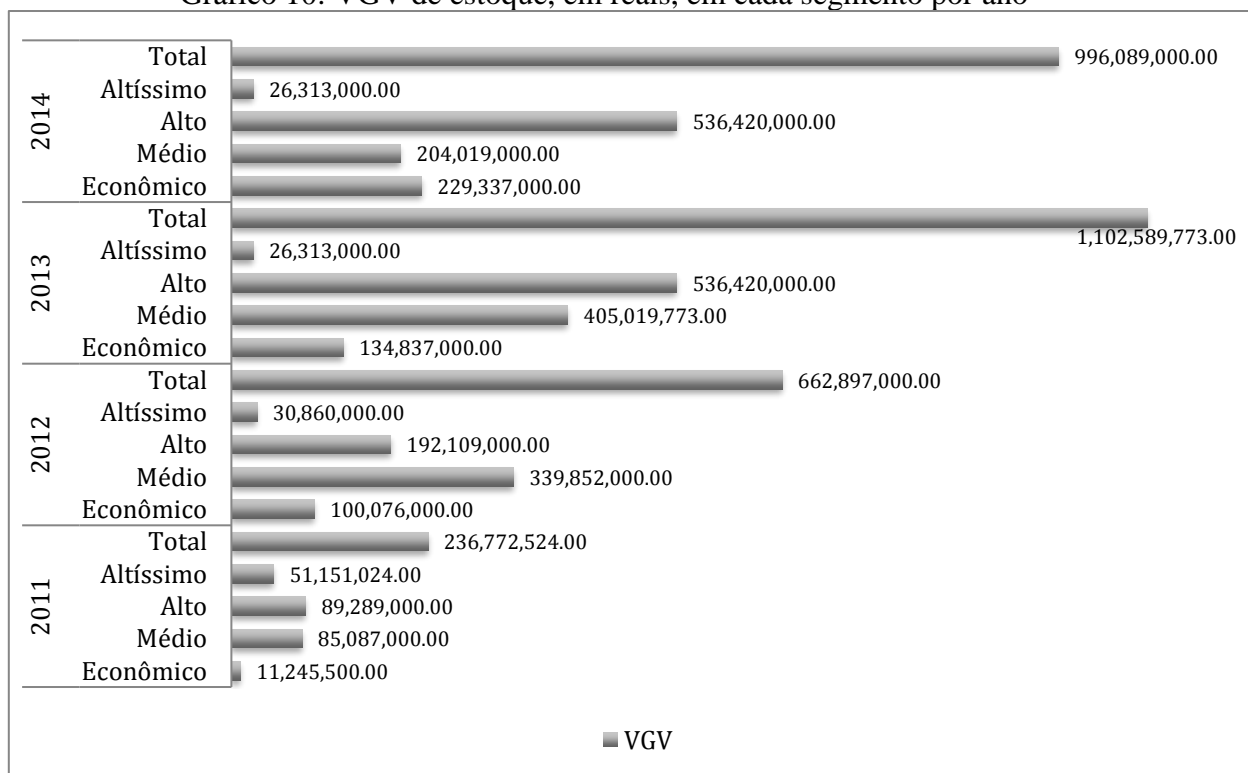
Gráfico 9: Quantidade de empreendimentos por segmento e ano



Fonte: Elaborado pelo autor

As unidades vendidas correspondem ao total de apartamentos comercializados entre incorporadoras ou construtoras e clientes entre a data de lançamento dos empreendimentos e dezembro de 2014. A diferença entre as unidades lançadas e vendidas é o que as empresas possuem em estoque (Gráfico 10), que pode ser analisado a partir do VGV correspondente ao valor de mercado destas unidades.

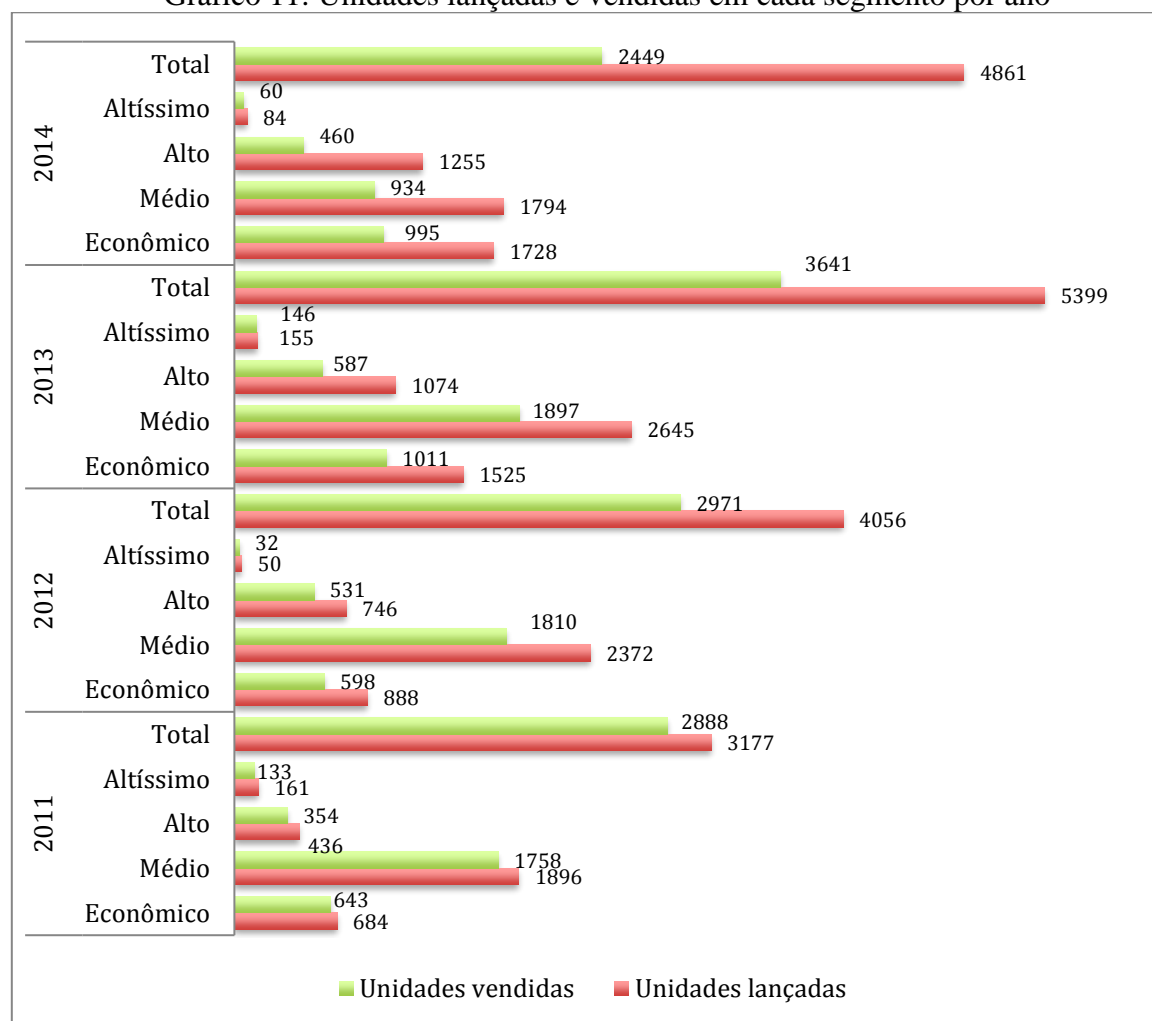
Gráfico 10: VGV de estoque, em reais, em cada segmento por ano



Fonte: Elaborado pelo autor

Observa-se, a partir do Gráfico 11, que o mercado está aquecido no período estudado e reage aos lançamentos de forma positiva. Os apartamentos lançados de 2011 a 2014 possuem uma taxa de venda de 90,90%, 73,25%, 67,44% e 50,38% respectivamente. A diminuição da taxa de venda deve-se ao período que os apartamentos encontram-se no mercado, desde o seu lançamento até dezembro de 2014. O alto percentual de venda dos imóveis lançados em 2011 confirma o pensamento de Rocha Lima Jr (2014) ao afirmar que um empreendimento possui um período de venda de cerca de três anos.

Gráfico 11: Unidades lançadas e vendidas em cada segmento por ano



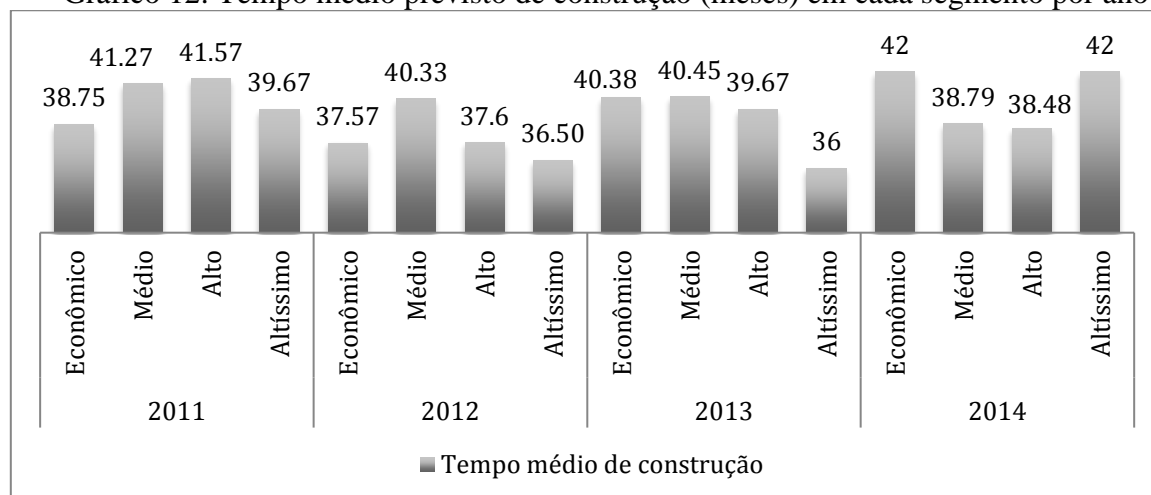
Fonte: Elaborado pelo autor

A partir do banco de dados, também foi possível calcular a média do tempo previsto, em meses, pelas construtoras e incorporadoras para a construção dos empreendimentos (Gráfico 12). A pequena variação do tempo médio previsto de construção



mostra um indício de não haver alterações no processo construtivo, sem a implementação de novas técnicas e tecnologias que influenciam consideravelmente no tempo da etapa de obra.

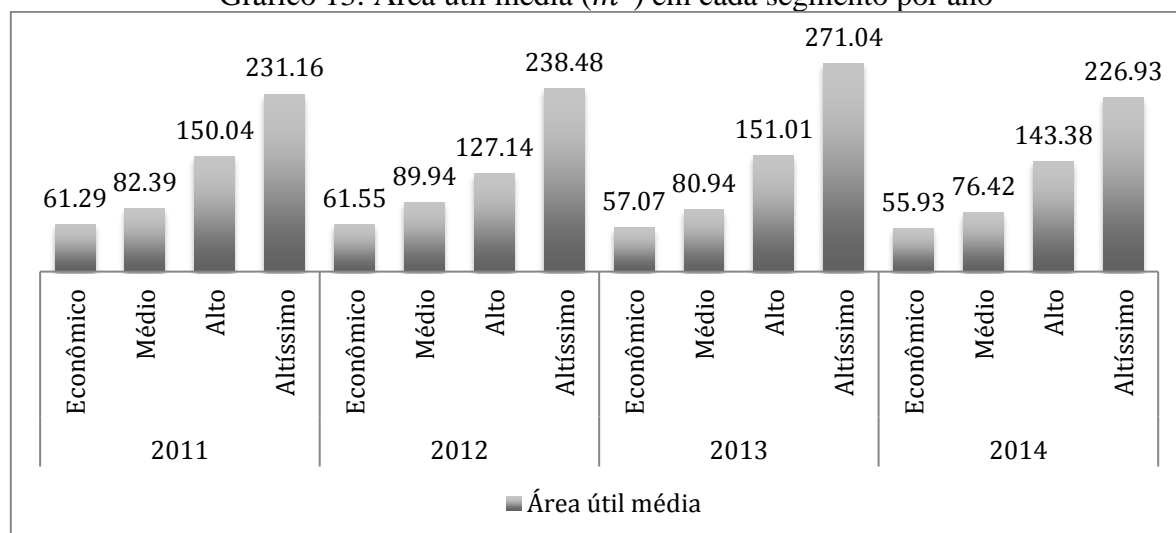
Gráfico 12: Tempo médio previsto de construção (meses) em cada segmento por ano



Fonte: Elaborado pelo autor

Outra variável que merece destaque para a análise evolutiva é a área útil dos apartamentos residenciais. No Gráfico 13 é possível observar uma pequena variação na área útil média de um mesmo segmento ao longo dos anos, e, ao se comparar os anos de 2013 e 2014, percebe-se uma diminuição no valor desta variável em todos os segmentos.

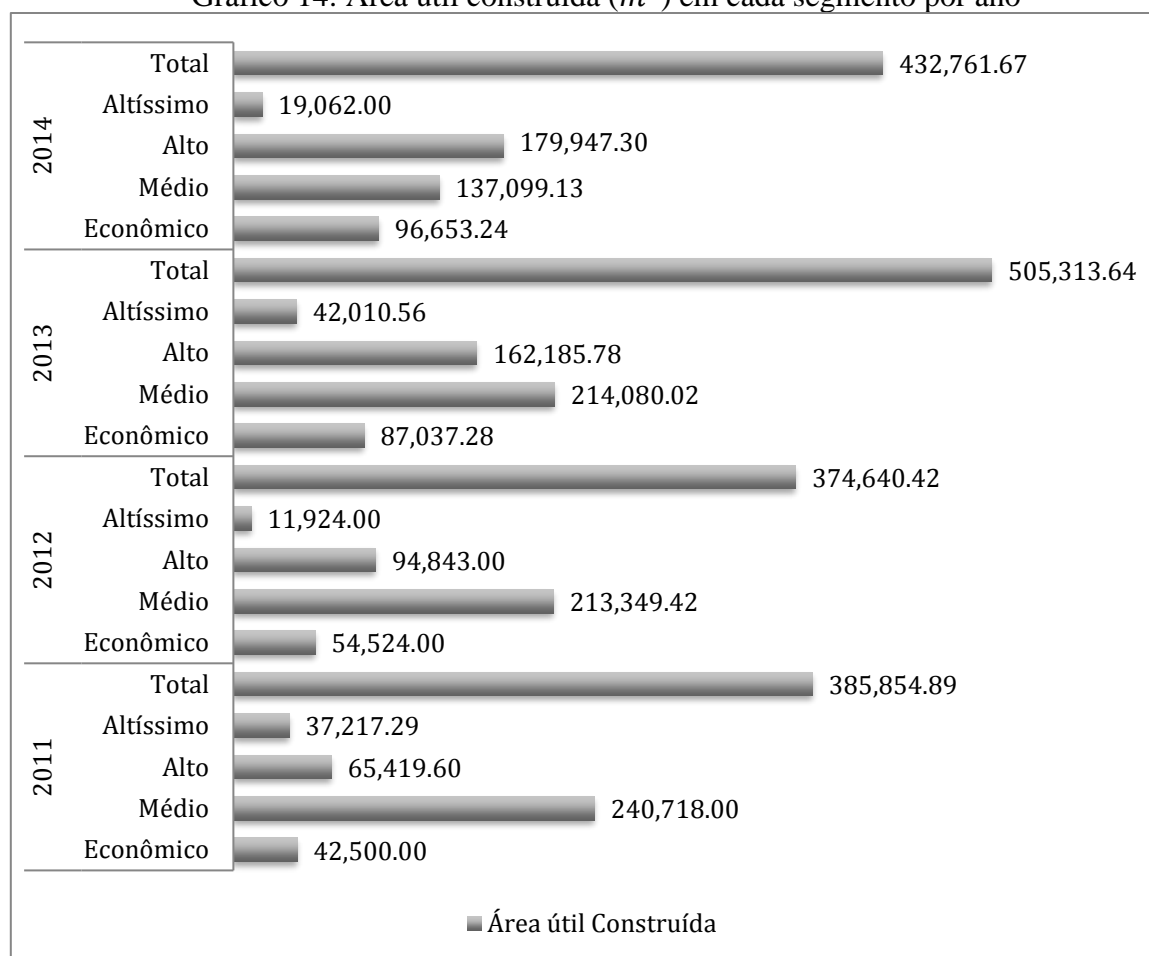
Gráfico 13: Área útil média ( $m^2$ ) em cada segmento por ano



Fonte: Elaborado pelo autor

Também foi possível fazer o levantamento da quantidade total de metros quadrados de área útil construída, como mostra o Gráfico 14. O segmento médio foi o segmento com um maior número de metros quadrados de área útil construída em 2011, 2012 e 2013, ficando atrás do segmento alto em 2014. Foram construídos  $280.714,52 m^2$ ,  $805.246,57 m^2$ ,  $502.395,68 m^2$  e  $110.213,85 m^2$ , respectivamente, nos setores econômico, médio, alto e altíssimo.

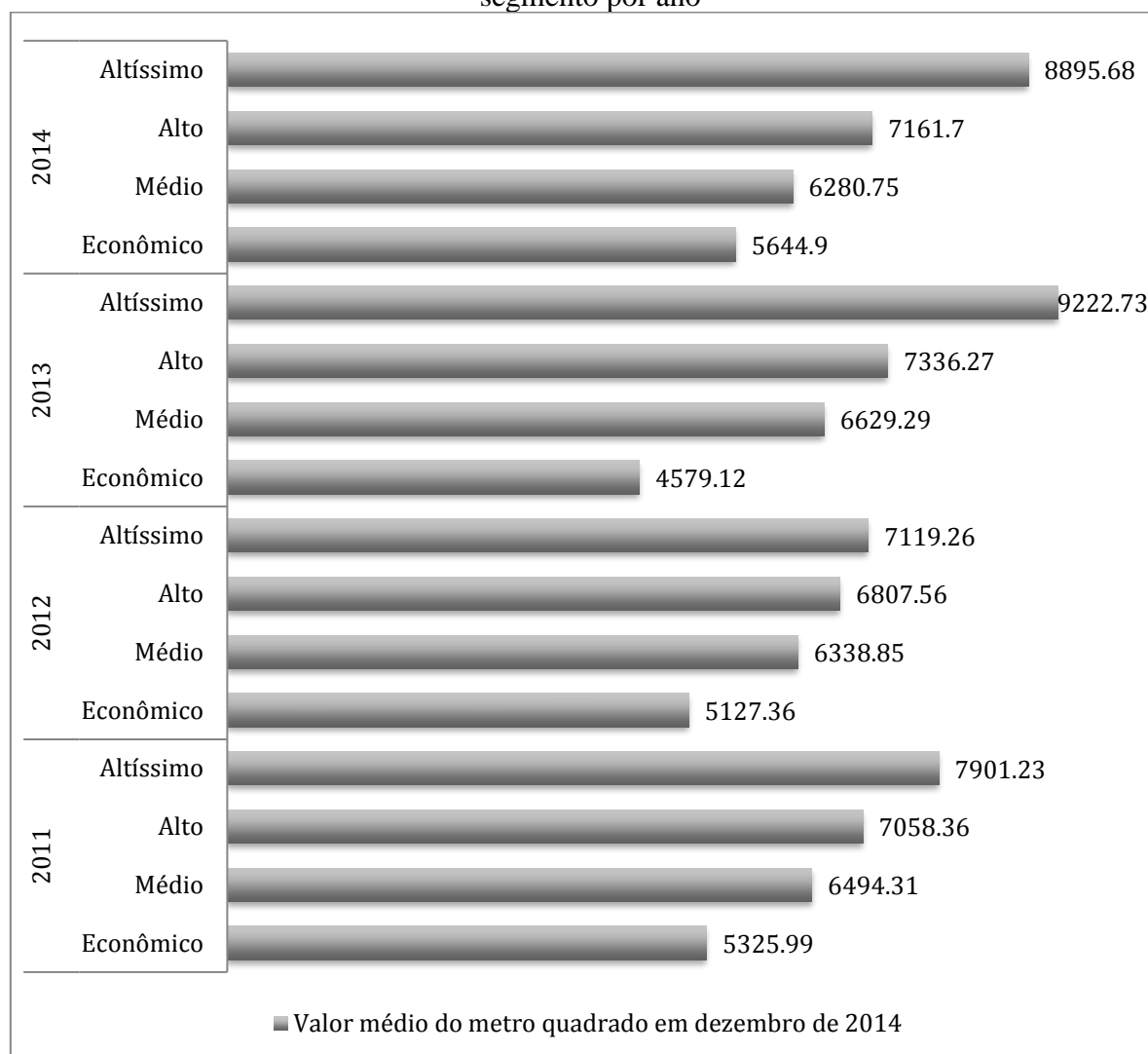
Gráfico 14: Área útil construída ( $m^2$ ) em cada segmento por ano



Fonte: Elaborado pelo autor

O Gráfico 15 mostra o comportamento do valor médio do metro quadrado, em reais, em dezembro de 2014. Há uma semelhança no valor do metro quadrado nos segmentos médio e alto dos apartamentos lançados no período estudado, já nos segmentos econômico e altíssimo há uma variação de aproximadamente um mil e dois mil reais respectivamente.

Gráfico 15: Valor médio do metro quadrado, em reais, em dezembro de 2014 em cada segmento por ano



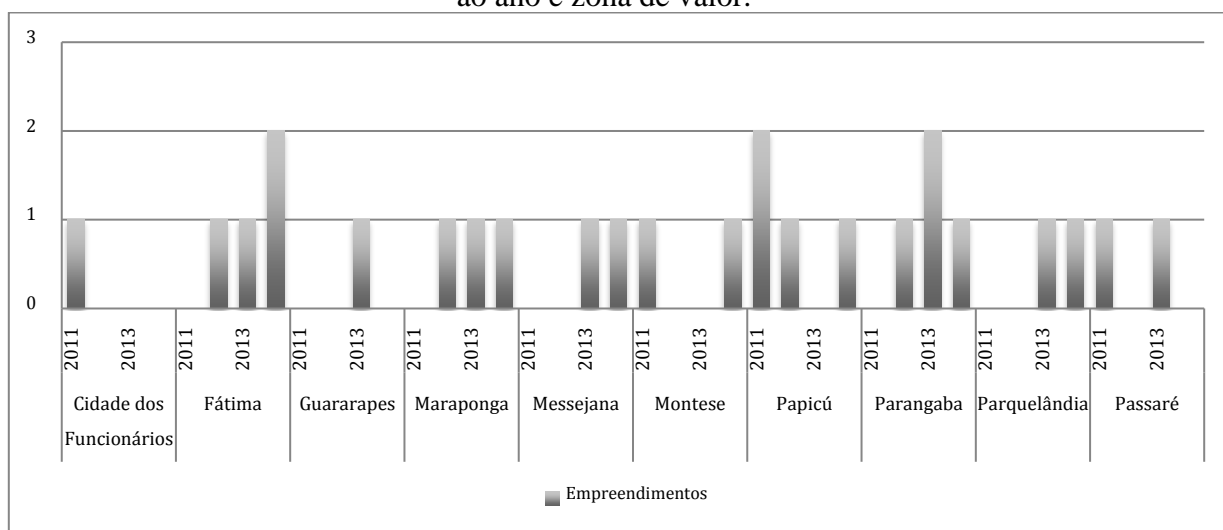
Fonte: Elaborado pelo autor

A seguir são mostradas as informações obtidas a partir do estudo de cada segmento isoladamente, de acordo com as zonas de valor do município.

### 5.2.1 Segmento econômico

O segmento econômico, composto por apartamentos residenciais com valor da data de lançamento entre 170 mil e 349 mil reais, foi o segmento com o terceiro maior número de lançamentos. O Gráfico 16 mostra onde os 25 lançamentos estão distribuídos de acordo com a zona de valor e o ano lançado.

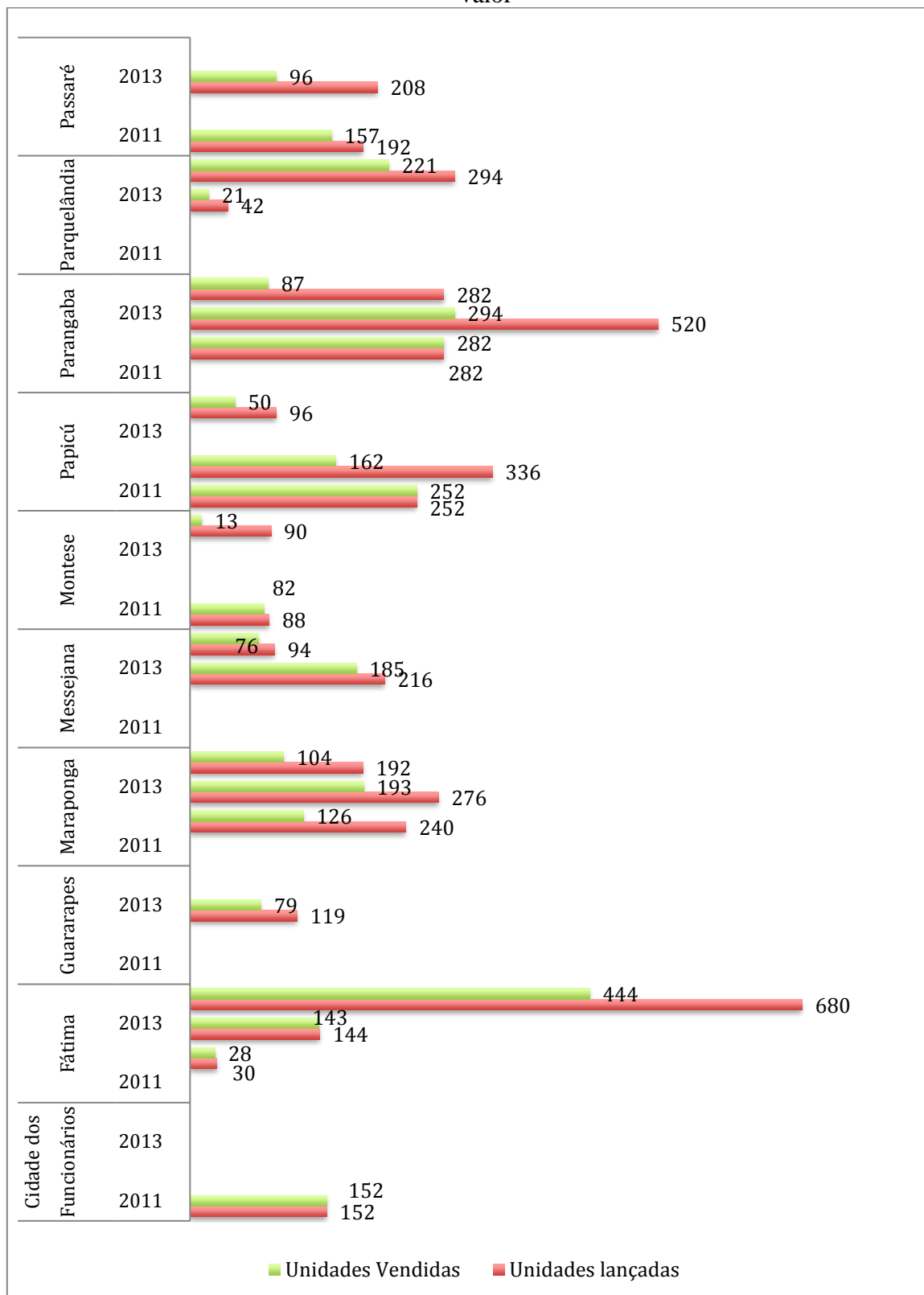
Gráfico 16: Quantidade de empreendimentos do segmento econômico lançados em relação ao ano e zona de valor.



Fonte: Elaborado pelo autor

No Gráfico 17 observa-se a disposição dos apartamentos lançados e comercializados. A diferença entre estas duas variáveis é a quantidade em estoque das construtoras e incorporadoras, que em dezembro de 2014 apresentava um VGV de 475.495.500,00 de reais.

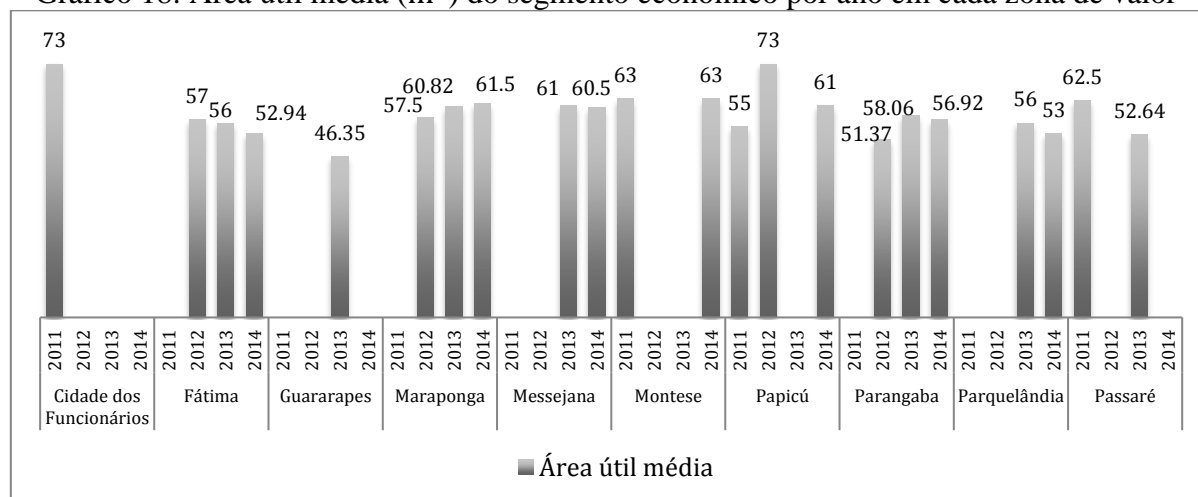
Gráfico 17: Unidades lançadas e vendidas do segmento econômico por ano em cada zona de valor



Fonte: Elaborado pelo autor

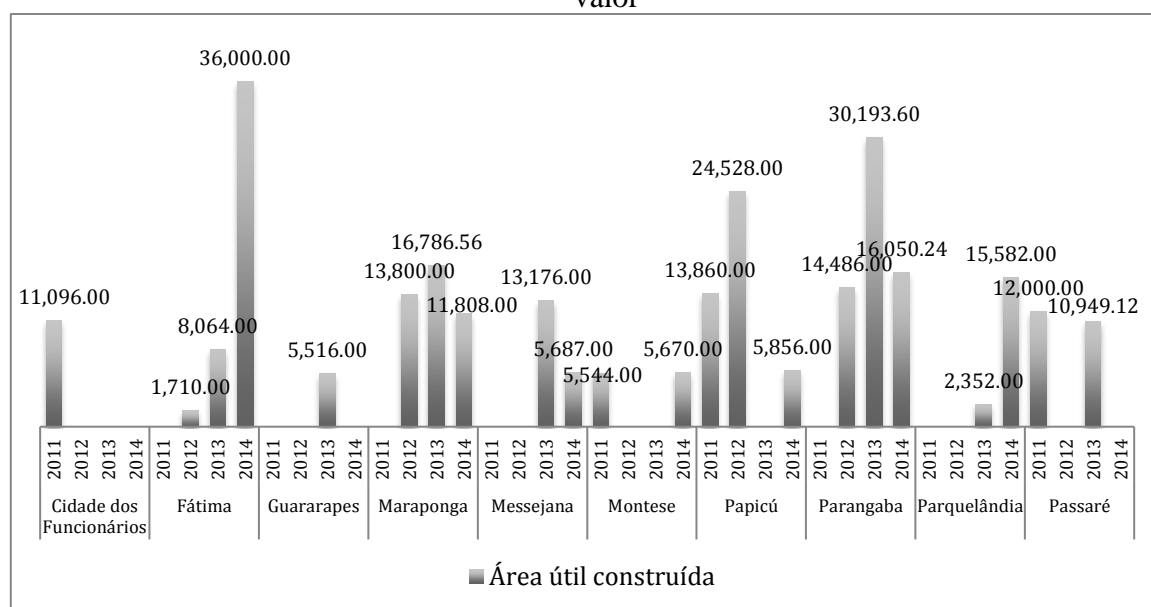
A área útil dos apartamentos pertencentes ao segmento econômico varia de 44 a 110m<sup>2</sup>, com o valor máximo pertencente à zona de valor da Maraponga e o valor mínimo pertencente à zona de valor do Guararapes. Os valores das médias da área útil deste segmento são apresentados no Gráfico 18 e, o Gráfico 19, mostra o total da área construída nas zonas de valor.

Gráfico 18: Área útil média (m<sup>2</sup>) do segmento econômico por ano em cada zona de valor



Fonte: Elaborado pelo autor

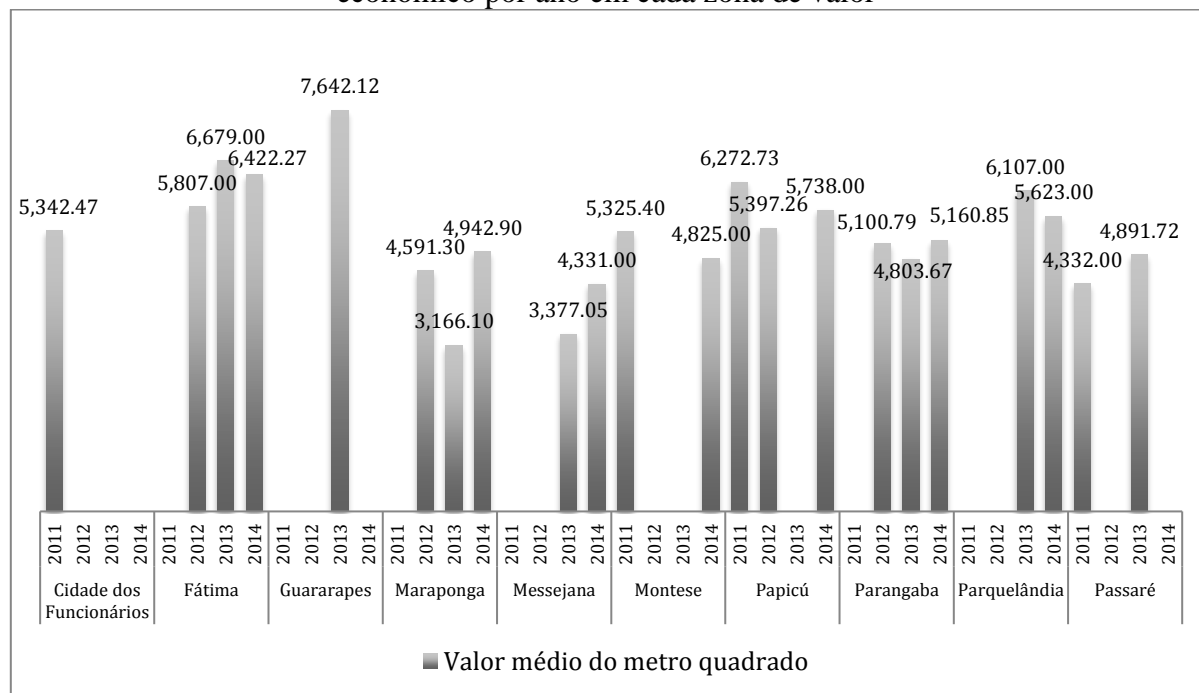
Gráfico 19: Área útil (m<sup>2</sup>) construída no segmento econômico por ano em cada zona de valor



Fonte: Elaborado pelo autor

O último gráfico do segmento econômico (Gráfico 20) é referente ao valor médio do metro quadrado em dezembro de 2014, em reais, que varia de 2.364,00 a 8.019, 00 reais. A zona de valor com o valor máximo é a do Guararapes e a menor pertence à Maraponga.

Gráfico 20: Valor médio do metro quadrado, em reais, em dezembro de 2014 no segmento econômico por ano em cada zona de valor



Fonte: Elaborado pelo autor

Ao analisar a planilha base é possível traçar as médias das características de empreendimento e de unidade relativas aos imóveis do segmento econômico. A Tabela 12 mostra a variação destas ao longo do período estudado e a média geral do período.

Tabela 12: Variação das características dos imóveis do segmento econômico

Período	Unidade	2011	2012	2013	2014	2011-2014
<b>Tempo de construção</b>	meses	38,60	38,75	40,38	42,00	40,28
<b>Torres</b>	und.	2,40	2,00	1,88	1,88	2,00
<b>Apartamentos por andar</b>	und.	6,40	7,25	7,38	6,00	6,72
<b>Número de andares</b>	und.	15,40	15,50	12,75	15,25	14,52
<b>Quantidade de vagas</b>	und.	1,50	1,57	1,40	1,29	1,40
<b>Quantidade de Quartos</b>	und	2,29	2,38	2,40	2,50	2,42

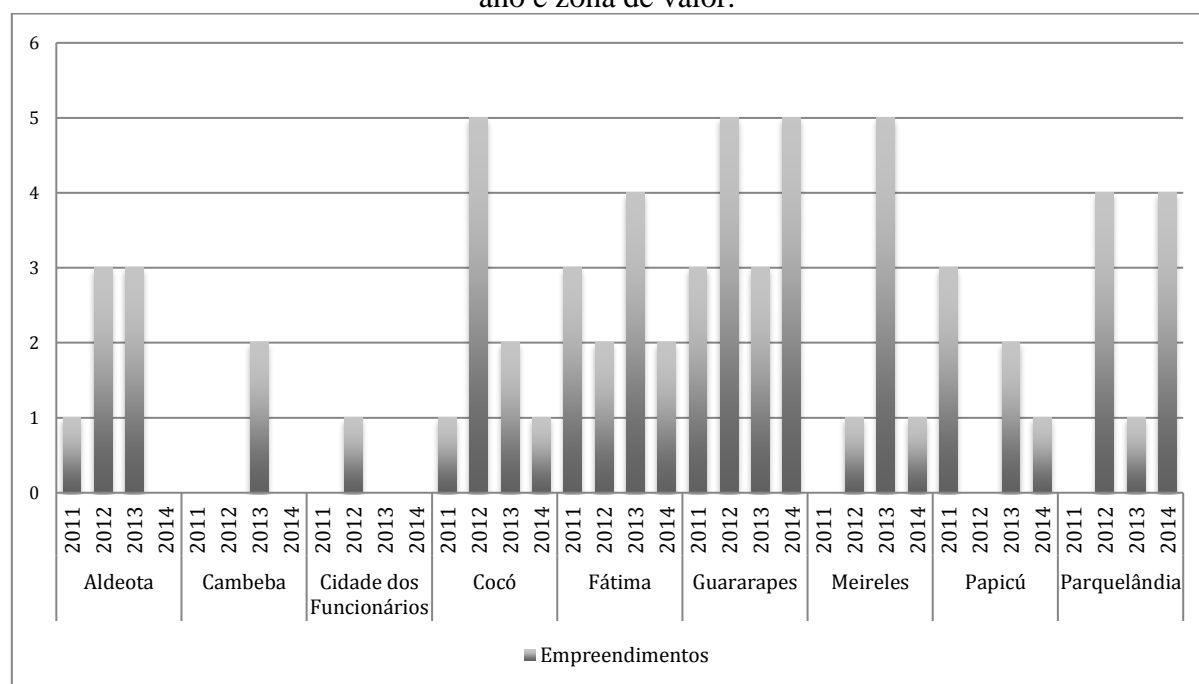
<b>Área Útil</b>	(m²)	62,13	61,55	57,07	55,93	58,18
<b>Valor do m² em dezembro de 2014</b>	R\$	5.358,31	5.127,36	4.579,12	5.644,90	5.170,53
<b>Valor da Unidade</b>	R\$	332.935,67	314.824,32	261.346,89	315.739,58	300.817,41

Fonte: Elaborado pelo autor

### 5.2.2 Segmento médio

O segmento médio é composto por apartamentos residenciais com valor da data de lançamento entre 350 mil e 699 mil reais e apresentou o maior número de lançamentos. O Gráfico 21 mostra os 68 lançamentos distribuídos de acordo com a zona de valor e o ano lançado.

Gráfico 21: Quantidade de empreendimentos do segmento médio lançados em relação ao ano e zona de valor.

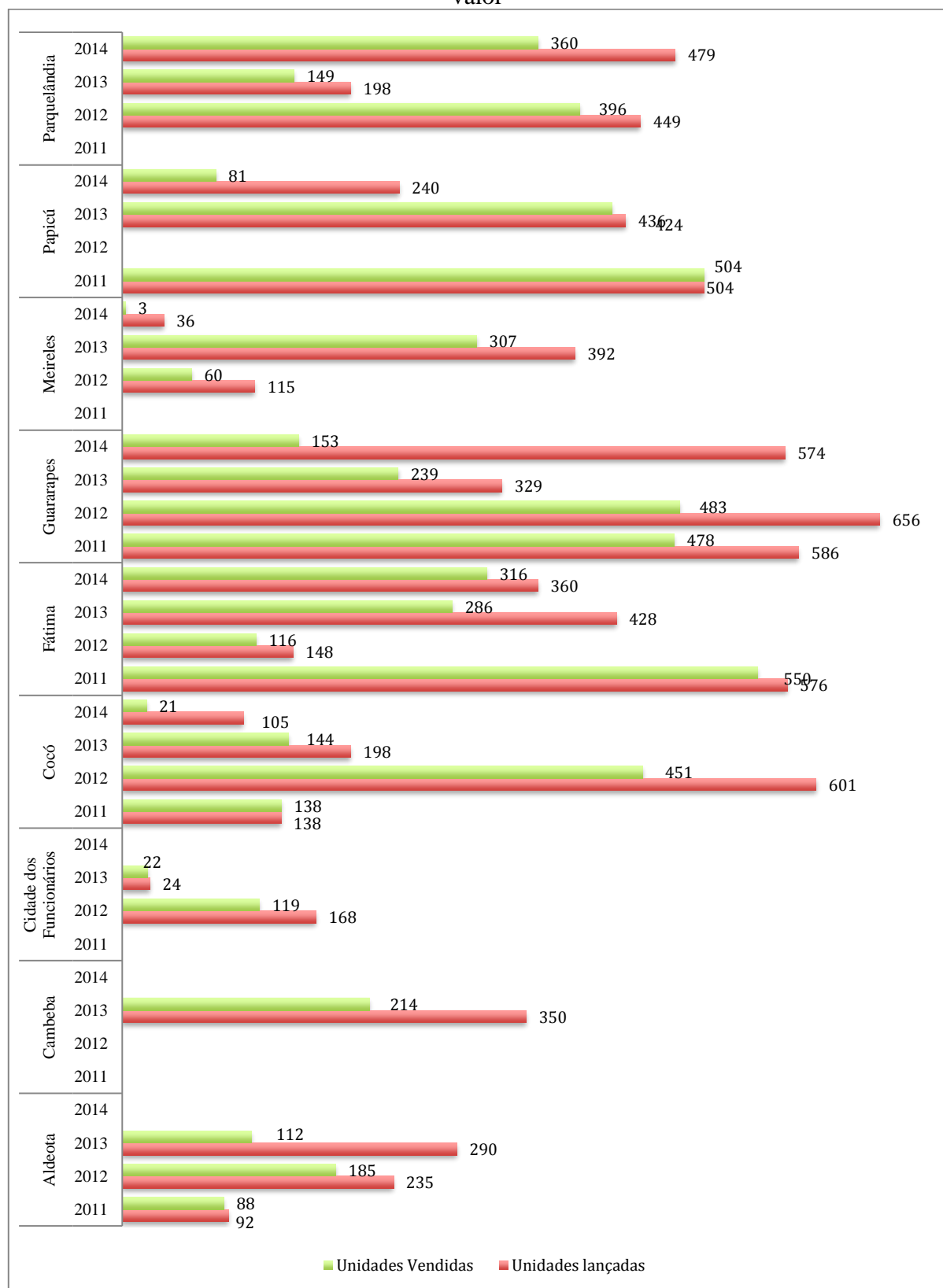


Fonte: Elaborado pelo autor

No Gráfico 22 observa-se a disposição dos apartamentos lançados e comercializados. O segmento médio possui estoque correspondente a um VGV de 1.033.977.773,00 de reais.



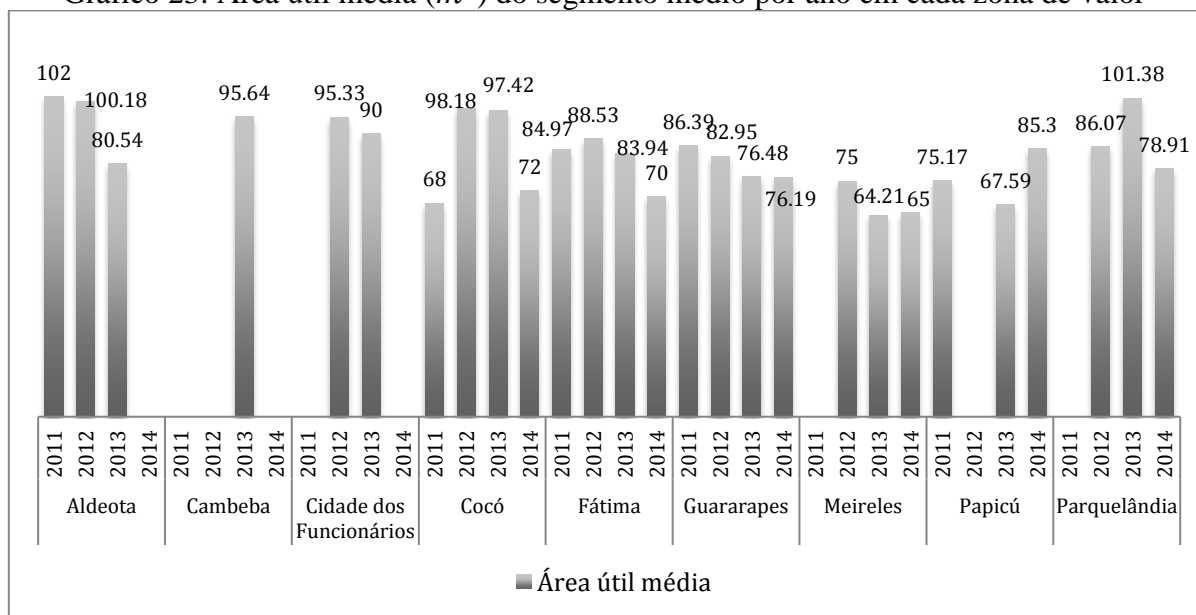
Gráfico 22: Unidades lançadas e vendidas do segmento médio por ano em cada zona de valor



Fonte: Elaborado pelo autor

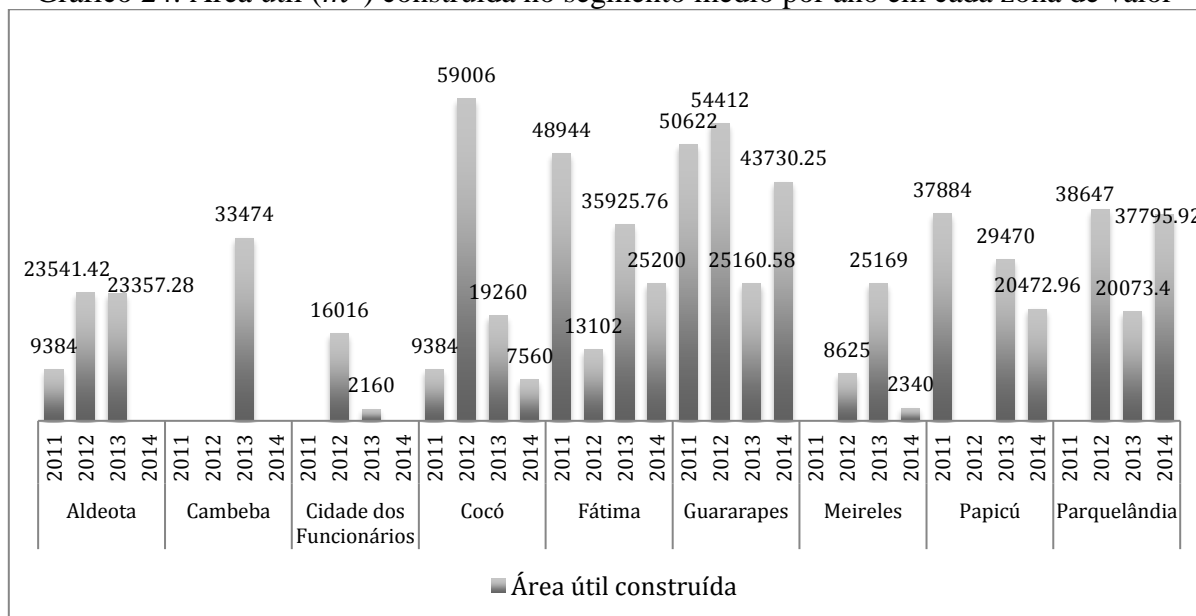
A área útil dos apartamentos pertencentes ao segmento médio varia de 47 a 243m<sup>2</sup>, com o valor máximo pertencente à zona de valor da Parquelândia e o valor mínimo pertencente à zona de valor do Meireles. Os valores das médias da área útil do segmento médio estão no Gráfico 23 e o Gráfico 24 mostra o total da área construída nas zonas de valor.

Gráfico 23: Área útil média (m<sup>2</sup>) do segmento médio por ano em cada zona de valor



Fonte: Elaborado pelo autor

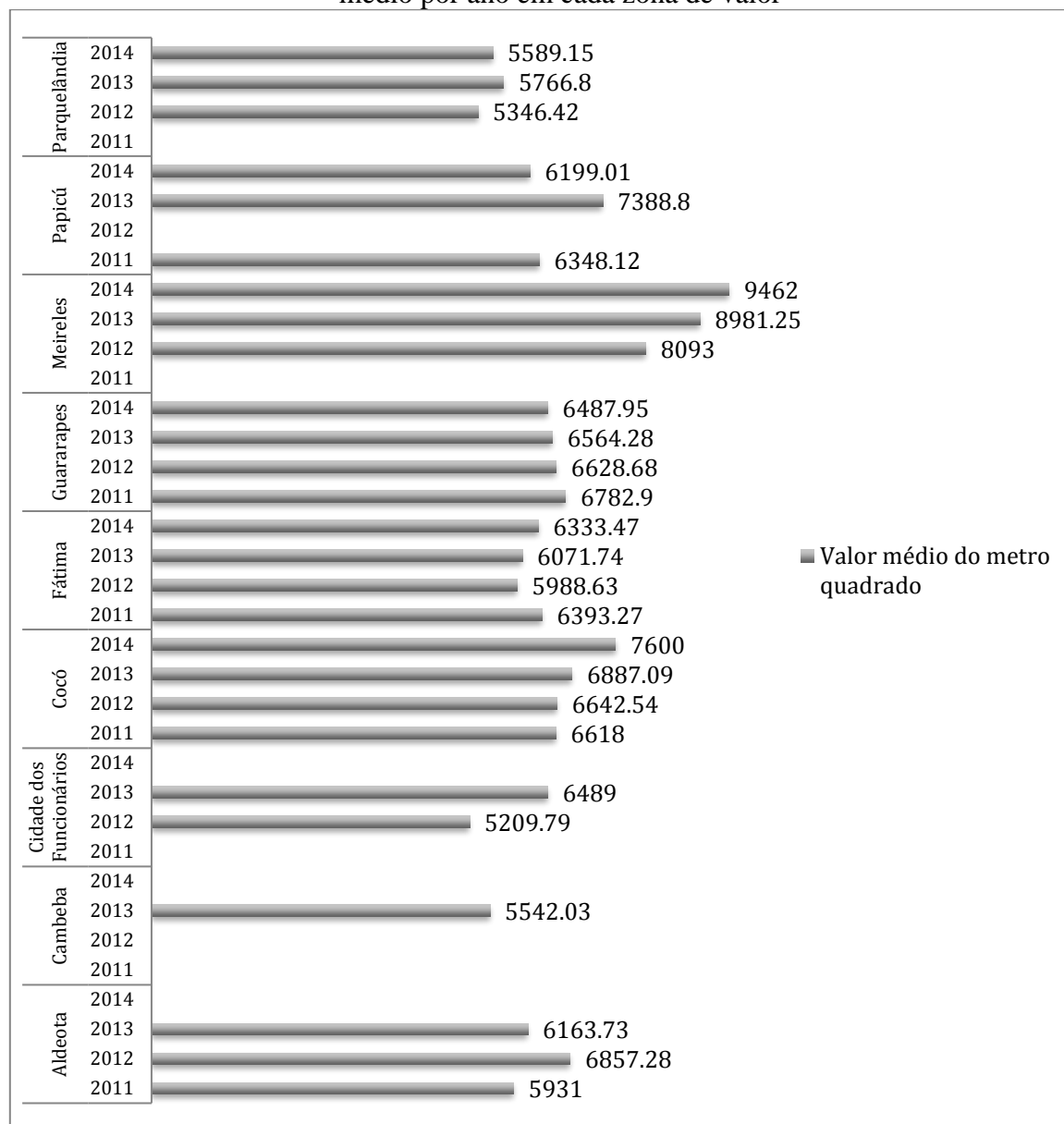
Gráfico 24: Área útil (m<sup>2</sup>) construída no segmento médio por ano em cada zona de valor



Fonte: Elaborado pelo autor

O último gráfico do segmento médio, Gráfico 25) é referente ao valor médio do metro quadrado em dezembro de 2014, em reais, que varia de 4.947,00 a 12.021,00 reais. A zona de valor com o valor máximo é a do Guararapes e a de menor valor pertence à Maraponga.

Gráfico 25: Valor médio do metro quadrado, em reais, em dezembro de 2014 no segmento médio por ano em cada zona de valor



Fonte: Elaborado pelo autor

Na tabela 13 observa-se o comportamento das variáveis analisadas na planilha base referentes aos empreendimentos do segmento médio.

Tabela 13: Variação das características dos imóveis do segmento médio

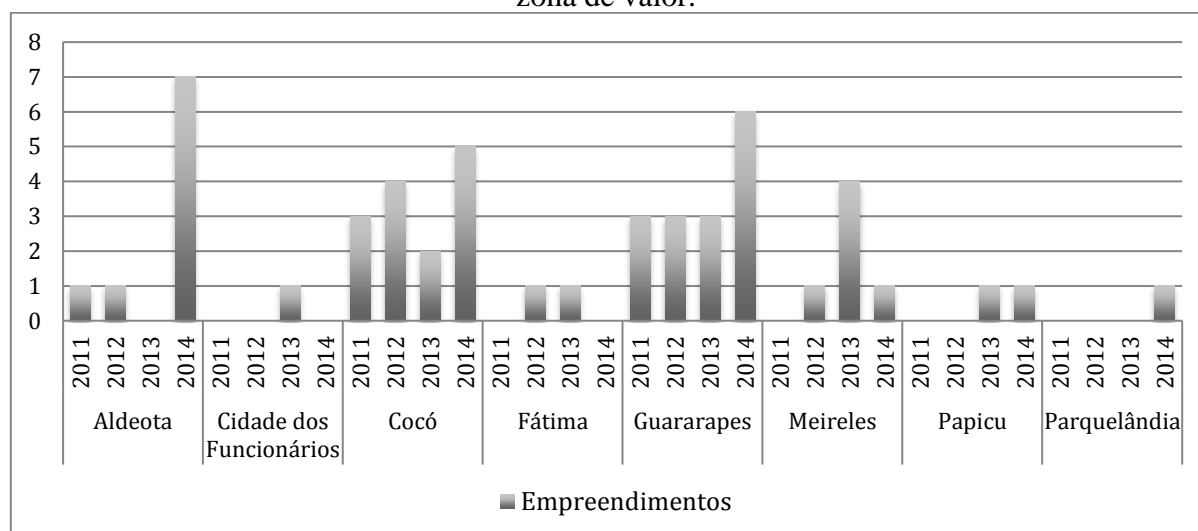
Período	Unidade	2011	2012	2013	2014	2011-2014
<b>Tempo de construção</b>	meses	41,27	40,33	40,45	38,79	40,46
<b>Torres</b>	und.	1,64	1,48	1,48	1,20	1,53
<b>Apartamentos por andar</b>	und.	4,45	4,00	4,23	4,67	4,29
<b>Número de andares</b>	und.	20,64	19,57	19,18	18,07	19,22
<b>Quantidade de vagas</b>	und.	2,09	2,17	1,87	1,93	2,01
<b>Quantidade de Quartos</b>	und	2,85	2,70	2,81	2,85	2,80
<b>Área Útil</b>	(m²)	82,39	89,94	80,94	76,42	82,78
<b>Valor do m² em dezembro de 2014</b>	R\$	6.494,31	6.338,85	6.629,29	6.280,75	6.447,76
<b>Valor da Unidade</b>	R\$	535.088,61	570.147,98	536.559,27	479.980,49	533.731,85

Fonte: Elaborado pelo autor

### 5.2.3 Segmento alto

O segmento alto, composto por apartamentos residenciais com valor da data de lançamento entre 700 mil e 1,499 milhão reais, foi o segundo segmento com o maior número de lançamentos. Os 50 lançamentos deste segmento estão distribuídos de acordo com a zona de valor e o ano lançado no Gráfico 26.

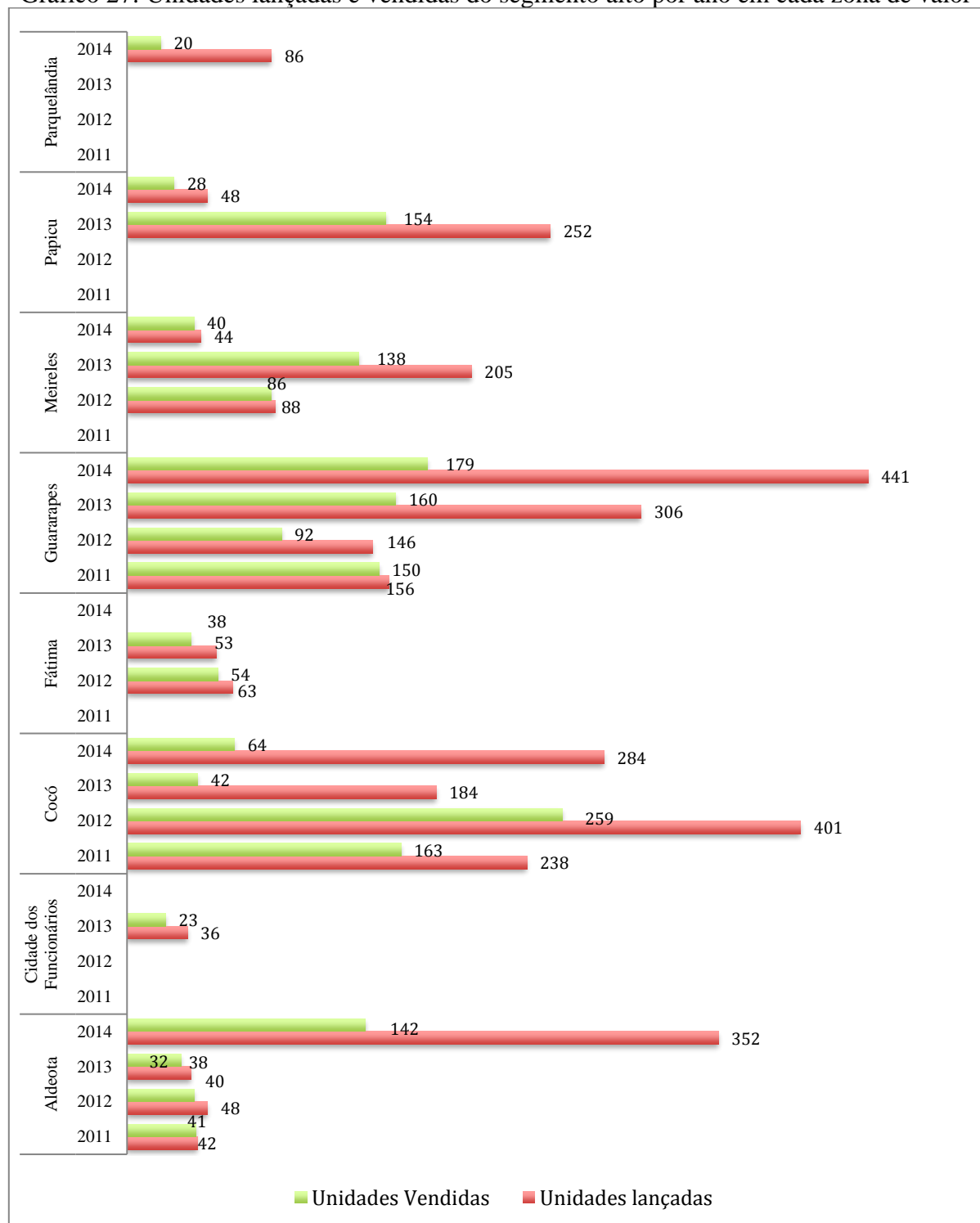
Gráfico 26: Quantidade de empreendimentos do segmento alto lançados em relação ao ano e zona de valor.



Fonte: Elaborado pelo autor

No Gráfico 27 observa-se a localização dos apartamentos lançados e comercializados do segmento alto. Este segmento possui um estoque que em dezembro de 2014 apresentava um VGV de 1.354.238.000,00 reais.

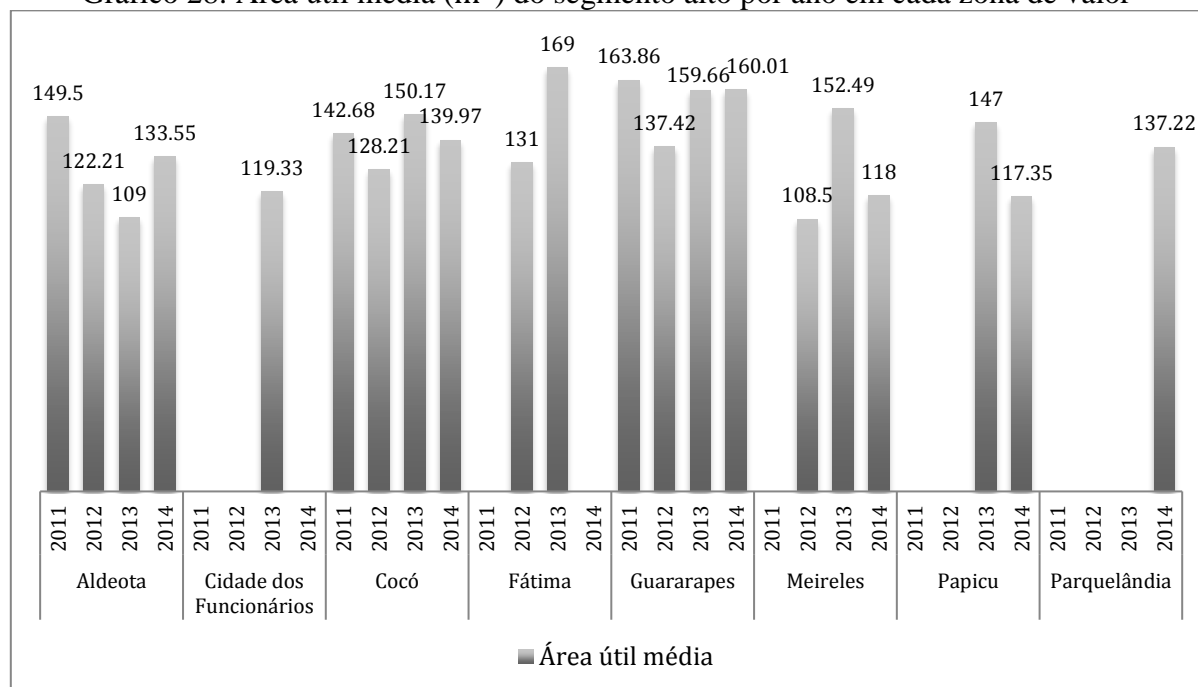
Gráfico 27: Unidades lançadas e vendidas do segmento alto por ano em cada zona de valor



Fonte: Elaborado pelo autor

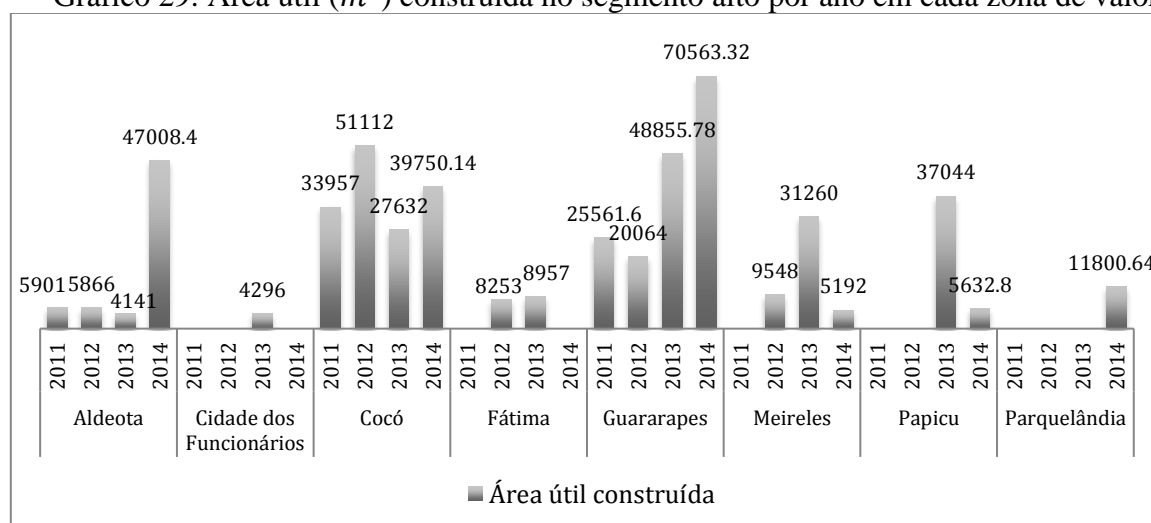
A área útil dos apartamentos pertencentes ao segmento alto varia de 91 a 258,46m<sup>2</sup>, com o valor máximo na Parquelândia e o valor mínimo pertencente ao Meireles. Os valores das médias da área útil deste segmento são apresentadas no Gráfico 28, e o Gráfico 29 mostra o total da área construída nas zonas de valor.

Gráfico 28: Área útil média (m<sup>2</sup>) do segmento alto por ano em cada zona de valor



Fonte: Elaborado pelo autor

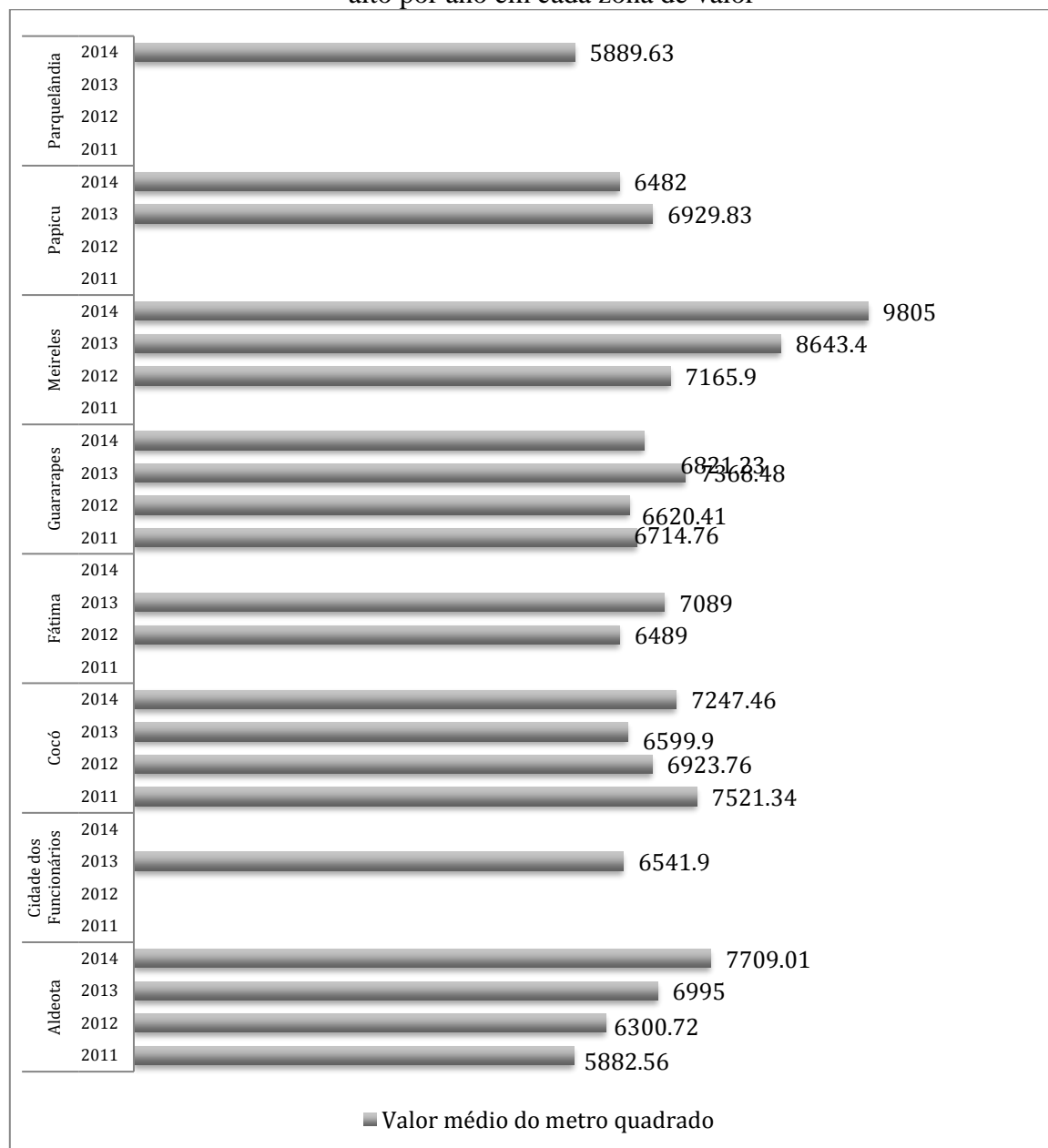
Gráfico 29: Área útil (m<sup>2</sup>) construída no segmento alto por ano em cada zona de valor



Fonte: Elaborado pelo autor

O último gráfico do segmento alto, Gráfico 30, é referente ao valor médio do metro quadrado em dezembro de 2014, em reais, que varia de 5.212,00 a 9.890,00 reais. A zona de valor com o valor máximo é a do Meireles e a menor pertence à Parquelândia.

Gráfico 30: Valor médio do metro quadrado, em reais, em dezembro de 2014 no segmento alto por ano em cada zona de valor



Fonte: Elaborado pelo autor

Visualiza-se na tabela 14 a médias das características de empreendimento e de unidade habitacional referentes a este segmento.

Tabela 14: Variação das características dos imóveis do segmento alto

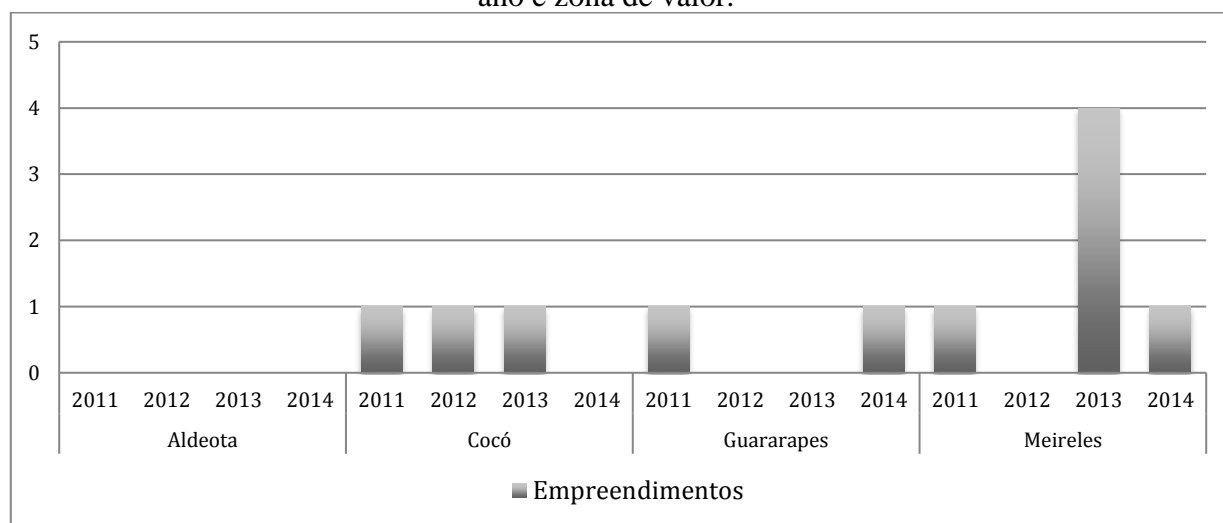
Período	Unidade	2011	2012	2013	2014	2011-2014
<b>Tempo de construção</b>	meses	41,57	37,60	39,67	38,48	39,02
<b>Torres</b>	und.	1,29	1,27	1,50	1,38	1,40
<b>Apartamentos por andar</b>	und.	2,71	2,90	2,50	2,33	2,54
<b>Número de andares</b>	und.	20,86	20,20	19,67	19,81	20,00
<b>Quantidade de vagas</b>	und.	2,74	3,29	2,79	2,94	2,94
<b>Quantidade de Quartos</b>	und	3,46	3,16	3,50	3,17	3,31
<b>Área Útil</b>	(m²)	150,04	127,14	151,01	143,38	143,09
<b>Valor do m² em dezembro de 2014</b>	R\$	7.058,36	6.807,56	7.336,27	7.161,70	7.137,74
<b>Valor da Unidade</b>	R\$	1.059.071,10	865.481,23	1.107.864,06	1.026.875,25	1.021.355,30

Fonte: Elaborado pelo autor

#### 5.2.4 Segmento altíssimo

O segmento altíssimo, composto por apartamentos residenciais com valor da data de lançamento a partir de 1,5 milhão de reais, foi o segmento com o menor número de lançamentos. O gráfico 31 mostra onde 11 lançamentos estão distribuídos de acordo com a zona de valor e o ano lançado. A zona de valor Aldeota aparece neste gráfico por possuir apartamentos em empreendimento que pertence a outra zona de valor, mas não possui um empreendimento com características do segmento altíssimo.

Gráfico 31: Quantidade de empreendimentos do segmento altíssimo lançados em relação ao ano e zona de valor.



Fonte: Elaborado pelo autor



No gráfico 32 observa-se a disposição dos apartamentos lançados e comercializados. O VGV de estoque em dezembro de 2014 corresponde a 134.637.024,00 reais.

Gráfico 32: Unidades lançadas e vendidas do segmento altíssimo por ano em cada zona de valor

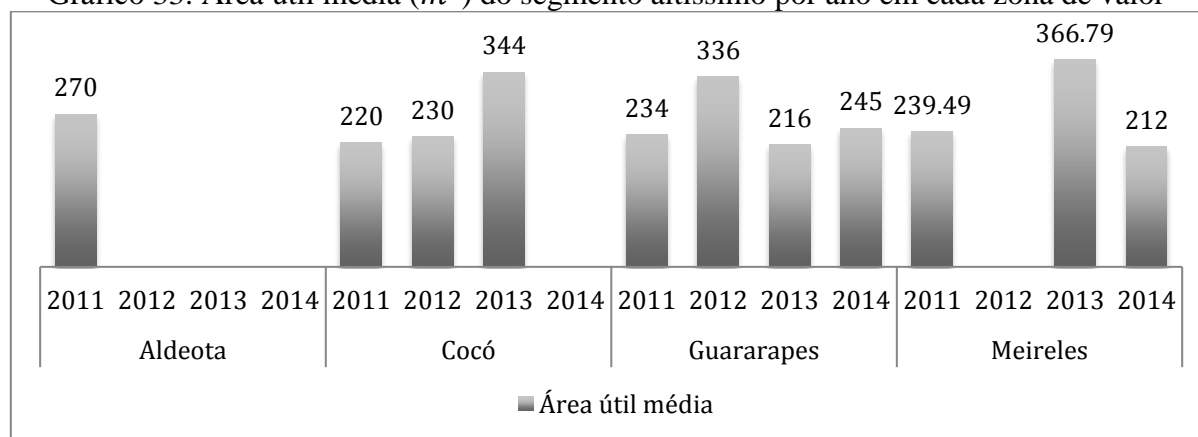


Fonte: Elaborado pelo autor

A área útil dos apartamentos pertencentes ao segmento altíssimo varia de 209 a 380m<sup>2</sup>, e ambos pertencem à zona de valor do Guararapes. Os valores das médias da área

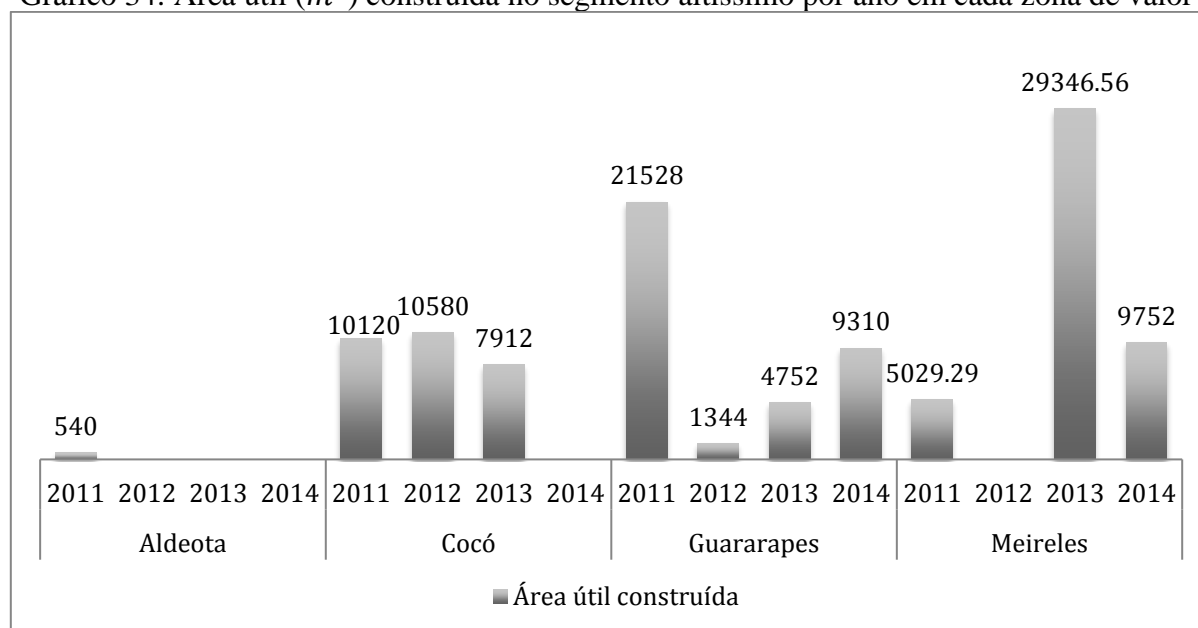
útil são apresentadas no gráfico 33, e o gráfico 34 mostra o total da área construída nas zonas de valor.

Gráfico 33: Área útil média ( $m^2$ ) do segmento altíssimo por ano em cada zona de valor



Fonte: Elaborado pelo autor

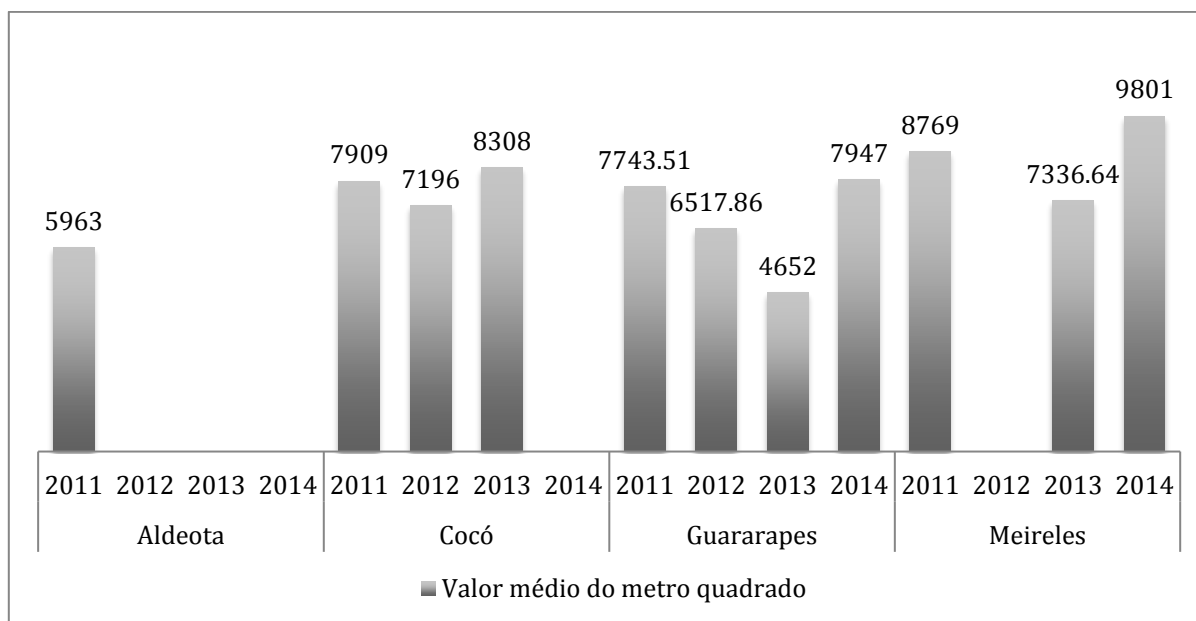
Gráfico 34: Área útil ( $m^2$ ) construída no segmento altíssimo por ano em cada zona de valor



Fonte: Elaborado pelo autor

O último gráfico do segmento altíssimo é referente ao valor médio do metro quadrado em dezembro de 2014, em reais, que varia de 5.963,00 a 10.655, 00 reais. A zona de valor com o valor máximo é a do Meireles e a menor pertence à Aldeota.

Gráfico 35: Valor médio do metro quadrado, em reais, em dezembro de 2014 no segmento altíssimo por ano em cada zona de valor



Fonte: Elaborado pelo autor

As médias das características do segmento altíssimo podem ser observadas na tabela 15.

Tabela 15: Variação das características dos imóveis do segmento altíssimo

Período	Unidade	2011	2012	2013	2014	2011-2014
<b>Tempo de construção</b>	meses	39,67	36,50	36,00	42,00	38,09
<b>Torres</b>	und.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<b>Apartamentos por andar</b>	und.	1,67	2,00	1,20	2,00	1,55
<b>Número de andares</b>	und.	22,33	23,00	22,20	21,00	22,09
<b>Quantidade de vagas</b>	und.	3,99	5,34	4,55	5,27	4,57
<b>Quantidade de Quartos</b>	und	4,29	3,96	4,13	4,45	4,23
<b>Área Útil</b>	(m²)	231,16	238,48	271,04	226,93	244,92
<b>Valor do m² em dez. de 2014</b>	R\$	7.901,23	7.119,26	9.222,73	8.895,68	8.492,34
<b>Valor da Unidade</b>	R\$	1.826.473,33	1.697.800,00	2.499.690,32	2.018.683,33	2.079.941,35

Fonte: Elaborado pelo autor

## 6 CONCLUSÃO

Dispondo de um banco de dados com amostras variadas com as características dos imóveis é possível representar o valor de mercado de um imóvel por meio de uma equação de regressão linear. Dentre as características foi possível utilizar as variáveis quantitativas e qualitativas das amostras sem que inviabilizasse a criação do modelo de regressão, sendo apenas possível após a transformações das variáveis.

A multicolinearidade forte encontrada no trabalho, ou seja, a grande correlação entre as variáveis, foi contornada utilizando a técnica de Ridge Regression para não se eliminar variáveis importantes. Mesmo assim, a variável “área útil” foi eliminada por inviabilizar o modelo por não permitir bons resultados ao se analisar os resíduos, análise prevista na NBR 14.653 como ponto importante para a validação de modelos de regressão linear múltipla.

Vale ainda ressaltar que, apesar de muitas variáveis independentes que apresentaram boa correlação com a variável dependente não terem entrado na equação, não significa que estas não são importantes na formação do valor do imóvel em outros métodos de avaliação. Elas não entraram na equação final por apresentarem forte correlação com outras variáveis independentes presentes na equação, o que provocaria uma redundância dentro do modelo proposto. Portanto não se pode afirmar que apenas as variáveis presentes no modelo são formadoras de valor de apartamentos residenciais no município de Fortaleza-CE; estas são importantes para este modelo de avaliação específico.

A equação construída atendeu aos pressupostos que compõem a NBR 14.653, apresentados na revisão bibliográfica, assim como as diretrizes teóricas para qualquer modelo de regressão linear múltipla. Tornando-se, portanto, um modelo válido para a análise do valor de mercado de apartamentos residenciais do município de Fortaleza-CE.

O modelo de regressão linear proposto permite a avaliação de apartamentos residenciais no município estudado, podendo ser utilizado por empresas imobiliárias nas negociações com clientes, por bancos nas negociações de financiamentos, pelo poder judiciário em casos de processos e investigações envolvendo imóveis e também por seguradoras. A administração municipal pode fazer uso da ferramenta como auxílio no cálculo dos tributos referentes a este tipo de imóvel. As empresas construtoras e incorporadoras também podem utilizar a equação como apoio no momento de definição do

preço dos apartamentos a serem lançados e, também, utilizar a equação para definição de alguma característica do seu novo empreendimento ao estipular variáveis.

A utilização da equação obtida restringe-se ao município de Fortaleza-CE, pois um banco de dados com variáveis referentes a este município inviabiliza a sua utilização em outro local que possui características distintas. Mas nada impede a aplicação da metodologia utilizada para uma nova equação.

A variável criada, relação de vendas, não apresentou boa correlação com o valor de mercado, porém é um ponto relevante no estudo do comportamento do mercado consumido, pois a relação entre a quantidade de unidades vendidas e o tempo que um imóvel se encontra disponível no mercado pode sinalizar uma preferência ou não do consumidor por um determinado imóvel e suas características.

Os gráficos criados a partir das características dos imóveis presentes no banco de dados permitiram uma visualização do comportamento destas ao longo do período estudado. É uma análise importante, que mostra como as construtoras e incorporadoras estão se comportando ao lançarem novos empreendimentos e o quanto investem neste mercado diante da situação econômica do país no mesmo período.

A variação das características de imóveis dentro de um mesmo segmento econômico podem indicar uma adaptação das construtoras frente à sensibilidade do mercado ou a exploração deste mercado, sugerida por Rocha Lima Jr (2014), em forçar o mercado a consumir o que lhe é oferecido. Mas para esta análise mais complexa se faz necessário um estudo dos desejos do consumidor ao longo dos anos para se comparar com o que é comercializado no mesmo período.

O crescimento no número de empreendimentos lançados sugere um fortalecimento da economia do país. E dentro da cidade de Fortaleza-CE observa-se a valorização de regiões com baixa disponibilidade de terrenos para novos lançamentos, assim como a consolidação de novas áreas da cidade como áreas de investimento, que possuem boa aceitação do mercado consumidor e grande disponibilidade de terrenos.

## **7 SUGESTÕES PARA NOVAS PESQUISAS**

As sugestões para trabalhos futuros são:

- a) Utilização de outros métodos de avaliação com o mesmo banco de dados;
- b) Construir um modelo de regressão linear múltipla para cada segmento econômico do banco de dados;
- c) Construir um modelo de regressão linear múltipla para cada zona de valor presente no banco de dados;
- d) Atualização do banco de dados e da equação construída;
- e) Utilização de mais variáveis no processo de levantamento de dados e identificação das variáveis;
- f) Aplicar a metodologia utilizada em outros municípios.

## REFERÊNCIAS

- ABRAMO, P. **A cidade caleidoscópica: coordenação espacial e convenção urbana: uma perspectiva heterodoxa para a economia urbana.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 368p.
- ABUNAHMAN, S. A. **Curso básico de engenharia legal e de avaliações.** 1. ed. São Paulo: Pini, 1999.
- AGUIAR, J. B. **Introdução à engenharia de avaliações e perícias.** In: INSTITUTO MINEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA. Fundamentos de avaliações patrimoniais e perícias de engenharia: curso básico do IMAPE. São Paulo: Pini, 1998. p. 11-31.
- AGUIAR, J. Cadernetas de Poupança e o Financiamento Imobiliário.. **Revista Construção Mercado**, n.168, p.30-32, São Paulo, julho-2015.
- AMERICAN INSTITUTE OF REAL ESTATE APPRAISERS. **The appraisal of real estate.** 9th ed. Chicago, 1987.
- ASSAEL, H. **Consumer behavior and marketing action.** Boston: PWS Kent, 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.653-01: Avaliação de bens.** Rio de Janeiro, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.653-02: Imóveis urbanos.** Rio de Janeiro, 2011.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL - FOCUS – **Relatório de Mercado. São Paulo, referente aos anos de 2010 a 2014.** Disponível em: <http://www.bcb.gov.br/?FOCUSRELMERC> . Acesso: 19/11/2015.
- BAXTER, M. **Projeto de produto \_guia prático para o design de novos produtos.** 2a ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.
- BOND, M. T.; SEILER, V. L.; SEILER, M. J. Residential Real Estate Prices: A room with a view. **The Journal of Real Estate Research**; Jan-Apr 2002; 23, 1; ABI/INFORM Global pg. 129.
- BORANGA, M. L. M. **A Influencia das Variáveis Ambientais no Valor de Unidades Habitacionais no Município de Campo Grande-MS,** Dissertação Mestre em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional., Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região Do pantanal, 2003.
- BOTELHO, A. **O financiamento e a financeirização do setor imobiliário: uma análise da produção do espaço e da segregação sócio-espacial através do estudo do mercado da moradia na cidade de São Paulo.** Tese de doutorado. São Paulo: FFLCH-USP, 2005.

BRANDSTETTER, M. C. G. O.; HEINECK, L.F.M. Aspectos conceituais e metodológicos do comportamento do consumidor do mercado imobiliário: uma caracterização da carreira habitacional. **Ambiente Construído** (Online), v. 1, p. 1, 2005.

BRANDSTETTER, M. C. G. O. **Análise do Comportamento dos Clientes do Mercado Imobiliário com Ênfase na Mobilidade, Escolha e Satisfação Residenciais**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2004.

BRANDSTETTER, M. C. G. O. **Pesquisa para o marketing imobiliário por meio da investigação do ciclo de vida familiar**. ENEGEP – Encontro nacional de engenharia de produção, Curitiba, Brasil. 2014.

BRAULIO, S. N. **Proposta de uma metodologia para avaliação de imóveis urbanos baseado em métodos estatísticos multivariados**. 2005. 130 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

BRONDINO, N. C. M. **Estudo da Influência da Acessibilidade no Valor de Lotes Urbanos através do uso de Redes Neurais**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Transportes – USP, São Carlos – SP, 1999.

CAVALCANTE, M. G. **Apartamentos Residenciais - Formação de Valor em Fortaleza/CE**. São Paulo: ANNABLUME Editora, 2002. v. 1.

CARVALHO JUNIOR, P. H. B. **Avaliação Imobiliária para Fins Tributários em Curitiba, São Paulo, Belo Horizonte e Rio de Janeiro..** In: 10a Conferência Internacional da Latin American Real Estate Society, 2010, São Paulo.

CECHIN, A. L.; SOUTO, A.; GONZÁLEZ, M. A.. Análise de Imóveis através de Redes Neurais Artificiais na Cidade de Porto Alegre. **Scientia**, São Leopoldo, v. 10, n. 2, p. 5-32, 1999.

COMTE, A. **Curso de Filosofia Positiva, Discurso sobre o Espírito Positivo e Catecismo Positivista**. In: Os pensadores – Coletânea de textos. Tradução de José Arthur Giannotti. 1a ed. São Paulo: Abril Cultural, 1973

COPOM. **Atas de reunião do COPOM** - Banco Central do Brasil, referente aos anos de 2010 a 2014. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/?ATACOPOM>. Acesso: 08/11/2015

CORREIA, M. A. ; NEVES, F. E. B. ; SANTOS, J. M. L. ; CASSUNDE, F. R. S. A. ; CASSUNDE JUNIOR, N. F. “Positivismos” versus “interpretativismos”: o que a Administração tem a ganhar com esta disputa?. In: XXXVI Enanpad, 2012, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2012.

COUTO, P. M. **Avaliação Patrimonial de Imóveis para Habitação**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Universidade do Porto, Porto. 2007.



CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2a ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

DANTAS, R. A. **Engenharia de avaliações: uma introdução à metodologia científica**. 1. ed. 2. tiragem. São Paulo: Pini, 1998.

DANTAS, R. A. **Engenharia de Avaliações: uma Introdução à Metodologia Científica**. São Paulo: Pini, 2003. 262 p.

DANTAS, R. A. **Engenharia de Avaliações: uma introdução à metodologia científica**. Pini, São Paulo, 2005.

DUMM, R.; SIRMANS, G.; SMERSH, G. Price Variation in Waterfront Properties Over the Economic Cycle, **Journal of Real Estate Research**, Fullerton, California, v. 38, 2016.

ENGEL, J. F.; BLACKWELL, R. D.; MINIARD, P. W. **Comportamento do Consumidor**. Tradução de Cristina Ávila de Menezes. Rio de Janeiro: Editora JC, 1995.

ESPARTEL, L. B.; SLONGO, L. A. Atributos de produto e motivações de compra no mercado jornalístico do Rio Grande do Sul. In: ENCONTRO ANUAL DA ANPAD, 23., 1999, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 1999.

FABRÍCIO, M. M.; MELHADO, S. B. **A importância do estabelecimento de parcerias construtora-projetistas para a qualidade na construção de edifícios**. In: VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Florianópolis, 1998.

FERNANDEZ, J. A. C. G. **Estruturação de Estudos de Viabilidade de Mercado Para Empreendimentos Habitacionais**. II SEMINÁRIO INTERNACIONAL DA LARES - LATIN AMERICAN REAL ESTATE SOCIETY. Santa Catarina: 2001.

FERNANDEZ, J. A. C. G. **Ciclo de Vida Familiar e o Projeto de Empreendimentos Multifamiliares**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFSC, Florianópolis, 2006.

FERNANDEZ, J. A. C. G., OLIVEIRA, R. e HOCHHEIM, N. Application of family life cycle concept in determining potential segment for housing projects. **Property Management**. V.20, p.312-325, 2002.

FIKER, J. **Avaliação de Imóveis Urbanos**. São Paulo: Pini, 1997.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

FOWLER, F. J. Jr. **Survey research methods**. California: Sage, 1993.

FREITAS, A. A. F. **Segmentação do mercado imobiliário utilizando dados de preferência declarada**. 2000. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) \_Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

FREITAS, A. A. F., OLIVEIRA, M.C.G.; Aplicação prática de um modelo de avaliação de imóveis através da metodologia multicritério de apoio à decisão. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1., 1997, Gramado. **Anais...** Gramado, 1997.

GARBI, J. B.; MONETTI, E. . **Estratégia de vendas para empreendimentos imobiliários para baixa renda, com foco nos pontos de venda**. In: 12a Conferência Internacional da LARES, 2012, São Paulo. **Anais...** da 12a.Conferência Internacional da LARES - Latin American Real Estate Society. São Paulo, 2012.

GAZOLA, S. **Construção de um modelo de regressão para avaliação de imóveis**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2002

GIGLIO, E. M. **O Comportamento do Consumidor**. São Paulo: Editora Pioneira Thomson Learning, 2002.

GOLDMAN, P. **Viabilidade de Empreendimentos Imobiliários – Modelagem técnica, orçamento e riscos de incorporação**. São Paulo, Ed. Pini, 2015

GOMIDE, T. L. F. **Engenharia Legal: novos estudos**. São Paulo: Liv. e Ed. Universitária de Direito, 2008.

GONZAGA, L. M. R. **Contribuição para o aumento do nível de precisão das avaliações imobiliárias através da análise das preferências do consumidor**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre Abril, 2003 .

GONZÁLEZ, M. A. S. **A engenharia de avaliações na visão inferencial**. 1. ed. São Leopoldo: Unisinos, 1997.

GONZÁLEZ, M. A.; FORMOSO, C. T. **Análise Conceitual das dificuldades na Determinação de Modelos de Formação de Preços através de Análise de Regressão**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação (NORIE), Págs. 65 – 75, número 8 – 2000.

GUNTERMANN, K.; LIU, C.; D. NOWAK, A. Price Indexes for Short Horizons, Thin Markets or Smaller Cities. **Journal of Real Estate Research**, Fullerton, California, v. 38, 2016.

ÍNDICE FIPEZAP DE PREÇOS DE IMÓVEIS ANUNCIADOS – **Metodologia e séries históricas**. Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas. São Paulo, referente aos anos de 2010 a 2014. Disponível em: <http://www.fipe.org.br>. Acesso: 27/11/2015.

KEHL, C.; **Contribuições para a identificação da opinião de clientes finais sobre atributos de desenvolvimento sustentável para o produto habitação**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, 2008.

KERLINGER, F. N. **Metodologia da pesquisa em ciências sociais: um tratamento conceitual**. São Paulo: EPU, 1980.

KOSKELA, L. An Exploration Towards a Production Theory and Its Application to Construction. Espoo 2000, **Technical Research Centre of Finland**, VTT Publications 408, 296p, 2000.

KOTLER, P. **Administração de marketing: a edição do novo milênio**. São Paulo: Prentice Hall, 2000.

KUHN, T.S. **A estrutura das revoluções científicas**. 5 ed. São Paulo: Perspectiva, 2000.

KOTLER, P. **Princípios de marketing**. São Paulo: Prentice Hall, 2000.

LEVINE, D. M.; BERENSON, M. L.; STEPHAN, D. **Estatística: Teoria e Aplicações**. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

MacINNIS, D.; FOLKES, V. The disciplinary status of consumer behavior: a sociology of science perspective on key controversies. **Journal of Consumer Research**, vol.36, no.6, 2010.

MARTINE, G; MCGRANAHAN. **A Transição Urbana Brasileira: trajetória, dificuldades e lições aprendidas**. In: BAENINGER, Rosana (Org.). **População e Cidades: subsídios para o planejamento e para as políticas sociais**. Núcleo de Estudos de População-NEPO/Unicamp. Campinas, 2010.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing**. São Paulo: Atlas, 1996.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing: metodologia e planejamento**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

MENDONÇA, M. C. Estatística aplicada à engenharia de avaliações e perícias. In: INSTITUTO MINEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA. **Fundamentos de avaliações patrimoniais e perícias de engenharia: curso básico do IMAPE**. São Paulo: Pini, 1998. p. 33-88.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros**. 2 ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2008.

MOREIRA, A. L. **Princípios de engenharia de avaliações**. 4. ed. rev. e ampl. São Paulo: Pini, 1997.

NADAL, A. C.; JULIANO, K. A.; RATTON, E. **Testes estatísticos utilizados para a validação de regressões múltiplas aplicadas na avaliação de imóveis urbanos**. Boletim de Ciências Geodésicas. Curitiba: séc. Artigos, v. 9, no 2, p.243-262, 2003.

NOBRE, J. A. P. **Proposição de Melhorias no Processo de Desenvolvimento de Produto da Construção Civil Mediante a Captação das Informações dos Clientes**. 2005.

Dissertação (Mestrado em Administração) – Curso de Mestrado Profissional em Administração, Universidade Federal do Ceará, 2005.

NGUYEN, N.; CRIPPS, A. Predicting Housing Value: A Comparison of Multiple Regression Analysis and Artificial Neural Networks. **Journal of Real Estate Research**, Fullerton, California, v. 22, 2001.

PELLI NETO, A.; ZÁRATE, L. E. Avaliação de Imóveis Urbanos com a utilização de Redes Neurais Artificiais. In: IBAPE – XII COBREAP, 2003, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Belo Horizonte, MG, 2003. 14 p.

PELLI NETO, A. **Redes neurais artificiais aplicadas às avaliações em massa – estudo de caso para a cidade de Belo Horizonte**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica, UFMG, Belo Horizonte, 2006.

PASCALE, A. **Atributos que Configuram Qualidade às Localizações Residenciais: Uma Matriz para Clientes de Mercado na Cidade de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Escola Politécnica de São Paulo, São Paulo, 2005.

PINSONNEAULT, A. & KRAEMER, K. L. Survey research in management information systems: an assesement. **Journal of Management Information Systems**, 1993.

POLIT, D. F.; BECK, C. T.; HUNGLER, B. P. **Fundamentos de pesquisa em enfermagem: métodos, avaliação e utilização**. Trad. de Ana Thorell. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

PORTER, M. **Estratégia competitiva: técnicas para análise das indústrias e da concorrência**. 7. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

PORTER, M. **Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior**. 15. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1989

PÓVOA, A. C. S. ; GOUVEA, R. Q.; BATAGLIA, W.; TEIXEIRA, M. L. M. . **Paradigma positivista: As diferentes faces de um ilustre desconhecido**. In: VII EnEO 2012, 2012, Curitiba. EnEO 2012. Rio de Janeiro: Anpad, 2012. v. VII. p. 1-16.

QUESADO, W. **Atributos de escolha da casa própria da classe C e sua relação com o ciclo de vida familiar**. 2012. Dissertação (Mestrado em Administração) - Pós-Graduação em Administração e Controladoria, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria, 2016. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 25 fev. 2016.

RADEGAZ, N. J. **Avaliação de bens: princípios básicos e aplicações**. São Paulo: Liv. e Ed. Universitária de Direito, 2011.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa Social: Métodos e Técnicas**. 3a ed. São Paulo: Atlas, 2011.

ROCHA LIMA JR, J. **Movimentos de Preços de Imóveis Residenciais no Brasil: Crônica da Bolha Anunciada e os Preços Adiante**. In: 14 Lares International Conference, 2014, Rio de Janeiro. 14 Lares International Conference, 2014.

ROCHA LIMA JR., J. **Análise de Investimentos - Princípios e Técnicas para Empreendimentos do Setor da Construção Civil**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. BT/PMI, 1993.

ROCHA LIMA JR., J.; MONETTI, E.; ALENCAR, C. T. **Real Estate – Fundamentos para análise de Investimentos**. Rio de Janeiro, Ed. Elsevier, 2011

SALGADO, V. M. **Avaliação de Imóveis – Metodologia científica**. INEAA, Goiânia, 2011.

SANTOVITO, R. F.; ALENCAR, C. T. **Comportamento; uma simulação de preços de locação em regiões de ocupação típica na cidade de São Paulo**. São Paulo, Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, PCC/443, 2004.

SARTORIS, A. **Estatística e introdução à econometria**. 1. ed. 2. tiragem. São Paulo, Ed. Saraiva, 2003.

SILVA, H. M. B. **Terra e moradia: que papel para o município**. Tese de doutorado. São Paulo: FAU-USP, 1997.

SIRMANS, G. S.; MACPHERSON, D. A.; ZIETZ, E. The Composition of Hedonic Pricing Models. **Journal of Real Estate Literature**, 2005, 13:1, 1–44.

STEINER, M. T. A.; BRAULIO, S. N.; ALVES, V. **Métodos estatísticos multivariados aplicados à engenharia de avaliações**. Gestão e Produção (UFSCar), v. 15, p. 23-32, 2008.

THOFEHRN, R. **Avaliação em massa de imóveis urbanos: para cálculo de IPTU e ITBI**. Pini, São Paulo, 2000.

TILLMAN, P. A. **Diretrizes para a adoção da customização em massa na construção habitacional para baixa renda**. 2008. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

TRIVELLONI, C. A. P.; HOCHHEIM, N. **Avaliação de Imóveis com Técnicas de Análise Multivariada**. COBRAC - Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. UFSC: Florianópolis, 1998.

TRIVIÑOS, A. N. S. - **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo, Atlas, 1987.

ULRICH, K. T.; EPPINGER, S.D. **Product design and development**. United States of America: The McGraw-Hill Companies, 2<sup>nd</sup> ed. 2000.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

VIEIRA, V. A.; SLONGO, L. A. **Uma análise dos atributos importantes no processo de decisão de compra de notebooks utilizando análise fatorial e escalonamento multidimensional**. 2006. RAM – Revista de Administração Mackenzie, Volume 7, n.4, p. 35-59. Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2006.

WORZALA, E.; LENK M.; SILVA A. An exploration of neural networks and its application to real estate valuation. **The Journal of Real Estate Research**, 10 (2): 185-201, 1995.

WISSENBAACH, Tomas Cortez. **A cidade e o mercado imobiliário: uma análise da incorporação residencial paulistana entre 1992 e 2007**. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

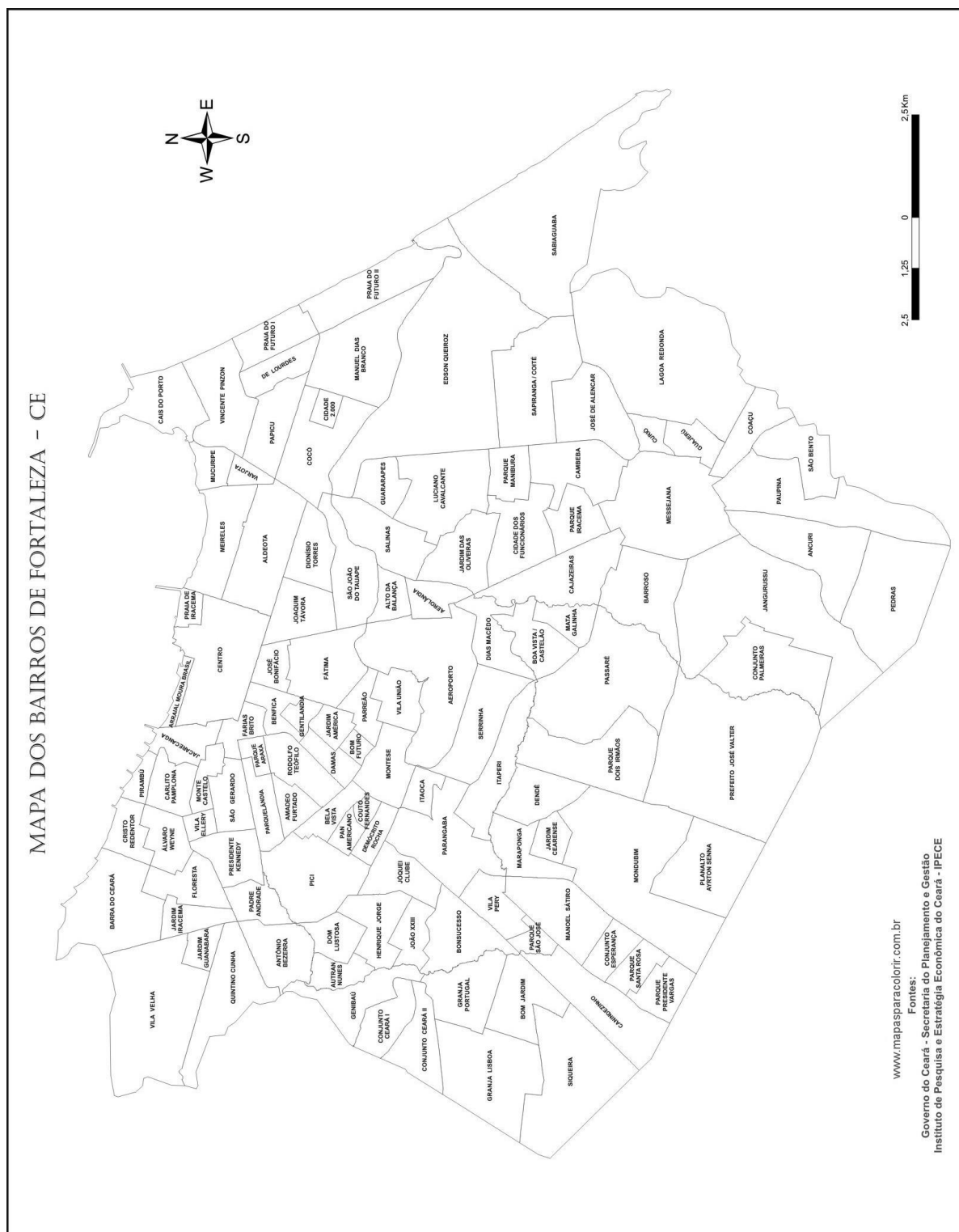
ZANCAN, E. C. **Metodologia para Avaliação em Massa de Imóveis para Efeito de Cobrança de Tributos Municipais – Caso de Apartamentos da Cidade de Criciúma, Santa Catarina**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1995.

# APÊNDICE A – TABELA DAS CARACTERÍSTICAS DOS IMÓVEIS ESTUDADAS

Características/ Autores	Estudos de avaliação imobiliária										Outros estudos				
	Brondino (1999)	Nguyen e Cripps (2001)	Gazola (2002)	Cavalcante (2002)	Bonde et al. (2002)	Pelli Neto e Zárete (2003)	Gonzaga (2003)	Pelli Neto (2006)	Couto (2007)	Steiner et al. (2008)	Guntermann et al. (2016)	Freitas (2000)	Pescale (2005)	Fernandez (2006)	Quesado (2012)
Acessibilidade	X														
Apartamentos por andar												X		X	X
Área de lazer					X				X		X	X		X	
Área do terreno									X						
Área útil	X	X	X	X			X		X	X	X	X			
Banheiro de serviço							X								
Cozinha espaçosa							X							X	X
Dependência de empregada			X									X		X	
Dispensa															X
Entrada de serviço independente														X	
Equipamentos					X	X		X				X		X	
Estado de conservação			X			X		X	X						
Hidrómetro individual															
Idade do imóvel		X		X	X		X		X	X	X				
Lavabo												X			
Localização			X	X		X	X	X	X	X		X	X		
Número do andar				X				X		X					
Padrão construtivo			X	X	X	X	X	X	X	X		X			
Porão					X										
Presença de elevador						X	X			X					
Quantidade de banheiros		X			X	X				X	X				X
Quantidade de quartos		X			X	X		X		X	X	X		X	X
Quantidade de salas										X					
Quantidade de suítes												X		X	
Quantidade de torres/blocos												X			
Sistema de segurança															
Sótão					X									X	X
Vagas de garagem		X				X		X	X	X	X	X			
Varanda									X						
Vista					X									X	

Fonte: Elaborado pelo autor.

## APÊNDICE B – MAPA DO MUNICÍPIO DE FORTALEZA-CE





## APÊNDICE C – MATRIZ DE CORRELAÇÃO

VARIÁVEL	TC	QT	AA	NA	VG	QQ	AU	TU	MQ	VU	TM	UV	z0	z1	z2	z3	z4	z5	z6	z7	z8	z9	z10	z11	z12	z13	RV	seq1	seq2	seq3	seq4
TC																															
QT	-0.01																														
AA	0.102	0.029																													
NA	-0.051	0.094	-0.272																												
VG	-0.132	-0.094	-0.665	0.263																											
QQ	0.071	-0.046	-0.524	0.189	0.684																										
AU	-0.039	-0.154	-0.76	0.164	0.846	0.724																									
TU	0.07	0.519	0.484	0.235	-0.404	-0.27	-0.575																								
MQ	-0.11	0.069	-0.586	0.495	0.455	0.269	0.42	-0.122																							
VU	-0.071	-0.096	-0.815	0.312	0.834	0.669	0.942	-0.498	0.7																						
TM	0.01	0.123	0.059	0.082	-0.032	-0.001	-0.022	0.117	-0.052	-0.036																					
UV	0.1	0.426	0.417	0.21	-0.364	-0.215	-0.509	0.845	-0.126	-0.447	0.426																				
z0	0.052	-0.206	-0.254	0.208	0.171	0.024	0.15	-0.284	0.157	0.177	-0.111	-0.278																			
z1	0.174	-0.048	0.093	-0.09	-0.047	0.026	-0.018	-0.012	-0.106	-0.053	0.019	-0.024	-0.061																		
z2	0.099	0.023	-0.043	-0.068	-0.047	0.026	-0.009	-0.054	-0.068	-0.031	0.09	-0.015	-0.061	-0.029																	
z3	-0.084	0.115	-0.204	0.18	0.214	0.103	0.211	0.068	0.189	0.236	0.057	-0.017	-0.137	-0.064	-0.064																
z4	0.101	-0.006	0.16	0.072	-0.17	-0.066	-0.179	0.169	-0.035	-0.154	0.064	0.22	-0.125	-0.058	-0.058	-0.13															
z5	-0.156	0.15	-0.094	0.054	0.239	0.137	0.195	0.023	0.148	0.208	0.021	-0.009	-0.172	-0.081	-0.081	-0.18	-0.165														
z6	0	-0.092	0.341	-0.195	-0.198	-0.139	-0.203	0.049	-0.479	-0.337	-0.024	0.034	-0.071	-0.033	-0.033	-0.074	-0.068	-0.093													
z7	-0.2	0.051	-0.268	0.126	0.185	0.099	0.153	-0.103	0.483	0.298	0.035	-0.031	-0.116	-0.054	-0.054	-0.121	-0.11	-0.152	-0.063												
z8	0.04	0.146	0.155	-0.244	-0.149	-0.05	-0.13	0.077	-0.306	-0.216	0.021	0.103	-0.043	-0.02	-0.02	-0.045	-0.041	-0.057	-0.023	-0.038											
z9	-0.128	0.009	0.155	-0.121	-0.091	-0.118	-0.121	-0.005	-0.117	-0.139	0.006	-0.021	-0.043	-0.02	-0.02	-0.045	-0.041	-0.057	-0.023	-0.038	-0.014										
z10	0.205	0.022	0.148	0.01	-0.164	-0.025	-0.091	0.144	0.03	-0.06	0.045	0.139	-0.116	-0.054	-0.054	-0.121	-0.11	-0.152	-0.063	-0.102	-0.038	-0.038									
z11	0.012	0.075	0.23	-0.185	-0.194	-0.168	-0.255	0.139	-0.238	-0.289	0.045	0.118	-0.075	-0.035	-0.035	-0.079	-0.072	-0.099	-0.041	-0.067	-0.025	-0.025	-0.067								
z12	0.056	-0.241	-0.04	-0.119	-0.088	-0.013	-0.031	-0.162	-0.213	-0.103	-0.226	-0.142	-0.122	-0.057	-0.057	-0.127	-0.116	-0.161	-0.066	-0.108	-0.04	-0.04	-0.108	-0.07							
z13	-0.11	0.085	0.207	-0.224	-0.189	-0.156	-0.175	0.073	-0.204	-0.214	0.063	0.065	-0.05	-0.023	-0.023	-0.052	-0.047	-0.065	-0.027	-0.044	-0.016	-0.016	-0.044	-0.029	-0.046						
RV	-0.091	0.043	0.085	0.034	-0.047	-0.067	-0.088	0.148	0.005	-0.067	-0.066	-0.278	0.02	-0.047	-0.073	0.088	-0.055	0.057	-0.022	-0.114	-0.041	0.099	0.01	0.005	0.027	-0.018					
seq1	-0.027	0.106	0.596	-0.37	-0.546	-0.429	-0.575	0.279	-0.575	-0.666	0.046	0.262	-0.178	-0.083	-0.012	-0.186	0.02	-0.174	0.399	-0.157	0.242	0.242	0.045	0.424	-0.088	0.28	0.045				
seq2	0.103	-0.009	0.161	0.013	-0.22	-0.17	-0.296	0.17	0.005	-0.23	0.064	0.186	-0.029	0.191	0.02	-0.109	0.178	-0.014	-0.174	0.026	-0.105	-0.105	0.039	-0.185	0.226	-0.122	-0.04	-0.435			
seq3	-0.062	-0.017	-0.488	0.233	0.448	0.325	0.517	-0.248	0.334	0.53	-0.181	-0.319	0.204	-0.111	0.012	0.24	-0.161	0.129	-0.129	-0.001	-0.078	-0.078	-0.035	-0.137	-0.121	-0.09	0.067	-0.322	-0.581		
seq4	-0.048	-0.12	-0.373	0.134	0.487	0.428	0.557	-0.328	0.293	0.546	0.135	-0.201	-0.036	-0.044	-0.044	0.071	-0.091	0.068	-0.052	0.305	-0.031	-0.031	-0.084	-0.055	-0.089	-0.036	-0.117	-0.129	-0.233	-0.173	

Fonte: Elaborado pelo autor.