

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS  
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO  
NÍVEL MESTRADO**

**CÉSAR FINGER FIORIO**

**AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS PARA FINS TRIBUTÁRIOS COM A INSERÇÃO DA  
VARIÁVEL SUSTENTABILIDADE**

**São Leopoldo**

**2018**

CÉSAR FINGER FIORIO

**AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS PARA FINS TRIBUTÁRIOS COM A INSERÇÃO DA  
VARIÁVEL SUSTENTABILIDADE**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio Stumpf González

São Leopoldo

2018

F521a Fiorio, César Finger.  
Avaliação de imóveis para fins tributários com a inserção da  
variável sustentabilidade / por César Finger Fiorio. -- São  
Leopoldo, 2018.

81 f. : il., mapa color. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos  
Sinos, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo,  
São Leopoldo, RS, 2018.  
Orientação: Prof. Dr. Marco Aurélio Stumpf González, Escola  
Politécnica.

1.Mercado imobiliário. 2.Economia urbana. 3.Imposto predial.  
4.Sustentabilidade. 5.Desenvolvimento sustentável – Aspectos  
econômicos. I. González, Marco Aurélio Stumpf. II.Título.

CDU 332.72  
332.72:336.221

CÉSAR FINGER FIORIO

**AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS PARA FINS TRIBUTÁRIOS COM A INSERÇÃO DA  
VARIÁVEL SUSTENTABILIDADE**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

Aprovado em 24 de setembro de 2018

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Marco Aurélio Stumpf González – UNISINOS

---

Prof. Dr. André de Souza Silva – UNISINOS

---

Profa. Dra. Andrea Parisi Kern – UNISINOS

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais, Paulo e Terezinha, por demonstrarem todo afeto em forma de bons sentimentos e boas palavras que me fazem querer seguir em frente.

Aos meus avôs Maury e Luizinha que sempre estiveram ao meu lado me apoiando e me encorajando.

Aos professores do curso de Mestrado Profissional do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, por todo conhecimento transmitido. Em especial, ao meu orientador, Dr. Marco Aurélio Stumpf González, por aceitar o tema proposto e pela sua incansável dedicação em prol da elaboração deste trabalho.

A Prefeitura Municipal de Flores da Cunha e aos profissionais do ramo da construção civil demandados, por cederem as informações pertinentes ao mestrado e por compreenderem a importância deste tema diante do cenário atual.

Por fim, agradeço a Deus por me guiar nesta jornada.

## RESUMO

Diante do atual cenário imobiliário, o progresso sustentável tem se apresentado como alternativa para a diferenciação dos empreendimentos frente ao mercado de imóveis. Ainda, de modo a promover a preservação ambiental, as isenções fiscais para imóveis sustentáveis têm se apresentado como proposta para abatimento de parte das tributações imobiliárias. Por objetivo, este trabalho busca desenvolver um modelo avaliatório de apartamentos para uma cidade de pequeno porte inserindo variáveis sustentáveis. Além disso, este modelo servirá de base para análise dos valores de mercado sobre as avaliações imobiliárias realizadas pela prefeitura municipal e de suas devidas arrecadações tributárias. Com este intuito, a Engenharia de Avaliações utiliza-se da metodologia científica de pesquisa e caracteriza-se como ferramenta indispensável para o avaliador, orientando-o na escolha das informações de interesse, na forma de coleta, análise e tratamento de dados. Para a obtenção dos resultados, requerem-se um planejamento prévio, levantamento bibliográfico, delimitação da área de mercado a ser explorada, definição das variáveis significativas para o modelo, obtenção de uma amostra confiável e tratamento científico por inferência estatística. O estudo indica que os apartamentos tratados ainda carecem da utilização de recursos sustentáveis em sua construção, e como justificativa, os investidores alegam que o custo de implantação é inviável para os padrões locais. Embora, as edificações que fazem o uso destas alternativas apontem maior valor venal, elas agregam benefícios econômicos e elevam a qualidade de vida de seus usuários. Ademais, com relação à arrecadação de alíquotas imobiliárias, existe uma ampla defasagem nos valores venais apresentados pelos órgãos públicos em suas avaliações contrapondo-se aos do modelo estatístico desenvolvido, e conseqüentemente, geram-se prejuízos econômicos a sociedade e desvaloriza a justiça social.

**Palavras-chave:** Avaliações imobiliárias. Tributações imobiliárias. Variáveis sustentáveis.

## **ABSTRACT**

Faced with the current real estate scenario, the sustainable progress has been presented as an alternative for the differentiation of developments in the real estate market. Also, to promote environmental preservation, tax exemptions for sustainable properties have been proposed as a proposal to reduce part of real estate taxes. The objective of this work is to develop an appraisal model of apartments for a small city by inserting sustainable variables. In addition, this model will serve as a basis for analyzing the market values of the real estate valuations carried out by the municipal government and its due tax collections. For this purpose, the real estate appraisal uses the scientific methodology of research and is characterized as an indispensable tool for the evaluator, guiding it in the choice of information of interest, in the form of data collection, analysis and treatment. To obtain the results, it is required a previous planning, bibliographic survey, delimitation of the market area to be explored, definition of significant variables for the model, obtaining a reliable sample and scientific treatment by statistical inference. The study indicates that treated apartments still lack the use of sustainable resources in their construction, and as justification, investors claim that the cost of implementation is infeasible to local standards. Although the buildings that make use of these alternatives point to higher market value, they add economic benefits and raise the quality of life of their users. In addition, with respect to the collection of real estate rates, there is a wide gap in the venal values presented by the public agencies in their evaluations, in opposition to those of the developed statistical model, and consequently, economic losses are generated in society and devalues social justice.

**Key-words:** Real estate appraisals. Real estate tax. Sustainable variables.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Níveis de correlação.....	28
Tabela 2 – Evolução das propriedades ambientais.....	35
Tabela 3 – Categorias do Selo Casa Azul.....	41
Tabela 4 – Variáveis de análise .....	54
Tabela 5 – Classificação da variável Localização .....	55
Tabela 6 – Composição da variável Sustentabilidade.....	56
Tabela 7 – Modelo de preços hedônicos para apartamentos.....	65
Tabela 8 – Significância dos regressores.....	66
Tabela 9 – Cálculo do modelo proposto .....	67
Tabela 10 – Comparativo de valores venais .....	69

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma da metodologia de avaliação.....	19
Figura 2 – Gráfico de linearidade .....	30
Figura 3 – Gráfico de normalidade .....	31
Figura 4 – Ponto influenciante.....	33
Figura 5 – Tripé da sustentabilidade .....	33
Figura 6 – Etapas do ciclo de vida de uma edificação .....	34
Figura 7 – Foto aérea do município de Flores da Cunha .....	49
Figura 8 – Localização de Flores da Cunha no mapa do Rio Grande do Sul.....	49
Figura 9 – Fluxograma da metodologia de execução.....	52
Figura 10 – Aposição dos apartamentos em imagem de satélite.....	58
Figura 11 – Preço x área total .....	60
Figura 12 – Preço x número de vagas .....	60
Figura 13 – Preço x localização .....	60
Figura 14 – Preço x andar .....	60
Figura 15 – Preço x sustentabilidade .....	61
Figura 16 – Preço x venda/oferta .....	61
Figura 17 – Preço x padrão construtivo.....	61
Figura 18 – Preço x esquina.....	61
Figura 19 – Preço x elevador .....	62
Figura 20 – Preço x cobertura.....	62
Figura 21 – Valores estimados <i>versus</i> resíduos padronizados .....	63
Figura 22 – Histograma de frequências dos resíduos padronizados.....	63

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>1.1 Tema</b> .....	<b>11</b>
<b>1.2 Delimitações do Trabalho</b> .....	<b>11</b>
<b>1.3 Problema</b> .....	<b>11</b>
<b>1.4 Objetivos</b> .....	<b>12</b>
1.4.1 Objetivo Geral .....	12
1.4.2 Objetivos Específicos .....	12
<b>1.5 Justificativa</b> .....	<b>12</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>14</b>
<b>2.1 Mercado Imobiliário</b> .....	<b>14</b>
<b>2.2 Avaliação de Imóveis</b> .....	<b>15</b>
<b>2.3 Método Comparativo Direto de Dados de Mercado</b> .....	<b>17</b>
2.3.1 Metodologia Científica .....	18
2.3.2 Conhecimento do bem avaliando .....	19
2.3.3 Planejamento da pesquisa .....	19
2.3.4 Coleta de dados de mercado .....	20
2.3.5 Identificação das variáveis .....	20
2.3.6 Tratamento de dados .....	23
<b>2.4 Modelos Hedônicos de Preços</b> .....	<b>23</b>
2.4.1 Inferência Estatística .....	25
2.4.2 Estimação dos modelos por Regressão Múltipla .....	26
2.4.3 Análise de precisão do modelo .....	26
2.4.4 Pressupostos Básicos .....	29
2.4.5 Apuração dos pressupostos básicos e resíduos .....	30
<b>2.5 Sustentabilidade no Mercado Imobiliário brasileiro</b> .....	<b>33</b>
2.5.1 Construção civil .....	37
<b>2.6 Ferramentas de Avaliação</b> .....	<b>40</b>
2.6.1 Selo Casa Azul .....	41
<b>2.7 Variável sustentabilidade</b> .....	<b>42</b>
<b>2.8 Tributação imobiliária</b> .....	<b>43</b>
2.8.1 Incentivos Fiscais e a preservação ambiental .....	45
<b>2.9 Visão Geral</b> .....	<b>46</b>

<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>48</b>
<b>3.1 Local de Estudo.....</b>	<b>48</b>
3.1.1 Dados de Flores da Cunha.....	50
<b>3.2 Metodologia Executiva.....</b>	<b>50</b>
3.2.1 Levantamento de dados de mercado .....	52
3.2.2 Coleta das amostras .....	53
3.2.3 Definição das variáveis.....	54
<b>4 APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>58</b>
<b>4.1 Verificação dos Pressupostos Básicos.....</b>	<b>59</b>
4.1.1 Linearidade.....	59
4.1.2 Normalidade .....	62
4.1.3 Homocedasticidade .....	63
4.1.4 Autocorrelação .....	64
4.1.5 Pontos influenciantes ou <i>outliers</i> .....	64
<b>4.2 Teste de significância e poder de explicação do modelo.....</b>	<b>64</b>
4.2.1 Teste F de <i>Fisher-Snedecor</i> .....	65
4.2.2 Teste <i>t</i> de <i>Student</i> .....	65
4.2.3 Poder de explicação .....	67
<b>4.3 Modelo estatístico .....</b>	<b>67</b>
<b>4.4 Comportamento de valores venais .....</b>	<b>68</b>
<b>4.5 Contribuição tributária e a sustentabilidade.....</b>	<b>71</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>73</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>74</b>
<b>APÊNDICE A – DADOS COLETADOS MODELO APARTAMENTOS .....</b>	<b>79</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O mercado imobiliário brasileiro vem crescendo notavelmente nos últimos anos e consolidou-se como um dos setores mais produtivos da economia na geração de negócios, renda e emprego (FLORÊNCIO, 2010).

Em uma transação imobiliária é habitual ocorrer imperfeições entre o valor do imóvel e o valor praticado na venda, visto que não existe uma concorrência perfeita. Desse modo, o valor do imóvel é retirado de uma média de transações equivalentes, a fim de otimizar o resultado para uma justa negociação (DANTAS, 2012).

Devido à grande diferenciação entre os bens imóveis (públicos, particulares ou empresariais), entende-se a necessidade de informes avaliatórios para subsidiar o profissional habilitado na tomada de decisões relativas ao seu uso e disposição, assim como em alternativas de investimentos (ABUNAHMAN, 2008).

Rocha (2010) afirma que a Engenharia de Avaliações é uma especialidade da Engenharia que integra conhecimentos nas áreas de Arquitetura, Ciências Sociais, Exatas e da Natureza, com objetivo de determinar tecnicamente o valor de um bem, de seus direitos, frutos e custos de reprodução.

De acordo com Dantas (2012), a Engenharia de Avaliações através de sua metodologia científica de pesquisa, é ferramenta indispensável para o avaliador, orientando-o na escolha das informações de interesse, na forma de coleta, análise e tratamento de dados, a fim de buscar modelos que expliquem a variabilidade observada nos preços dos imóveis em estudo. O autor destaca o subsidio dado na tomada de decisões com ênfase nos custos, valores e viabilidade para investimentos, abrangendo bens de qualquer natureza, como imóveis, hotéis, softwares, entre outros.

A competitividade no ramo imobiliário e os níveis de exigência dos clientes vêm aumentando, e por isso, as empresas necessitam se diferenciar dos demais concorrentes propondo ideias inovadoras em seus projetos. Segundo o Sindicato da Habitação (SECOVI, 2011), inserir aspectos de sustentabilidade nos empreendimentos pode trazer diversos benefícios, tais como o favorecimento para resultados econômicos, reconhecimento da imagem corporativa, diferenciais competitivos, além de elevar a qualidade de vida de seus usuários. Nesse contexto, as recentes certificações sustentáveis surgiram de forma a preconizar os

empreendimentos, de forma a garantir sua viabilidade econômica e tornando-se responsável por gerar impactos ambientais baixos.

De acordo com Leite Júnior (2009), espera-se que os acionistas comecem a considerar a substituição do lucro Máximo pelo Lucro Ótimo, através da implantação de políticas sustentáveis. Este pensamento traduz uma visão ética perante todas as partes interessadas (*stakeholders*), ao contrário de considerar importante apenas às metas e objetivos da empresa e os resultados financeiros de seus sócios.

Quando ocorrem as transações imobiliárias ou até mesmo as avaliações de imóveis, as questões sustentáveis frequentemente não são consideradas. Alguns elementos, tais como: área, profundidade, frente, topografia e localização, permitem organizar um conjunto compacto de variáveis.

Com relação à tributação imobiliária, não há isenções fiscais para edificações que possuam diretrizes sustentáveis. Além disso, a defasagem avaliatória para o cálculo do valor venal com relação ao valor de mercado, impacta diretamente no Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) e no Imposto de Transmissão de Bens Imóveis (ITBI), levando a uma inequidade econômica.

Portanto, considerando-se as questões tributárias, sustentáveis e arquitetônicas que englobam o ramo imobiliário, a seguir, estão apresentados os objetivos propostos e as justificativas que evidenciam o propósito desta pesquisa.

## **1.1 Tema**

Avaliação de imóveis.

## **1.2 Delimitações do Trabalho**

Avaliação de apartamentos para fins tributários com a inserção da variável sustentabilidade em Flores da Cunha, Brasil.

## **1.3 Problema**

Os aspectos sustentáveis e tributários possuem relevância sobre a avaliação de imóveis?

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo Geral**

Desenvolver um modelo avaliatório de apartamentos para fins tributários com a inserção da variável sustentabilidade.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- a) avaliar os aspectos tributários e sustentáveis no mercado imobiliário;
- b) analisar a defasagem de valores venais apresentados pela metodologia avaliatória da planta de valores genéricos (PVG) utilizada pela prefeitura municipal de Flores da Cunha – RS com o modelo estatístico desenvolvido;

## **1.5 Justificativa**

No momento atual, as atenções voltadas às questões ambientais estão cada vez mais elevadas e não é diferente no setor imobiliário. O desenvolvimento dos planos diretores municipais é um fator de grande importância para que as edificações possam ser executadas de forma a atender minimamente as questões sustentáveis. Da mesma maneira, esta pesquisa busca incentivar o desenvolvimento para maiores estudos na área, visto que as certificações são temas recentes e possuem poucos estudos com aplicação desta metodologia.

Ainda abordando o desenvolvimento urbano, quando se trata de valores venais em apartamentos, terrenos e casas, encontram-se resultados muito subjetivos na hora de avaliar um imóvel por não receberem um tratamento técnico do responsável pela avaliação.

No caso das negociações imobiliárias, esta diferença de valores, gera prejuízos econômicos para uma das partes interessadas na transação. Além disso, acarreta mudanças significativamente na tributação de compra e venda de imóveis (ITBI), e no pagamento do imposto predial e territorial urbano (IPTU).

Outro fator determinante na escolha da avaliação de imóveis como tema deste estudo foi devido à grande visibilidade no qual o assunto tem se apresentado, sendo implantado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT novas

técnicas a partir da NBR 14653 de 2011, que visa o aperfeiçoamento na determinação dos valores imobiliários.

Moreira (1997) afirma que as pessoas fazem avaliações simplificadas toda vez que compram ou comparam o preço de algum determinado produto. Isto comprova a importância desta ciência e o quanto ela está presente no dia a dia, tendo em vista que sempre se procura pagar o preço justo dos bens.

De acordo com Dantas (2012), as possíveis variáveis influenciadoras na formação do valor de um bem imóvel, são escolhidas a priori, através de conhecimentos adquiridos em trabalhos anteriores. Entretanto, podem existir fenômenos locais identificados, que exercem influência nesses valores. Através disso, surge a necessidade de mensurar a variável sustentabilidade devido à dinâmica imobiliária atual.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Mercado Imobiliário

Para Dantas (2012), o mercado imobiliário estrutura-se através de três componentes: os bens imóveis, as partes que almejam vendê-los e as partes ansiadas em adquiri-los. Harvey (1996) reforça a ideia anterior afirmando que o mercado imobiliário é um termo absoluto que agrega todas as transações entre os bens imóveis de um país.

Este mercado pode ser subdividido em diversos segmentos, como o mercado de locações, de compra e venda, o mercado de terrenos, de salas comerciais, de apartamentos, entre outros. (DANTAS, 2012)

Seguindo este pensamento, González (2003) sustenta a ideia de que o mercado imobiliário diverge dos demais mercados por possuir um conjunto de “bens compostos”, imóveis e terrenos com múltiplas características heterogêneas, e por isso, torna-se inviável a comparação direta entre as unidades.

Ainda segundo Dantas (2012), o mercado conhecido como perfeitamente competitivo ou de concorrência perfeita é aquele onde existem muitos vendedores, compradores e uma quantidade de bens equilibrada, sem que haja interferência destes componentes nos preços. O preço, neste caso, seria um preço justo, um valor justo que se pagaria por um bem naquele determinado instante.

Hoje no Brasil as avaliações imobiliárias são atributos legais de engenheiros civis e arquitetos, conforme embasa a Lei Federal nº 5914/66 (art7º. Item c) e a Lei Federal nº 12.378 por meio da resolução nº 51 atribuída pelo CAU/BR (Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil). Ainda que o profissional possua o embasamento técnico para a avaliação, salienta-se que o mercado imobiliário é imperfeito sobre o ponto de vista das mudanças, e deste modo, as cidades encontram-se continuamente em processo de transformação e os valores acompanham tais condições impostas (GONZÁLEZ, 2003).

González complementa que uma avaliação errônea pode causar equívocos sobre o delineamento urbano, em estudos de viabilidade econômica, demasia de pagamento do mutuário ou até mesmo, pela ausência de garantia em caso de inadimplência. Moreira (1997) argumenta ainda que a avaliação de imóveis não é uma ciência exata e a determinação do valor de mercado estará sujeito a diversos

tipos de incertezas. Deste modo, leva-se em conta uma estimativa para o valor de um imóvel baseado no bom julgamento e conhecimento do profissional.

A conceituação das terminologias valor, custo e preço, são abordadas no mercado imobiliário, e por essa razão, buscou-se salientar as acepções entre cada uma delas por meio de autores renomados no assunto.

Conforme Berrini (1960), o termo valor não possui definição precisa e decorre de causas variáveis, sendo na maior parte de origem psicológica e não vulneráveis de serem medidas ou comparadas.

Para Fiker (1993), a relação entre as necessidades econômicas do homem e a quantidade de bens disponíveis para satisfazer essa vontade, conceituam o termo valor.

Uma das espécies de valor mais abrangentes na sociedade é o valor de mercado, que resulta da livre ação dos fatores e forças econômicas da lei da oferta e procura. Este valor é avaliado pela importância dada pelo indivíduo a um determinado bem, considerando sua utilidade, raridade e possibilidade de troca. (BERRINI, 1960)

Moreira (1997) define o termo preço como a quantia paga pelo comprador ao vendedor em uma transação. O autor também define o termo custo, sendo a quantia paga pelos bens e serviços que demandam a criação ou produção de um bem.

Por conseguinte, o preço é a quantia que o comprador se propõe a pagar inicialmente por um bem. Devido às relações mercadológicas, interesse da outra parte envolvida, ou capacidades financeiras, o preço que se paga pode não possuir relação direta com o valor atribuído por outros para aquele bem (GERHARDT, 2014).

## **2.2 Avaliação de Imóveis**

Segundo Abunahman (2008, p.10),

uma avaliação, é o processo e resultado de uma tentativa de responder a uma ou mais perguntas específicas sobre os valores definidos das partes de um imóvel, sua utilidade ou conformação e possibilidade de venda. Esse conceito permite a aplicação do termo a qualquer estimativa, seja ela uma conclusão fundamentada com bases na evidência, ou simplesmente uma opinião pessoal. A confiabilidade de uma avaliação depende da competência e da integridade básica do avaliador, da disponibilidade de dados pertinentes à mesma e da habilidade com que esses dados forem computados e analisados.

O objetivo da avaliação de imóveis é determinar o valor de um bem, de seus direitos, frutos e custos de reprodução. A Engenharia de Avaliações reúne um conjunto de conhecimentos avançados das áreas de arquitetura e engenharia para subsidiar a decisão (DANTAS, 2012).

Conforme Moreira (1997), dentre os campos de atuação do avaliador de imóveis, destacam-se:

- a) Perícias Judiciais;
- b) Financiamentos bancários garantidos por hipoteca;
- c) Organização de empresas através de integralização de capital por meio de imóveis;
- d) Apólices de seguros, na determinação de prêmio pago à seguradora ou para o cálculo de danos sofridos em uma propriedade sinistrada;
- e) Cálculo de impostos.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) por meio da NBR 14653-2 (2011) presume os principais métodos para identificação do valor de um bem, seus frutos e direitos, são:

- a) Método Comparativo Direto de Dados de Mercado;
- b) Método Involutivo;
- c) Método Evolutivo;
- d) Método de Capitalização da Renda.

De acordo com González (2003), as avaliações podem ser divididas quanto à sua finalidade, em as avaliações individuais (escala reduzida de imóveis), avaliações em massa (planta de valores) e estudos de mercado.

Ainda segundo o autor, os métodos avaliativos dividem-se em dois grupos: diretos e indiretos. Os métodos diretos fundamentam-se pela comparação direta de transações semelhantes no mercado ou pelo custo de reprodução de um bem, enquanto que os métodos indiretos se baseiam na renda que pode ser gerada pelo imóvel, ou em sua capacidade de aproveitamento.

A escolha pela metodologia mais adequada varia de acordo com a fundamentação das condições mercadológicas com que se defronta o avaliador,

pelas informações coletadas e pela natureza do serviço que se pretende desenvolver. (DANTAS, 2012)

Fiker (2008) recomenda utilizar o método comparativo, onde o valor do imóvel é obtido pela comparação de dados de mercado relativos a outros com características similares.

### **2.3 Método Comparativo Direto de Dados de Mercado**

O método comparativo consiste em estimar tecnicamente o valor de um imóvel ou de suas partes construtivas mediante a comparação de dados de mercado assemelhados quanto às características intrínsecas e extrínsecas. (DANTAS, 2012)

Fiker (2008) complementa que os atributos desses dados influenciam diretamente no cálculo do valor desejado e devem ser homogeneizados para torná-los comparáveis. Trata-se de empregar coeficientes corretivos ao preço do terreno perante condições de oferta ou transação para um preço onde o terreno estivesse em dimensões ideais. Dentre estes atributos, destacam-se:

- a) Condições de pagamento (à vista ou a prazo);
- b) Elasticidade de valor da oferta (fator fonte);
- c) Profundidade equivalente (fator profundidade);
- d) Frente (fator frente);
- e) Localização (fator de transposição);
- f) Data de oferta ou da transação (fator de atualização).

Segundo González (2003), após ser coletado um número razoável de dados de mercado para a formação da amostra, quatro procedimentos podem ser adotados para se obter um valor de imóvel com este método:

- a) Homogeneização de fatores;
- b) Avaliação simplificada;
- c) Aplicação de técnicas de inteligência artificial;
- d) Modelos baseados em inferência estatística.

González (1997) afirma que a aplicação de modelos baseados na estatística inferencial é o procedimento mais utilizado dentre os citados acima. A partir dele e com os dados de transações imobiliárias semelhantes da região em um mesmo período, pode-se chegar a um resultado confiável.

Este método é usual em avaliações de terrenos, podendo também ser empregado em unidades padronizadas (apartamentos e escritórios) e em unidades não padronizadas (FIKER, 2008).

Ainda segundo Fiker (2008), previamente a aplicação para unidades padronizadas, é preciso calcular a incidência do valor do terreno sobre o imóvel.

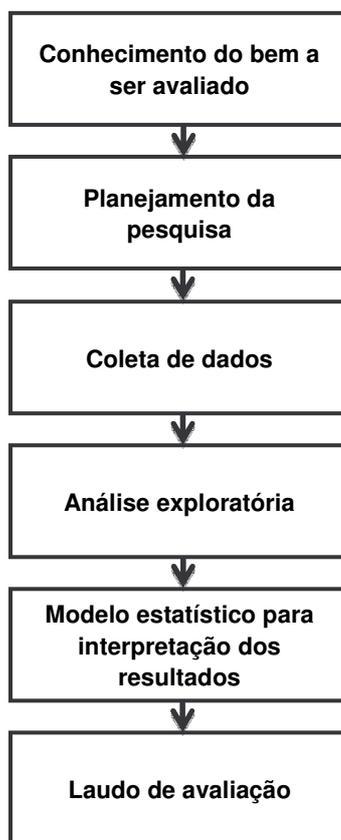
No entender de Dantas (2012), qualquer imóvel pode ser avaliado por esse método, desde que, exista uma amostra considerável de dados e que os mesmos sejam confiáveis, de modo a serem utilizados estatisticamente como parte do mercado.

O fator primordial para avaliação de terrenos é a sua capacidade de produzir renda conforme seja seu aproveitamento. O aproveitamento de terrenos urbanos pode ser para fins de habitação, comerciais ou industriais (BERRINI, 1960).

### 2.3.1 Metodologia Científica

A metodologia de uma avaliação pode ser explicada através do fluxograma apresentado na figura 1 (DANTAS, 2012).

Figura 1 – Fluxograma da metodologia de avaliação



Fonte: Dantas (2005) adaptado pelo autor.

### 2.3.2 Conhecimento do bem avaliando

É fundamental o conhecimento do objeto de pesquisa, e por isso, faz-se necessário uma vistoria no local para levantamento das características físicas e locais. O objetivo dessa fase é identificar previamente as possíveis variáveis que formam os preços dos bens de mesma natureza (DANTAS, 2012).

### 2.3.3 Planejamento da pesquisa

O avaliador deve refletir sobre as possíveis hipóteses nas quais as características possam interferir na formação do preço do imóvel. Em seguida, o responsável técnico deve elaborar um plano de pesquisa, contendo a estratégia de pesquisa e as etapas a serem seguidas (DANTAS, 2012).

Dantas (2012) conclui que cada característica considerada expressiva constitui uma hipótese baseada na experiência do avaliador, porém, novas proposições teóricas podem surgir.

#### 2.3.4 Coleta de dados de mercado

O correto emprego do método comparativo depende fundamentalmente de uma pesquisa de dados abrangentes. É com base nas informações coletadas que o processo avaliatório será embasado, e desta forma, cabe ao avaliador buscar um amplo conjunto de dados confiáveis, tornando mínima a probabilidade de equívocos no restante do processo (DANTAS, 2012).

González (2003) considera que as vistorias locais são as melhores maneiras de obter dados confiáveis, visto que, múltiplas informações podem ser recolhidas.

Fiker (1993) destaca que as transações e os anúncios de ofertas são fontes de informações que podem ser encontradas em imobiliárias, através de corretores, em cartórios de registros, nos anúncios de jornais e em tabelionatos.

#### 2.3.5 Identificação das variáveis

Nesta fase são verificadas as variáveis relevantes para explicar a tendência de formação de um valor. Além disso, a escolha das variáveis permite diferenciar os imóveis sob diversos aspectos.

Segundo Soto (2014), para a identificação das principais variáveis responsáveis pela variação de preços observada no mercado imobiliário, é imprescindível que o profissional esteja a par das políticas públicas, tenha conhecimento do mercado e das ferramentas de análise estatística, possua um banco de dados consistente e atualizado, domine os conceitos e tipos de variáveis passíveis de utilização, formule hipóteses, tenha familiaridade com o uso de computadores e possua capacidade crítica para analisar os resultados.

González (2003) salienta que o reconhecimento das variáveis e a seleção de bens comparáveis ao imóvel avaliando são fatores determinantes no resultado das avaliações. Quando ocorre o levantamento de dados, os atributos que compõem a precificação de imóveis são derivados de duas classes distintas, formados por avaliadores e por compradores. Deste modo, o autor acredita que uma elevada parcela dos elementos vulgarmente utilizados na prática avaliatória não são, aqueles que induzem a tomada de decisões dos clientes no processo de aquisição dos imóveis.

Dentre os atributos considerados relevantes na opinião dos compradores e que usualmente não compreendem os trabalhos avaliatórios, estão presentes a orientação solar, espaço amplo na área de serviço, quantidade saliente de pontos elétricos e hidráulicos, instalação de água quente, confiabilidade da empresa responsável e isolamento acústico.

Pelo contrário, os atributos localização, número de vagas de estacionamento, área, idade, estado de conservação, acabamento, padrão construtivo das edificações vizinhas, acessibilidade e infraestrutura urbana do entorno, são altamente utilizados pelo grupo de avaliadores. Porém, o estado de conservação, a idade do imóvel, o padrão dos prédios vizinhos e os equipamentos de infraestrutura urbana não demonstram interesse entre os consumidores (GONZAGA, 2003).

O autor ainda conclui que o atributo de localização dos imóveis recebe um elevado grau de importância por ambos os grupos, mesmo embora, entenda que ocorrem divergências na identificação das características pontuais desta variável. De acordo com os avaliadores, o padrão dos imóveis no entorno e à proximidade do mesmo diante do comércio de pequeno e médio porte são os aspectos que qualificam este atributo, enquanto que os compradores valorizam a oferta de transporte coletivo e com a proximidade do local de trabalho. (GONZAGA, 2003).

As variáveis podem ser classificadas como dependentes ou explicadas, quando recebem influência de outras variáveis e independentes ou explicativas, quando afetam as dependentes (SOTO, 2014).

A NBR 14653-2 (2011) exemplifica a variável dependente pelas formas de expressão dos preços praticados no mercado (preço total ou unitário, moedas de referência, etc.) e como variáveis independentes os referentes aspectos físicos (frente, área, etc.), locacionais (logradouro, bairro, distância a um polo de influência, etc.) e econômicas (época, oferta ou transação, condições de pagamentos, etc.).

Segundo Soto (2014), as variáveis explicativas dividem-se em:

- a) Quantitativas
- b) Qualitativas
- c) Proxy
- d) Dicotômicas

De acordo com González (1997), as variáveis quantitativas são medidas em uma escala numérica conhecidas, sendo elas: área da edificação, área do terreno, frente do terreno, número de dormitórios, entre outras.

Neste contexto, Bond, Seiler e Seiler (2009), em pesquisa sobre a precificação imobiliária de casas residenciais próximas ao Lago Erie, ressaltam que as variáveis: número de quartos, número de banheiros, idade, área construída, tamanho do lote e a qualidade da vista, possuem ampla significância sobre o preço de venda dos imóveis e sendo assim, devem integrar às variáveis nos modelos de regressão.

As variáveis qualitativas representam qualidades ou conceitos aos quais se relacionam valores numéricos, tais como: padrão, conservação, localização, etc. Para a quantificação, faz-se necessário que seja estabelecida uma codificação numérica (SOTO, 2014).

A respeito das variáveis qualitativas, a localização se destaca por sua significância na precificação de um imóvel. Conforme afirma Zabel e Kiel (2008), a habitação é um bem incomum com três dimensões: heterogeneidade, durabilidade e imobilidade. Diante desse conceito, a imobilidade faz com que esta característica do imóvel seja determinante para seu valor. Isto se deve ao fato de que o comprador adquire a habitação concomitantemente ao local onde o bem está situado. Nessas condições, são fatores condicionantes sobre a variável localização: temperatura, proximidade com os corpos de água, atrações culturais, qualidade de vida local, qualidade dos serviços e bens públicos e as características dos moradores de um determinado bairro.

Em conformidade com a NBR 14653-2 (2011), as variáveis *proxy* substituem outras variáveis de difícil mensuração e guardam uma relação de pertinência, tais como localização, padrão construtivo (CUB), o nível de renda da população de um determinado bairro para expressar sua localização, etc.

A última subdivisão trata das variáveis dicotômicas, binárias ou *dummies*, que necessariamente assumem apenas dois valores e são utilizadas para indicar a presença ou ausência de determinado atributo. Como exemplo, menciona-se a dependência de empregada, a vista panorâmica, a presença de elevador, a existência ou não de garagem, oferta ou transação, etc. (SOTO, 2014).

A NBR 14653-2 (2011) preocupa-se quanto ao uso indiscriminado das variáveis qualitativas e recomenda a adoção de variáveis quantitativas sempre que

admissível. Os códigos alocados, aqueles compostos por números naturais de ordem crescente (1,2.3...), em função da importância das características formadoras de valor, não são os preferidos pela norma vigente, porém são os mais encontrados em laudos de avaliações, assim como os que carregam a maior subjetividade.

Segundo González (1997, p.58),

as informações obtidas são transformadas em medidas numéricas, possibilitando a comparação objetiva dos imóveis através das técnicas estatísticas, ou mesmo pela homogeneização de fatores.

### 2.3.6 Tratamento de dados

Diante de uma amostra de imóveis com características heterogêneas entre si e em relação ao bem a ser avaliado, o avaliador deve proceder com o tratamento destes informes, a fim de se obterem dados passíveis de comparação direta (DANTAS, 2012).

A NBR 14653-1 (2001) sugere que o tratamento dos dados, utilize-se em função da qualidade e da quantidade de dados disponíveis, um dos dois tratamentos:

- a) Por fatores
- b) Métodos científicos

O tratamento por fatores utiliza a redução da heterogeneidade das amostras coletadas no mercado através da homogeneização de fatores. O tratamento científico baseia-se em técnicas de inferência estatística, com o propósito de elaborar modelos que expliquem o mercado de uma determinada região (DANTAS, 2012).

## 2.4 Modelos Hedônicos de Preços

Os preços hedônicos, segundo Besanko et al. (2006, p.417), determinam o valor dos atributos de um imóvel particular através da utilização de dados de mercado oriundos de aquisições efetuadas por compradores. O autor conclui que o

termo *hedônico* é proveniente do termo *hedonismo*, e assim, o prazer contemplado pelo consumidor depende do nível de atributos que o bem adquirido possui.

Sheppard (1997) acrescenta que os preços hedônicos são estimados por duas razões principais, sendo a primeira delas, para o uso de índices de precificação em geral que representam as mudanças na qualidade dos bens produzidos. A segunda refere-se ao insumo, na análise da demanda do consumidor por atributos de bens heterogêneos.

Os modelos hedônicos têm sido aplicados para avaliar as particularidades de mercados residenciais urbanos, pois se estendem a valores implícitos destas características nas unidades residenciais. Esses modelos empregam as análises de regressões clássicas, onde os preços de venda das unidades são retomados em função da mensuração de seus atributos, estipulando-se o valor de mercado das características de um bem imóvel (SARTORIS NETO, 1996).

González (2002) afirma que devido à grande heterogeneidade encontrada nos mercados imobiliários, os modelos hedônicos são amplamente utilizados no entendimento comportamental destes mercados. Os preços implícitos de cada característica, tais como idade, localização e área, são gerados e, assim, os preços de outros imóveis deste mercado podem ser estabelecidos através da importância de seus atributos. Desta forma, é possível identificar a influência de cada característica na formação de um preço em uma determinada propriedade.

Com base na ideia anterior, González e Formoso (2006) entendem que estes modelos hedônicos geram modelos adequados para a análise de mercado, embora, possam se defrontar com imprecisões nas transações entre diferentes submercados. Nestes casos, os sistemas de regras difusas constituem uma forma considerável de aperfeiçoar essas imprecisões e permitem refinar a precisão dos modelos de avaliação. Estes sistemas são construídos através de abordagens híbridas, fazendo uso de algoritmos genéticos ou redes neurais.

O autor complementa que para haver boa precisão em modelos de regressão, o avaliador deve encontrar as características mais determinantes do mercado imobiliário e dos bens imóveis, e assim, identificar os valores de precificação para cada um dos atributos que ele julgar serem relevantes para a disposição dos valores de mercado (GONZÁLEZ, 1997).

De acordo com Rosen (1974 apud FÁVERO et al., 2008) espera-se que os consumidores de maior renda adquiriram maiores quantidades de características. O

modelo, por consequência, conduz uma natural segmentação de mercado, de forma que, os consumidores com disponibilidades de aquisição semelhantes optam por produtos com atributos semelhantes.

#### 2.4.1 Inferência Estatística

Moreira (1997) define a regressão como um processo desenvolvido pela análise estatística a fim de determinar o valor de uma variável desconhecida a partir de valores conhecidos de outras. Quando o valor da variável desconhecida depende somente de uma variável conhecida e tem-se entre elas uma relação linear, chama-se de regressão linear simples. Quando o valor da variável desconhecida depende de mais de uma variável conhecida, chama-se de regressão linear múltipla.

Desse modo, Pereira e Araújo (2012) argumentam que em estudos do mercado imobiliário, é comum utilizar modelos de regressão linear múltipla, com a finalidade de analisar uma variável de interesse (Y) em função das variáveis independentes (x).

Dantas (2012) concorda com o argumento anterior e afirma que em engenharia de avaliações habitualmente trabalha-se com modelos de regressão múltipla, haja vista a multiplicidade de fatores que interferem nos preços de um bem.

Para Moller (1995), a introdução da metodologia de inferência estatística como ferramenta aplicada à Engenharia de Avaliações, possibilitou uma maior precisão nos valores dos imóveis e o uso de características científicas. Tal caráter é atingido pelo emprego das equações de regressão múltiplas, definidas a partir da amostra da população de imóveis em estudo. Com a massificação do uso dos computadores, é viável que se tenha análises de grandes quantidades de informações, com maior confiabilidade e em reduzido espaço de tempo, como demandam as avaliações coletivas.

Ainda segundo González (1997), a equação algébrica que relaciona a variável dependente ( $Y_i$ ) e as independentes ( $X_{ij}$ ) baseia-se no modelo linear clássico da regressão múltipla, sendo dado pela Equação 1.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 * X_{1i} + \beta_2 * X_{2i} + \dots + \beta_k * X_{ki} + \epsilon_i \quad (i=1,2,\dots,n) \quad (1)$$

Onde:

$Y_i$  = variável dependente ou explicada;

$X_i$  = variáveis independentes ou explicativas;

$\beta_i$  = parâmetros populacionais estimados;

$\epsilon_i$  = erros aleatórios ou resíduos do modelo.

Como não existem formas de determinar e aplicar todos os dados de mercado de uma população  $m$  procede-se uma estimativa por inferência estatística dos parâmetros populacionais, a fim de se obter uma amostra formada pelo subconjunto de  $n$  elementos (DANTAS, 2012).

González (1997) afirma que após definido o modelo de regressão, pode ser procedida à estimativa para o valor do imóvel. O autor ainda adverte que as extrapolações são perigosas e por isso, para cada variável considerada (área, idade, etc.), os valores correspondentes ao imóvel avaliado devem estar próximos ao centro de intervalo da amostra.

#### 2.4.2 Estimação dos modelos por Regressão Múltipla

De acordo com González (1997), o modelo apresenta uma parcela de erro no momento em que ele oferece uma estimativa (variável resposta) do valor médio em cada situação desejada. O erro do modelo é chamado de resíduo ou desvio, e segundo o autor, é a diferença entre a observação da realidade e o valor calculado (por inferência ou predição). Usualmente adota-se o Método dos Mínimos Quadrados (MMQ) como técnica de determinação dos coeficientes das equações previamente a inferência dos valores de mercado dos imóveis.

Moreira (1997) cita o MMQ como um processo matemático no qual é possível obter a linha reta que melhor se ajuste ao número de observações feitas.

#### 2.4.3 Análise de precisão do modelo

González (1997) recomenda o uso de parâmetros para julgar a representatividade da amostra em relação à realidade.

Segundo a NBR 14653-2 (2011), para a determinação da precisão do modelo devem ser observados os testes de significância e de poder de explicação.

Primeiramente são analisados os aspectos dependentes de medidas objetivas e testes de hipóteses (GONZÁLEZ, 1997). Num segundo momento, no item 2.4.3 deste estudo, verifica-se os pressupostos básicos baseados nos resíduos do modelo.

- Análise de Variância (F)

A análise de variância é realizada através do Teste do modelo F de *Fisher-Snedecor* por meio de uma comparação entre a variação explicada e a variação não explicada da variável dependente. Essa associação possui distribuição F, com  $k$  e  $(n-k-1)$  graus de liberdade, sendo  $k$  o número de regressores e  $n$  o tamanho da amostra. Posto isto, tem-se a comparação do F calculado com o F tabelado. Se  $F_{cal}$  for maior que o  $F_{tab}$  rejeita-se a hipótese nula de não existência de relação linear, isto é, se aceita a equação de regressão (GONZÁLEZ, 1997).

- Teste das Variáveis Explicativas ( $t$ )

O teste é baseado na estatística  $t$  de *Student* e tem a função de determinar a influência de um determinado coeficiente individual no modelo de regressão múltipla (GONZÁLEZ, 2003).

Ainda segundo González (1997), o cálculo é executado comparando o  $t$  tabelado do modelo, considerando o número de regressores e o tamanho da amostra, com o  $t$  calculado,  $t_{(n-k-1)}$ . Desse modo, caso a diferença entre  $t_{tab}$  e  $t_{cal}$  for maior que zero, rejeita-se a hipótese nula de não significância do parâmetro.

- Coeficiente de Determinação ( $R^2$ )

De acordo com Dantas (2012), o coeficiente de determinação informa o poder de explicação do modelo em função das  $k$  variáveis independentes consideradas e encontra-se no intervalo  $[0,1]$ .

González (1997) explica que o coeficiente de determinação é a medida relativa de adequação do ajuste. Pode ser descrita como a relação entre a variação

explicada na equação de regressão múltipla e a variação total da variável dependente. O cálculo desse coeficiente é dado através da Equação 2.

$$R^2 = \frac{\text{Variação explicada}}{\text{Variação total}} \quad (2)$$

Considera-se um modelo com apenas uma variável e o valor de  $R^2$  é, por exemplo, 0,7, isso significa que 70% da variação dos preços observados são explicados por essa variável (DANTAS, 2012).

- Coeficiente de Correlação (r)

O coeficiente de correlação corresponde à relação entre duas ou mais variáveis e é obtido através da raiz quadrada do coeficiente de determinação. O resultado do coeficiente de variação varia de -1 a +1 e quanto mais próximo de 1 em módulo, maior será a dependência linear entre as variáveis. Da mesma maneira, quanto mais próximo de zero, menor será a dependência (GONZÁLEZ, 2003).

Para  $r > 0$ , tem-se uma correlação direta representada por uma reta crescente;

Para  $r = 0$ , tem-se uma correlação nula, representada por uma reta horizontal;

Para  $r < 0$ , tem-se uma correlação inversa, representada por uma reta decrescente.

Os níveis de correlação entre as variáveis pela classificação do coeficiente de correlação são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Níveis de correlação

Valor	Correlação
$R = 0$	Nula
$0 <  r  \leq 0,3$	Fraca
$0,3 <  r  \leq 0,6$	Média
$0,6 <  r  \leq 0,9$	Forte
$0,9 <  r  < 1$	Fortíssima
$ r  = 1$	Perfeita

Fonte: González (2003).

#### 2.4.4 Pressupostos Básicos

A NBR 14653-2 (2011) estabelece algumas condições básicas para que se obtenham avaliações eficientes, consistentes e não tendenciosas, sendo elas:

a) para evitar a micronumerosidade, utiliza-se um número mínimo de dados ( $n$ ) no modelo em relação ao número de variáveis independentes ( $k$ ):

- $n \geq 3(k+1)$
- para  $n \leq 30$ ,  $n_i \geq 3$
- para  $30 < n \leq 100$ ,  $n_i \geq 10\% n$
- para  $n > 100$ ,  $n_i \geq 10$

Onde:

$n_i$  indica o número de dados da mesma característica, no caso de utilização de variáveis dicotômicas e variáveis qualitativas expressas por códigos alocados ou códigos ajustados;

- b) os dados devem ser bem distribuídos para cada variável no intervalo amostral, de modo a equilibrar a amostra;
- 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 independentes, isto é, eles não se correlacionam;
- f) todas as variáveis importantes devem estar incorporadas no modelo;
- g) não deve existir correlação entre o erro aleatório e as variáveis independentes do modelo;
- h) possíveis pontos influenciantes (*outliers*), ou aglomerados deles, devem ser investigados e se retirados devem apresentar justificativa.

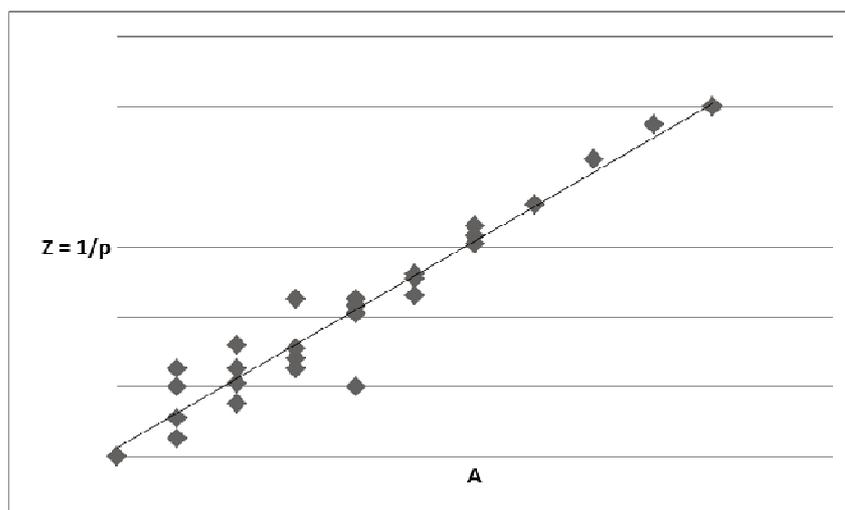
#### 2.4.5 Apuração dos pressupostos básicos e resíduos

- Linearidade

O comportamento do gráfico da variável dependente deve ser analisado em relação a cada variável independente. As variáveis X e Y do modelo irão formar uma função linear entre a variável dependente e a independente (GONZÁLEZ, 1997). A Figura 2 apresenta o gráfico de função linear relacionando as variáveis citadas.

De acordo com Dantas (2012), os modelos que não possuem linearidade são simplesmente ajustados através da transformação das escalas de medições das variáveis.

Figura 2 – Gráfico de linearidade



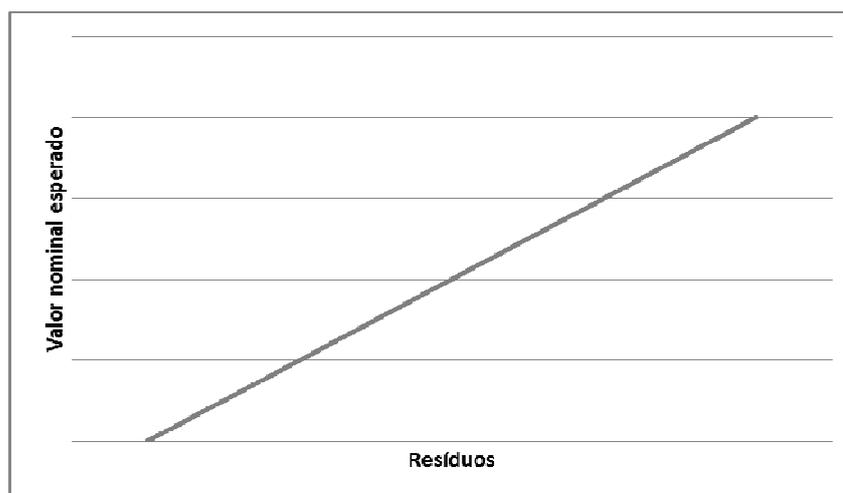
Fonte: Dantas (2012), adaptado pelo autor.

- Normalidade

González (1997) clarifica que os gráficos estatísticos possuem uma reta de referência (curva normal) e acima dela estão dispostos os resíduos do modelo. Deste modo, quando os resíduos se aproximam dessa reta referência, maior será a confiança na normalidade do modelo.

A distribuição normal é amplamente utilizada em modelos matemáticos, conforme cresce o tamanho da amostra, a distribuição amostral das médias tende à distribuição normal (Figura 3), independente da distribuição da população original (RIBEIRO, 2003).

Figura 3 – Gráfico de normalidade



Fonte: González (2003), adaptado pelo autor.

- Homocedasticidade

Para Gujarati (2000), o termo Homocedasticidade exprime igual dispersão ou igual variância. Os erros devem ser variáveis aleatórias com variância constante.

González (1997) preconiza que os erros encontrados no modelo de regressão possuam variância constante. A variância é incumbida de omitir a chance de que as distribuições das perturbações cresçam ou diminuam, diretamente ou inversamente, com a variável dependente.

Ainda segundo o autor, é concebível analisar a constância da variação dos erros pelo gráfico dos erros versus os valores ajustados pela equação.

- Autocorrelação

Quando os erros dispostos no modelo são correlacionados com os valores anteriores ou posteriores de uma mesma série, podemos comprovar a existência da autocorrelação entre eles (GONZÁLEZ, 1997).

A autocorrelação pode ser causada pela má especificação do modelo de regressão ou pela eliminação das variáveis expressivas para a análise. Sabendo que os dados observados no mercado imobiliário não são ordenados sob nenhum aspecto, é improvável que ocorram problemas no modelo.

- Multicolinearidade

González (1997) define que a multicolinearidade é verificada quando o modelo de regressão apresenta uma relação linear entre duas ou mais variáveis. Ela provoca inversão dos sinais sobre os coeficientes de regressão, e deste modo, impossibilitam o uso dos modelos para análise de mercado ou previsão de valores, uma vez que os coeficientes perdem sua confiabilidade. O problema da colinearidade não é estatístico, e sim da amostra de dados coletados.

- Pontos influenciantes ou *outliers*

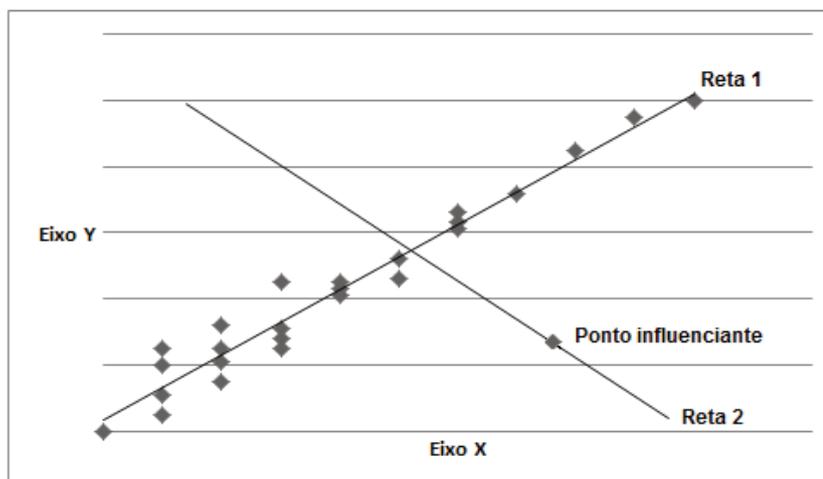
Conforme Dantas (2012), *outlier* é um dado que contém grande quantidade de resíduos quando comparado aos demais dados da amostra.

Segundo González (1997), a variação entre os valores calculados pela inferência estatística e os valores da variável dependente é chamada de resíduo. O modelo se torna mais consistente à medida que o resultado dos resíduos encontrados vai se aproximando de zero.

Dantas (2012) sustenta a ideia de que quando se trabalha com dados imobiliários, os pressupostos básicos mais comumente encontrados são: à falta de normalidade, heteroscedasticidade e autocorrelação. Esse fato provoca sucessivas divergências entre os resultados obtidos nas análises estatísticas e nos valores reais de mercado.

A Figura 4 demonstra um ponto influenciante apartada dos demais dados da amostra, estando sobreposto a uma Reta 2.

Figura 4 – Ponto influenciante



Fonte: Dantas (2012), adaptado pelo autor.

## 2.5 Sustentabilidade no Mercado Imobiliário brasileiro

O Relatório *Brundtland – Our common future*, de 1987, define o Desenvolvimento Sustentável como a relação entre a satisfação das necessidades atuais sem comprometer as futuras gerações (WCED, 1987 apud GODOI, 2012).

No contexto atual, existem inúmeras definições para o termo sustentabilidade, embora, a mais usualmente utilizada assenta-se no Tripé da Sustentabilidade, que se estrutura por intermédio de três dimensões: ambiental, social e econômica, como mostra a Figura 5. Portanto, para que um empreendimento seja considerado sustentável, estas dimensões devem estar em equilíbrio e que produza um resultado socialmente justo, ambientalmente correto, economicamente viável e culturalmente aceito (SINDICATO DA HABITAÇÃO - SECOVI, 2011).

Figura 5 – Tripé da sustentabilidade



Fonte: Joal Teitelbaum (2017).

Ainda segundo o SECOVI (2011), as atividades sustentáveis em empreendimentos incluem desde a seleção do território, deliberações de projeto, técnicas de construção, práticas quanto ao uso e operação do espaço construído, hábitos dos usuários, procedimentos de manutenção e estratégias voltadas a destinação dos materiais ao encerramento de vida útil, ou seja, abrangendo toda a cadeia deste setor. A Figura 6 ilustra as fases do ciclo de vida de uma edificação, conforme definidas pela NBR ISO 12006 (2001).

Figura 6 – Etapas do ciclo de vida de uma edificação



Fonte: Csillag (2011) apud SECOVI (2011).

Com relação aos fatos históricos relacionados à sustentabilidade, a década de 70 foi marcada por diversas adversidades ambientais decorrentes da crise do petróleo, do ritmo acelerado da produção industrial, pelo crescimento desordenado da população e conseqüentemente de sua ocupação em áreas urbanas (MANTOVANI, 2010).

Ainda de acordo com o autor, esses fatos foram significativos para que houvesse uma preocupação com as questões ambientais, pois se tratam de recursos esgotáveis essenciais para o planeta em que vivemos.

Por esse motivo, Mantovani (2010) relata que algumas reuniões foram realizadas com o objetivo de propor soluções voltadas ao desenvolvimento sustentável. Dentre elas, destacam-se a Conferências das Nações Unidas sobre

Meio Ambiente, acordado no ano de 1972 em Estocolmo, a Convenção de Viena para a Proteção da Camada de Ozônio, feita em 1985, o Protocolo de Montreal cumprido em 1987, a Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento – ECO92, debatida em 1992 no Rio de Janeiro, a Conferência das Nações Unidas, realizada em Istambul, no ano de 1996, o Protocolo de Quioto tratado em 1997, a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável – RIO+10, discutido em 2002 na cidade de Johannesburgo e a Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas – COP15, realizado em Copenhague no ano de 2009.

Nesse contexto, Edwards (2004) afirma que o conceito de sustentabilidade passou a integrar novas prioridades ambientais, de modo que o ser humano esteja situado dentro do sistema natural, ao invés de analisar os problemas separadamente, como se fazia, por exemplo, na década de 70, onde a ênfase era a crise da energia. A Tabela 2 apresenta a definição das prioridades ambientais de acordo com as necessidades nas últimas décadas.

Tabela 2 – Evolução das propriedades ambientais

<b>Década</b>	<b>Prioridade ambiental</b>
1970	Escassez de energia
1980	Aquecimento global Conceito de desenvolvimento sustentável Destruição da camada de ozônio
1990	Distribuição e qualidade dos recursos hídricos Proteção das florestas tropicais Biodiversidade
2000	Saúde das cidades Desenvolvimento e construções sustentáveis Sustentabilidade e saúde do ser humano

Fonte: Edwards, 2004.

Para Eubank, os chamados Green Buildings (construções sustentáveis) emitem 40% menos CO<sub>2</sub> em comparação com as demais edificações (EUBANK, 2008 apud GODOI, 2012). Na mesma linha, em 2007 na cidade de Oslo (Noruega),

a Organização das Nações Unidas (ONU) concluiu que “Casas Verdes ajudam mais que o Protocolo de Kyoto” (FOLHA DE SÃO PAULO, 2007). O trecho a seguir destaca a declaração feita:

[...] uma boa arquitetura e a economia de energia em prédios poderiam fazer mais pelo combate ao aquecimento global do que todas as restrições de emissão de gases de efeito estufa definidas no Protocolo de Kyoto.

Conforme Corbella e Yannas (2003 apud MANTOVANI, 2010), a Arquitetura Sustentável moderna deveria ter embasamento na Arquitetura Bioclimática, onde fora realizada em meados do século passado, cujo objetivo era promover um ambiente construído com conforto físico, sadio e agradável, adaptado ao clima local, que minimizasse o consumo energético através de instalações com potências reduzidas e com a mínima produção de poluição.

Nesse cenário, para que as edificações sustentáveis se tornem uma realidade nacional, é imprescindível que haja comprometimento e conscientização dos agentes envolvidos: poder público, consumidores e organizações. Cabe ao Estado estimular as empresas envolvidas a alcançarem a sustentabilidade, através de leis e incentivos governamentais na valorização de empreendimentos que gerem impactos socioambientais reduzidos (LAURIANO; TELLO, 2011).

O Sindicato de Habitação (SECOVI, 2011) afirma que para o correto ordenamento dos espaços nas cidades, é preciso que haja um planejamento urbano formatado através de instrumentos de políticas públicas, como o Plano Diretor. Esses planos têm a função de elucidar diretrizes para o uso e ocupação de áreas dentro dos limites municipais. Desta maneira, o mercado imobiliário fica responsável por adequar-se a esses princípios e oferecer espaços urbanos para todos os segmentos sociais em constante comunicação com a sociedade. Assim, cabe ressaltar que os empreendimentos imobiliários são unidades que compõem as cidades e não podem ser considerados isoladamente ou dissociados do espaço urbano.

Seguindo este cenário, deve-se haver também, um diálogo claro e de transparência entre o poder público, as concessionárias e o setor privado, evitando que ocorra uma saturação urbana exemplificada pela ausência de oferta por infraestrutura, tais como, o abastecimento de água, concessão de saneamento básico, coleta de resíduos, energia, acessibilidade e mobilidade, conexão em

comércios e serviços, disposição de áreas verdes e equipamentos urbanos (SECOVI, 2011).

Outra forma de incentivo e promoção dos empreendimentos se dá através de certificações ambientais. Entende-se por elementos que permitem condições ao desenvolvimento mais sustentável, modificando o custo e operação da obra conforme o porte e a complexidade do projeto. Isso significa que para projetos de menor porte, o custo adicional poderá ser mais elevado, enquanto que em grandes empreendimentos essa medida pode ser diluída (FASTOFSKI, 2014).

Referências internacionais apontam que empreendimentos certificados apresentam reduções nos custos operacionais, podem apresentar valorização de seu preço perante o mercado imobiliário e um potencial aumento na taxa de locação. Pacheco (2012) ainda conclui que nos Estados Unidos ainda é possível ocorrer reduções nos custos dos seguros patrimoniais.

Entretanto, segundo Fastofski (2014) os empecilhos perante a consumação de um empreendimento sustentável não se baseiam meramente em conhecimento técnico, custos ou acesso por recursos materiais, mas pelo fato dos sistemas ou materiais incidirem diretamente a lucratividade dos envolvidos. Devido a esta razão, mesmo que haja uma questão de marketing para a empresa, é possível que não haja um retorno financeiro a altura dos investimentos, tampouco um retorno imediato, estando sujeito aos riscos da precificação das unidades habitacionais não estarem aptas a competir no mercado imobiliário.

Com base nestes argumentos, sugere-se novas alternativas em benefício às empresas com interesse em incrementar a sustentabilidade nos seus empreendimentos, e com isso, as isenções fiscais tornam-se incentivadores viáveis para este fim.

### 2.5.1 Construção civil

Os países em processo de desenvolvimento, onde se enquadram China, Brasil e Índia, apresentam-se em elevado crescimento no volume de construções. Esses resultados são decorrentes dos fatores econômicos favoráveis voltados a investimentos no setor da construção civil e por tratarmos de países com alto índice de déficit habitacional (MANTOVANI, 2010).

De acordo com a OECD (*Organisation for Economic Co-operation and Development*), se os países emergentes continuarem neste ritmo, em 2030 o Brasil, Índia, Rússia e China emitirão mais dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) do que os trinta países desenvolvidos participantes da organização.

Segundo Mantovani (2010), a atividade de construção não é prejudicial ao meio ambiente apenas com relação ao aquecimento global. Ele ainda cita as três atividades mais agressivas ao meio ambiente e que impactam diretamente na sociedade:

- a) consumo de matérias-primas naturais, que são extraídas, transportadas, processadas, e novamente transportadas para o local da obra;
- b) construção e demolição de edifícios, que geram uma quantidade de resíduos elevada;
- c) alto consumo de energia elétrica e água na fase de operação das edificações.

O Conselho Brasileiro da Construção Sustentável (CBCS) complementa a ideia anterior afirmando que os edifícios no Brasil gastam 21% da água consumida no país, sendo grande parte desperdiçada. O conselho ressalva ainda que a operação de edifícios é responsável por cerca de 18% do consumo total de energia do país e por cerca de 50% do consumo de energia elétrica. O setor da construção civil, nas fases de construção e demolição, gera resíduos na faixa de 450 kg/hab/ano, equivalentes a 80 milhões de toneladas por ano (DA SILVA; RODRIGUES; PINHEIRO, 2008).

De acordo com John, Oliveira e Agopyan (2006), a indústria da construção civil consome cerca de 75% dos recursos naturais do planeta, sendo grande parte desta medida recursos não renováveis. De modo simultâneo, ela corresponde a aproximadamente 60% dos resíduos sólidos urbanos com sua produção em cidades brasileiras.

Em 2005, estimou-se que a produção de resíduos derivados do setor foi de aproximadamente 69 milhões de toneladas (ANGULO, 2005). Conforme relata Guerra (2009), 75% destes são provenientes de obras informais, de caráter irregular. Nesse contexto, dentre os recursos mais utilizados podemos citar: 16% do

fornecimento mundial de água potável, 25% da madeira extraída e 40% dos combustíveis fósseis e materiais manufaturados (WINES, 2000).

Agopyan e John (2011) garantem que a sustentabilidade da construção civil engloba toda a cadeia produtiva, onde se inserem as indústrias responsáveis pela extração e transformação das matérias-primas, os setores eletrônicos avançados, órgãos públicos, construtoras e incorporadoras, além dos clientes de baixa renda. Por isso, conclui-se que toda a sociedade é usuária da construção civil, seja de forma direta ou indireta.

Santana (2009 apud Mantovani, 2010) afirma que quando as atividades da construção civil forem executadas de maneira insustentável, elas resultam em impactos negativos. Dentre esses efeitos desfavoráveis podemos citar a diminuição da qualidade de vida, efeitos sobre a saúde física e mental dos habitantes, o agravamento dos aspectos sociais e de infraestrutura (engarrafamentos, alagamentos, crescentes índices de poluição ambiental, sonora e visual, etc.), assim como alterações climáticas na temperatura e umidade. O autor finaliza afirmando que se tornou obrigatório às empresas repensarem seu modo de produção.

A atividade da construção faz parte de um conjunto de ações humanas que, ao longo da história das cidades tem transformado drasticamente a paisagem urbana. Atualmente, metade da população mundial vive em cidades e isso gera um aumento nas taxas de poluição e erosão. É ironia que as cidades, configurem-se como o maior agente destruidor do ecossistema e uma ameaça a sobrevivência da humanidade (ROGERS; GUMUCHDJIAN, 2005).

Devido à demanda no mercado imobiliário brasileiro por ferramentas de certificações, impulsionadas fortemente por investidores estrangeiros no país, surge à necessidade de incorporar as tecnologias sustentáveis em projetos arquitetônicos adaptando-os a seus sítios de inserção. Esse é o novo desafio que projetistas, consultores, especialistas, construtoras e incorporadoras devem encarar a partir dessa nova realidade (GODOI, 2012).

Rogers (2001) acredita que a Arquitetura pode retomar suas próprias raízes à medida que os projetos forem elaborados em consonância com a natureza.

## 2.6 Ferramentas de Avaliação

As certificações e padrões internacionais objetivam organizar as iniciativas em prol da sustentabilidade na construção, e deste modo, concedem diretrizes para a redução dos impactos negativos em empreendimentos (LAURIANO; TELLO, 2011).

De acordo com Godoi (2012), as ferramentas de certificação *Green Building* são responsáveis por fornecer selos ou certificados aos edifícios. Esses sistemas avaliam o desempenho ambiental a partir de métricas e parâmetros preestabelecidos.

Conforme relata Silva e Agopyan (2004), torna-se inadequado no Brasil o uso de métodos importados para avaliação, visto que, eles têm como foco os impactos ambientais dos edifícios. Os países em desenvolvimento ainda carecem nessa questão e necessitam evoluir da avaliação ambiental para a avaliação sustentável, contemplando aspectos sociais e econômicos.

Lima (2009) acredita que, apesar das críticas, as certificações têm trazidos benefícios significativos, pois atuam como referências para a construção sustentável no país, divulgam novas práticas, tecnologias, materiais e procedimentos.

Conforme Fastofski (2014),

[...] compete ao setor e aos profissionais envolvidos nesse processo a adoção de uma nova conduta, atendendo os objetivos que envolvem o desenvolvimento sustentável. Neste contexto, a aplicação das certificações está relacionada com o atendimento de diretrizes relacionadas ao desempenho ambiental, social e econômico das edificações, atribuindo-se um nível de conformidade.

Dentre os sistemas de renome internacional, destacam-se:

- BREEAM – Building Research Establishment Environmental Assessment Method – ferramenta pioneira, com sua criação no Reino Unido em 1990. Atualmente ela é aplicada em todo mundo e possui mais de 200 mil edifícios certificados (BRE GROUP, 2011).
- HQE – High Quality Environmental – criado na França no ano de 1996 e adaptado ao Brasil em 2008 pela fundação Vanzolini (Processo AQUA).
- LEED – Leadership in Energy and Environmental Design – seu desenvolvimento ocorreu nos Estados Unidos em 2000 pelo USGBC e hoje está presente em 41 países, sendo um deles o Brasil.

- GREEN STAR – adaptado do BREEAM em 2003, na Austrália.
- CASBEE – Comprehensive Assessment for Building Environmental Efficiency – criado no Japão em 2004.

Conforme mencionado anteriormente, os sistemas de avaliação ambiental estrangeiros não são condizentes com a realidade brasileira, e deste modo, foi escolhido trabalhar com um sistema adaptado ao país, trata-se do Selo Casa Azul.

### 2.6.1 Selo Casa Azul

Em junho de 2010, a Caixa Econômica Federal lançou o selo Casa Azul. Trata-se de um sistema de classificação sustentável para empreendimentos habitacionais desenvolvidos para a realidade brasileira, considerando os aspectos regionais (CAIXA, 2010).

Baseado em seis categorias (Tabela 3), este sistema destaca-se por sua preocupação com os aspectos sociais de sustentabilidade, atribuindo ações que visam à ampliação da consciência ambiental e à redução das desigualdades sociais (GODOI, 2012). Fastofski (2014) agrega que essa ferramenta promove ações no combate ao déficit habitacional brasileiro, articula iniciativas nas áreas sociais, incorpora a sustentabilidade no seu sentido mais amplo e ainda direciona suas condutas à habitação de interesse social – HIS.

Tabela 3 – Categorias do Selo Casa Azul

Qualidade Urbana
Projeto e Conforto
Eficiência Energética
Conservação de recursos materiais
Gestão da água
Práticas sociais

Fonte: Caixa (2010) adaptado pelo autor.

A certificação ambiental Casa Azul é de caráter voluntário e contempla 53 critérios que são subdivididos em: ações obrigatórias (19) e opcionais (34). Segundo Fastofski (2014), a certificação abrange as especificações de projetos, de execução da obra e de ações posteriores à ocupação do imóvel.

A classificação dos empreendimentos é nivelada em Bronze, Prata e Ouro. Para obtenção de nível Bronze, o empreendimento deve atender ao mínimo exigido, ou seja, aos 19 critérios obrigatórios. O nível prata exige, além dos critérios obrigatórios, um adicional de 6 critérios de livre escolha. Para alcançar o nível Ouro, são obrigatórios os critérios mínimos, mais 12 critérios de livre escolha. (CAIXA, 2010).

O nível Bronze é concedido somente para empreendimentos onde o valor da unidade habitacional não ultrapasse: 130 mil reais no Distrito Federal, São Paulo, Rio de Janeiro com população igual ou superior a 1 milhão de habitantes; a 100 mil reais em cidades com população igual ou superior a 250 mil habitantes; e 80 mil reais nas demais localidades (CAIXA, 2010).

O sistema de avaliação é voltado para projetos de empreendimentos habitacionais apresentados à CAIXA para financiamento ou programas de repasse. Por esse motivo, abordam-se imóveis voltados às classes de menor renda. Ainda que, devido ao grande desafio para valorização do tema sustentabilidade e a quase inexistência desta variável na avaliação imobiliária, torna-se viável a utilização do Selo Casa Azul em empreendimentos brasileiros de padrões construtivos mais elevados (CAIXA, 2010).

## **2.7 Variável sustentabilidade**

Darling (1973), através de um estudo imobiliário na Califórnia (Estados Unidos), constatou um aumento nos valores das propriedades com vistas para o lago e à medida que esses imóveis se apresentavam mais próximos a essa depressão natural. Em complemento a esse artigo, Brown e Pollakowski (1977) estimaram dois modelos de regressão para imóveis com proximidade a um lago em Seattle, Washington (Estados Unidos) e descobriram que as maiores distâncias reduzem significativamente o preço de venda.

Outro estudo similar foi investigado por Correll, Lillydahl e Singell (1978), onde foram analisados o impacto sobre os valores de venda em propriedades familiares

de três vizinhanças em Boulder, Colorado (Estados Unidos) com relação a distância de um cinturão verde. Em um dos bairros, eles descobriram que o preço era reduzido conforme os imóveis se apresentassem mais distantes dessa área verde.

Para Benson et al. (1998), os resultados de um modelo hedônico mercadológico em Bellingham, Washington (Estados Unidos) apontaram que o valor da variável vista em imóveis residenciais varia substancialmente com a distância até um corpo hídrico, de modo que a disposição de pagar por esta comodidade é bastante elevado. Ainda segundo o autor, quando o mercado está em crescente demanda, os imóveis que contemplam as variáveis relacionadas à sustentabilidade ou com relação à vista para oceanos, lagos e montanhas, possuem maior destaque sobre os demais e têm maior possibilidade de aumento no preço.

## **2.8 Tributação imobiliária**

A Constituição Federal de 1988 derogou aos municípios diversas atribuições relacionadas ao conforto da população mediante ao ordenamento urbano, tais como, a sanidade pública, a coordenação sobre obras e posturas, a elaboração do cadastro imobiliário e do Plano Diretor. Além disso, foram definidas algumas competências municipais em conjunto com a União e os estados, como as políticas agrárias e habitacionais, o ordenamento do trânsito e do transporte público e a disposição por educação, saúde, assistência social e saneamento básico (CARVALHO JÚNIOR, 2012).

A Constituição Federal delegou também aos municípios uma ampla base tributária, simultaneamente a um programa de transferências constitucionais de receitas da União e dos estados. Nessa base tributária estão inclusos: o Imposto sobre Transmissão de Bens Imóveis (ITBI), o Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), o Imposto sobre Serviços (ISS) e as taxas e contribuições para financiamentos de serviços ou outras atividades públicas. Assim, fica a cargo dos municípios a fixação das alíquotas de seus impostos, a concessão de isenções e incentivos fiscais, a elaboração do cadastro das propriedades e a modelagem do sistema avaliatório de imóveis urbanos (CARVALHO JÚNIOR, 2012).

Atualmente no Brasil, dois impostos relevantes compõem a tributação imobiliária, sendo eles: o Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) e o Imposto sobre a Transmissão de Bens Imóveis (ITBI). Conforme o Código Tributário

Nacional, os tributos arrecadados são calculados com base nos valores venais dos imóveis (GONZÁLEZ, 1997).

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) por meio da NBR 14653-1 (2001),

o valor de mercado é a quantia mais provável na qual se negociará voluntariamente e conscientemente um bem, numa data referência, dentro das condições do mercado vigente.

Com base neste conceito, Averbeck (2006) afirma que o valor de mercado, o valor venal e o valor de venda, possuem o mesmo significado perante o mercado imobiliário.

González (1997) afirma que os métodos normalmente empregados para o cálculo dos valores venais, como a homogeneização de fatores e o custo de reprodução, são considerados métodos imprecisos e desatualizados para esta finalidade (GONZÁLEZ, 1997).

Ainda que, se faça uso destes tratamentos, os valores encontrados integram a planta de valores genéricos (PVG). Nestes casos, estes valores venais são corrigidos anualmente por um índice monetário, e sendo assim, não se efetua uma correta reavaliação da planta de valores. Com isso, a valorização e a desvalorização dos imóveis em determinadas áreas tornam-se subjetivas, isto porque as variáveis responsáveis pela precificação dos imóveis são renegadas (GONZÁLEZ, 1997).

Para Carvalho Júnior (2012), um sistema avaliatório de imóveis é eficiente quando não apresenta defasagem entre os valores de mercado e os valores venais, quando há homogeneidade nas avaliações de imóveis de valores similares (equidade horizontal) e quando não há uma menor defasagem avaliatória entre imóveis mais valorados (regressividade). Este sistema é caracterizado pela equidade e transparência, a fim de promover maior justiça social.

Ainda segundo o autor, a declaração de um justo valor para bens imóveis serve de suporte para outras ferramentas de política urbana, como aqueles declarados pelo Estatuto das Cidades. Da mesma maneira, outros atributos fazem uso do valor venal como base de cálculo, tais como, o Imposto de Renda (IR) sobre o lucro em transações imobiliárias, o ITBI, o imposto sobre heranças e doações, à contribuição de melhoria e em casos de indenizações por desapropriação para fins de utilidade pública (CARVALHO JÚNIOR, 2012).

O imposto imobiliário é responsável por financiar as atividades dos governos locais em diversos países pelo mundo, gerando receitas municipais e sendo usado com objetivo extrafiscal. A tributação sobre propriedades incentiva a utilização do solo urbano de acordo com os Planos Diretores, extrai para a coletividade a valorização imobiliária individual e pode ser utilizada para gerenciamento de outros impostos. Além disso, o imposto atua no crescimento econômico do país, de modo que, regula o acesso à habitação, previne as informalidades traduzidas em assentamentos irregulares, conduz da melhor forma o preço da terra e induz ao seu melhor aproveitamento (SMOLKA; SCHCHINGER, 2005).

Dentro deste contexto, considerando-se a média dos dados obtidos entre os anos de 2002 e 2005, a participação dos impostos incidentes sobre a propriedade imobiliária em cidades brasileiras representou 6,3% das receitas municipais. Nos casos de Nova Zelândia, Israel, Austrália, França e Canadá a participação destes impostos sobre as receitas locais representou mais de 25%. O autor ainda conclui que as alíquotas adotadas no Brasil não divergem com a maioria dos países pelo mundo, em vista disso, a escassa arrecadação nacional não pode ser referida a política tributária (CARVALHO JÚNIOR, 2012).

Averbeck (2006) acredita que a baixa arrecadação de tributos imobiliários é responsabilizada pela carência de recursos técnicos e financeiros, interferência das questões políticas sobre o processo de avaliação, pela ausência de mecanismos de segurança e pela desatualização do conjunto de sistemas: cadastro, planta de valores, legislação tributária. Carvalho Junior (2012) ressalta ainda a ineficiência administrativa, sobre tudo na avaliação imobiliária e no limitado domínio de dados cadastrais imobiliários, além da vasta concessão de isenções e reduções dos impostos. Portanto, os sistemas avaliatórios transcorrem um extenso problema sobre a administração dos impostos imobiliários.

### 2.8.1 Incentivos Fiscais e a preservação ambiental

Para a GBC Brasil (Green Building Council, 2016), uma das ferramentas importantes para o engajamento sustentável nas construções está relacionada a propostas de descontos no IPTU (Imposto sobre Propriedade Predial e Territorial Urbana). Denominado como IPTU Verde, esta ação visa contribuir para o contínuo empenho de construir com elevada qualidade, de forma eficiente e sustentável. A

adoção de incentivos fiscais voltados à preservação ambiental são estratégias já desenvolvidas em diversas cidades do Brasil e do mundo. Berlim na Alemanha, Dublin na Irlanda, Helsinque na Finlândia, Medellín e Bogotá na Colômbia, são exemplos de centros urbanos que seguem esta iniciativa.

Ainda segundo a GBC Brasil (2016), estas iniciativas contemplam 55 cidades brasileiras e são encontradas, por exemplo, em Curitiba, Porto Alegre, Goiânia e Cuiabá. Outra urbanização de destaque é São Bernardo do Campo, onde desde 2008, destina desconto para edificações que contenham coberturas verdes. Em 2012, a cidade ainda institui desconto para edificações que visam economia e reuso da água, eficiência energética, mitigação de fatores causadores de enchentes, coleta seletiva, redução de ilhas de calor e emissões de gases efeito estufa.

Em 2010, a prefeitura de Guarulhos também adotou medidas similares à cidade de São Bernardo do Campo, concedendo descontos de 5% a 20% para estratégias como implantação de áreas verdes, coleta seletiva, sistemas para captação e reuso da água da chuva, sistema de aquecimento hidráulico solar e sistema solar elétrico, uso de energia passiva, energia eólica, materiais sustentáveis e telhados verdes. Da mesma forma, desde 2015, a cidade de Salvador promove medidas de isenções em até 10% no IPTU para edifícios residenciais, comerciais mistos ou institucionais que estão contribuindo com ações sustentáveis (GBC BRASIL, 2016).

Em São Paulo, o projeto de Lei criado em 2015, institui incentivos fiscais para construções novas e existentes com características ambientalmente corretas, a fim de prever descontos de 4%, 8% e 12% no IPTU, de acordo com o nível de certificação do empreendimento. Dentre as técnicas e medidas propostas para obtenção do desconto, encontram-se a utilização eficiente de recursos sustentáveis, área permeável, controle de emissão de gases poluentes, gerenciamento de resíduos sólidos e políticas de inovação ligadas à preservação dos recursos naturais (GBC BRASIL, 2016).

## **2.9 Visão Geral**

No capítulo 2, foram referenciadas as argumentações de autores referentes ao assunto tratado. Dentre as fontes apresentadas foram introduzidos artigos científicos de caráter nacional e internacional, livros, pesquisas recentes

apresentadas em congressos, trabalhos de conclusão de curso, dissertações de mestrado e teses de doutorado referentes aos cursos de engenharia civil e arquitetura.

Através do conhecimento adquirido anteriormente, foi possível compreender a relevância que o assunto tratado possui diante do cenário atual das cidades. Deste modo, entende-se que a arquitetura, a preservação ambiental e a tributação imobiliária são temas que possuem uma vasta relação e neste caso, torna-se ainda mais viável a realização de uma pesquisa contemplando estes assuntos.

Na sequência, será apresentada a metodologia executiva desta dissertação, com ênfase nas avaliações imobiliárias referentes à uma cidade de pequeno porte.

### **3 METODOLOGIA**

Considerando a complexidade exposta e a importância da avaliação imobiliária, o presente trabalho teve por objetivo desenvolver um modelo avaliatório de apartamentos sob o aspecto sustentável para fins tributários.

Este estudo utilizou modelos de preços hedônicos, por meio da coleta de dados de apartamentos no município de Flores da Cunha – RS, com o propósito de concluir a respeito do comportamento dos aspectos sustentáveis no mercado imobiliário e da influência de cada atributo sustentável na formação de seus preços. A escolha por esta tipologia imobiliária deve-se ao elevado número de dados encontrados neste mercado e por concluir que, os apartamentos concentram um número bem expressivo de requisitos sustentáveis.

A metodologia empregada baseia-se em métodos científicos, que minimizam as frações subjetivas formadoras do valor de um imóvel. Para alcançar os objetivos propostos, o método de tratamento de dados utilizou as técnicas de regressão linear múltiplas, na qual se pretende construir um modelo de precificação para apartamentos em função das características disponíveis.

Complementarmente, realizou-se um comparativo entre a metodologia empregada pela prefeitura de Flores da Cunha na obtenção dos valores venais dos apartamentos com o modelo desenvolvido. Além disso, analisou-se a defasagem entre os valores encontrados e de que forma eles impactam na arrecadação tributária. Por fim, foram ponderadas propostas de abatimentos fiscais para edificações com atributos sustentáveis.

#### **3.1 Local de Estudo**

A área escolhida para o desenvolvimento deste trabalho abrange o município de Flores da Cunha (Figura 7), Rio Grande do Sul, localizado na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul (Figura 8).

Figura 7 – Foto aérea do município de Flores da Cunha



Fonte: FCFIA Imagens Aéreas (2017).

Figura 8 – Localização de Flores da Cunha no mapa do Rio Grande do Sul



Fonte: Google Mapas (2017) adaptado pelo autor.

### 3.1.1 Dados de Flores da Cunha

Localizada a cerca de 150 km da capital Porto Alegre, a cidade pertencente a Serra Gaúcha e encontra-se a 710m de altitude acima do nível do mar. A população estimada em Flores da Cunha é de 29.405 habitantes (PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORES DA CUNHA, 2018; INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2016).

O município engloba uma área de 272,6 km<sup>2</sup> e possui uma densidade demográfica de 99,2 habitantes/km<sup>2</sup> (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2016). Dentre os indicadores econômicos, dados do IBGE (2008) apontaram um produto interno bruto (PIB) de R\$ 461.349,74 mil e um PIB per capita de R\$ 17.452,23.

### 3.2 Metodologia Executiva

Para fins desse estudo, utilizou-se concomitantemente a pesquisa bibliográfica com a pesquisa exploratória. A pesquisa bibliográfica consiste na etapa inicial do trabalho e buscou fundamentar teoricamente as questões abordadas neste estudo, enquanto a pesquisa exploratória teve como pretensão descrever e analisar informações investigadas em campo referentes às questões tributárias e sustentáveis de apartamentos na cidade de Flores da Cunha - RS.

Na aplicação prática deste estudo, foi realizada a comparação de dados de mercados similares através de modelos de regressão linear passíveis a serem os mais adequados na obtenção de valores no mercado imobiliário do município de Flores da Cunha.

Dentro da tipologia de imóveis escolhido, optou-se apenas pela utilização de dados envolvendo apartamentos. Na sequência, foi investigado no mercado local as variáveis relevantes para a formação dos preços venais. Ainda, acrescentaram-se as variáveis sustentáveis que mais se enquadram no perfil desta cidade, fundamentadas também pela sua notável participação em certificações ambientais, a exemplo do Selo Casa Azul.

As características que compõe a variável sustentabilidade foram ponderadas de forma distinta, entendendo que cada uma delas qualifica sua relevância e não pode ser traduzida apenas pelo seu valor de implementação.

Após escolhido as variáveis, foi possível realizar a coleta de dados de mercado dessa amostra. Por fim, o tratamento científico desses dados alcançou um modelo mais adequado para avaliar o mercado imobiliário desta cidade e definiu a significância das variáveis sustentáveis perante a precificação dos apartamentos.

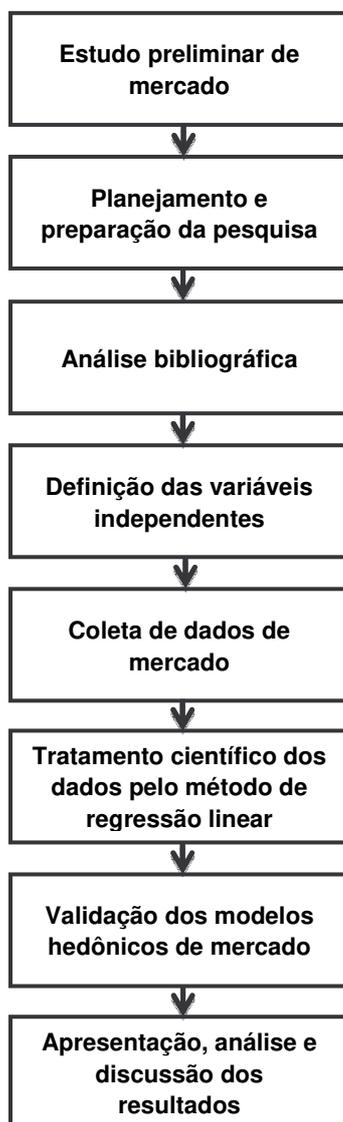
Na etapa seguinte, efetuou-se a mensuração dos valores e foi razoável compará-los com os valores apresentados pela prefeitura, onde observa-se a realização de avaliações na forma mais empírica. Além disso, foram abordadas as questões tributárias e como elas exercem influência na vida dos moradores desta cidade.

Elaborou-se ainda análises comparativas das características dos imóveis abordados com relação aos requisitos de sustentabilidade presentes em cada bem avaliado e como as construtoras e suas edificações, de modo geral, tem se manifestado perante as questões ambientais.

Com relação aos aspectos sustentáveis abrangidos nas edificações de Flores da Cunha, foi efetuado uma análise através das informações coletadas, de forma a verificar a presença ou ausência de variáveis sustentáveis neste mercado imobiliário. Após esta análise, foram debatidas sugestões para abatimentos fiscais de apartamentos que estariam de acordo com um determinado índice sustentável. A observação citada visou estimular a preservação ambiental e a justiça social, e foi apresentada levando em consideração a análise os dados pesquisados, discussão com autoridades dos órgãos públicos e opiniões de autores consagrados neste assunto.

As etapas executivas estão representadas graficamente na forma de fluxograma (Figura 9), apresentando sequencialmente as ações que foram seguidas neste estudo, abordando de forma clara os objetivos traçados.

Figura 9 – Fluxograma da metodologia de execução



Fonte: Palagi (2012) adaptado pelo autor.

### 3.2.1 Levantamento de dados de mercado

Previamente a coleta definitiva de dados de mercado, procedeu-se a análise do mercado imobiliário através da obtenção de informações de variadas fontes, para posteriormente utilizá-los no modelo de inferência estatística. A tipologia das amostras levantadas é de apartamentos, não tendo foco as demais tipologias, como por exemplo, as casas residenciais ou terrenos.

Para a elaboração deste modelo de regressão foram consultados os corretores imobiliários, engenheiros e arquitetos atuantes na área, dados de avaliações, ofertas e transações recentes, a população local, ao banco de dados

existente e a prefeitura municipal. Deste modo, foi plausível elencar as variáveis relevantes para a formação dos preços, verificar as condições sustentáveis neste contexto e elaborar um modelo hedônico que reflete o atual mercado imobiliário da cidade.

### 3.2.2 Coleta das amostras

Como mencionado anteriormente, foi desenvolvido um estudo mercadológico através da obtenção de dados de mercado para elencar as variáveis atuantes na precificação dos apartamentos. A coleta foi realizada com o maior número de informações e características destes imóveis, para então, definir as variáveis-chave do modelo.

Considerando-se algumas variáveis hipotéticas para este fim, procedeu-se com o registro das seguintes informações individuais:

- a) Localização;
- b) Frente;
- c) Área privativa;
- d) Esquina;
- e) Posição solar;
- f) Padrão construtivo;
- g) Valor Unitário;
- h) Venda/oferta;
- i) Estado de conservação;
- j) Vagas de estacionamento;
- k) Data da informação;
- l) Equipamentos (água quente, tubulação para ar condicionado e elevador).

Em continuidade, procedeu-se uma análise das possíveis características sustentáveis presentes em apartamentos na cidade de Flores da Cunha, entendendo ainda que estes parâmetros foram mencionados em razoável escala pelos profissionais técnicos, corretores imobiliários e clientes desta tipologia de imóveis. Ademais, como forma de unificar um padrão para cidades de pequeno porte através dessas diretrizes, emoldurou-se concomitantemente, os critérios de

avaliação nacionais do Selo Casa Azul e da certificação sustentável internacional LEED.

### 3.2.3 Definição das variáveis

A variável dependente ou explicada é expressa pelo valor do imóvel (R\$), em função das variáveis independentes ou explicativas, caracterizadas por atributos econômicos, físicos e de localização.

Para a definição das variáveis foram realizadas análises preliminares das amostras coletadas e escolhidas as que mais se ajustam ao modelo. Posteriormente, foram medidos os graus de significância de cada variável independente, com o objetivo de considerar somente as que estejam dentro dos limites normativos. O resultado desta investigação está apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Variáveis de análise

<b>Variáveis independentes</b>	<b>Tipo de variável</b>	<b>Modo de representação</b>
Área do imóvel	Quantitativa	Metros quadrados (m <sup>2</sup> )
Valor da transação/oferta	Quantitativa	Reais (R\$)
Tipologia do evento	Qualitativa - dicotômica	Venda=0; oferta=1
Localização	Qualitativa	Ruim=1; Regular=2; Bom=3; Ótimo=4
Andar	Quantitativa	0,1,2,3,4,5
Padrão construtivo	Qualitativa	Médio=1; Alto=2
Esquina	Qualitativa - dicotômica	Não esquina=1; Esquina=2
Vagas de estacionamento	Quantitativa	1,2,3,4
Elevador	Qualitativa - dicotômica	Sem elevador=0; Elevador=1
Apartamento cobertura	Qualitativa - dicotômica	Apartamento=0; Cobertura=1
Sustentabilidade	Qualitativa	1,2,3

Fonte: Elaborado pelo autor.

- Variável Localização

A variável qualitativa Localização é exposta em 4 níveis, sendo que, à medida que os apartamentos se aproximam da área central da cidade, a sua classificação cresce proporcionalmente.

Conforme estudo da área urbana de Flores da Cunha – RS, a Tabela 5 apresenta o índice desta variável, intentando-se a distância do imóvel a partir do epicentro da cidade, a Praça da Bandeira.

Tabela 5 – Classificação da variável Localização

<b>Nível</b>	<b>Distância (m)</b>
4	$\leq 300$
3	$300 < d \leq 600$
2	$600 < d \leq 900$
1	$d > 900$

Fonte: Elaborado pelo autor.

- Variável Sustentabilidade

A variável qualitativa Sustentabilidade é apresentada em três níveis 1,2,3, sendo que, os imóveis com elevada presença de itens sustentáveis (pontuação  $\geq 35$ ) apresentam nível 3. Para nível 1, classifica-se os apartamentos com pontuação  $\leq 27$  e para nível 2, pontuação entre 28 e 34.

A planilha composta de 22 itens baseou-se nas certificações LEED e no selo Casa Azul, e incluiu elementos que, segundo as argumentações dos profissionais imobiliários, são relevantes para os clientes no momento da aquisição do apartamento e, conseqüentemente, agregam no valor venal. A escolha destes elementos e a sua respectiva pontuação estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Composição da variável Sustentabilidade

1	Previsão de bicicletário para moradores e visitantes	2	Madeira plantada ou certificada
1	Inclusão de trabalhadores locais	2	Automação do sistema de iluminação em áreas comuns ou iluminação natural
1	Medição individualizada de gás	2	Ventilação e iluminação natural em banheiros
1	Medição individualizada de água	2	Lâmpadas de baixo consumo em áreas privativas
1	Conforto térmico – vedações controlando incidência solar e ventos	3	Conforto lumínico – iluminação natural
1	Conforto acústico - especificação de componentes divisórios	3	Captação e aproveitamento de águas pluviais
2	Acessibilidade em áreas comuns	3	Fontes alternativas de energia (painéis fotovoltaicos ou gerador eólico)
2	Local para coleta seletiva	3	Aquecimento solar da água
2	Gestão de resíduos de construção e demolição	4	Qualidade do entorno – impactos (ruídos, odores ou poluição)
2	Componentes industrializados ou pré-fabricados	5	Qualidade do entorno – infraestrutura e serviços
2	Equipamentos de lazer, sociais e esportivos	5	Acesso ao transporte público

Fonte: Elaborado pelo autor.

- Qualidade do entorno – infraestrutura e serviços

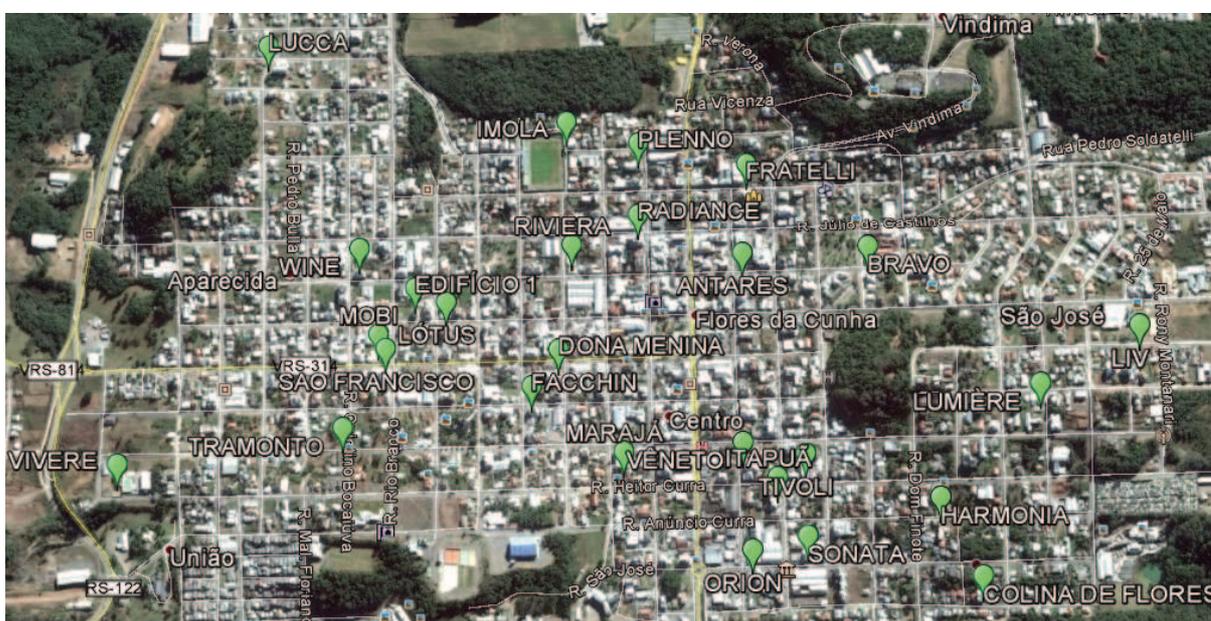
De modo a atender as exigências mínimas de infraestrutura e serviços presentes no entorno das edificações, devem ser considerados os seguintes itens:

- a) água potável;
- b) pavimentação;
- c) energia elétrica;
- d) iluminação pública;
- e) esgotamento sanitário;
- f) pontos de comércio com distância máxima ao raio de 1 km.
- g) escola com distância máxima ao raio de 1,5 km.
- h) saúde pública com distância máximo ao raio de 2,5 km.
- i) áreas de lazer com distância máxima ao raio de 2,5 km.

#### 4 APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O presente capítulo apresenta os resultados das análises e pesquisa realizada, de acordo com os objetivos propostos na introdução deste estudo. Na etapa inicial, conduziu-se à identificação e aposição de cada imóvel diante de uma imagem de satélite (Figura 10) compreendida pela área urbana de Flores da Cunha, Brasil, para então, posterior compreensão do contexto local e levantamento das características relevantes do entorno e da própria edificação.

Figura 10 – Aposição dos apartamentos em imagem de satélite



Fonte: Google Maps (2018) adaptado pelo autor.

Na sequência, realizou-se o tratamento científico dos dados coletados com a definição do modelo hedônico de precificação. Através dele, foi possível estimar o valor de venda para apartamentos deste município.

O valor de avaliação, também conhecido como variável dependente, foi obtido através da equação geral, conforme expõe a Equação 3. O resultado desta equação algébrica apresentou o modelo linear clássico em sua versão final, na qual, foi analisado na sequência deste estudo.

$$\begin{aligned} \text{Valor avaliado (R\$)} = & \text{Constante} + (\text{Coeficiente da variável 1} \times \\ & \text{Localização}) + (\text{Coeficiente da variável 2} \times \text{Sustentabilidade}) + \\ & (\text{Coeficiente da variável 3} \times \text{Andar}) \dots \end{aligned} \quad (3)$$

O modelo de regressão proposto foi analisado quanto à verificação de seus pressupostos básicos, à testes de significância e ao poder de explicação. Os pressupostos verificados foram: linearidade, normalidade, homocedasticidade, autocorrelação e pontos influenciantes. Os testes de significância realizados foram: o Teste do Modelo F e o Teste de Variáveis t de Student. O poder de explicação do modelo foi determinado através do valor do coeficiente de determinação ajustado.

O número de dados de mercado selecionados foi 120 (n), respeitando os pressupostos básicos que relatam a não utilização de um número reduzido de elementos (micronumerosidade) e foram escolhidas 10 (k) variáveis independentes julgadas como relevantes ao modelo.

- $n \geq 3 (k + 1)$ ;
- $n \geq 3 (10 + 1)$ ;
- $n \geq 33$ ;  $n = 120$  amostras
- para  $n > 100$ ,  $n_i \geq 10$   $n_i = 10$  amostras ou mais a cada variável qualitativa

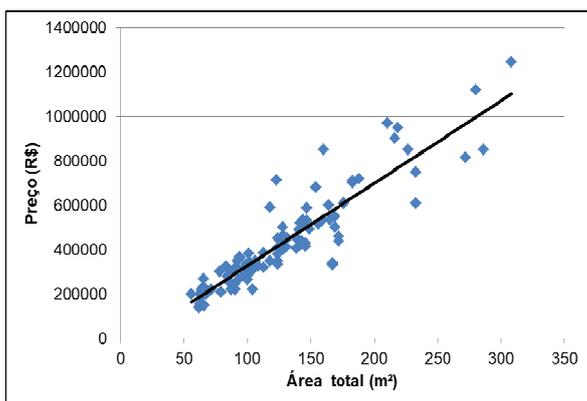
#### 4.1 Verificação dos Pressupostos Básicos

O ajustamento da equação de regressão foi realizado com o auxílio da planilha eletrônica do MS-Excel por intermédio de sua função estatística PROJ.LIN. A planilha viabiliza elementos como cálculo de resíduos, gráficos de dispersão, erros padrões, coeficientes de determinação ( $R^2$ ), parâmetros de teste F de *Fischer-Snedecor*, parâmetros de teste t de *Student* (GONZÁLEZ, 2003).

##### 4.1.1 Linearidade

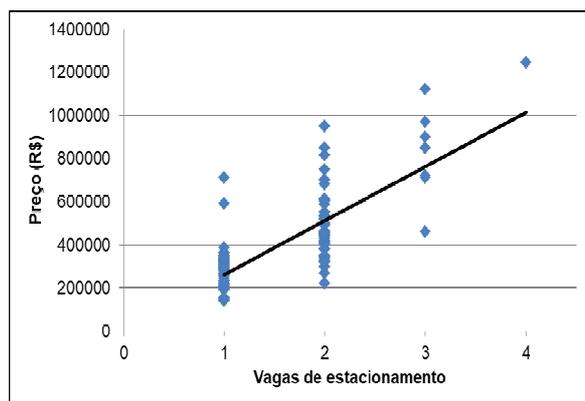
Com a utilização das ferramentas de diagramas de dispersão e linhas de tendência, foi realizada uma análise gráfica do comportamento da variável dependente em relação a cada uma das variáveis independente. As Figuras 11 a 20 exibem a relação encontrada entre os dados citados.

Figura 11 – Preço x área total



Fonte: Elaborado pelo autor.

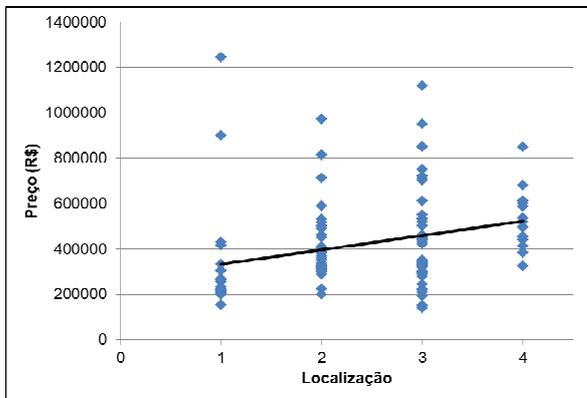
Figura 12 – Preço x número de vagas



Fonte: Elaborado pelo autor.

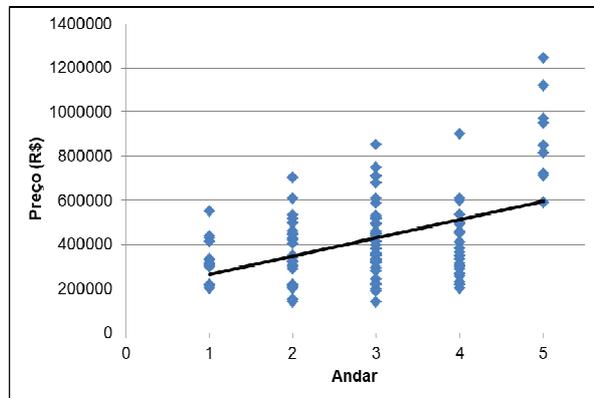
Analisando as Figuras 11 e 12, verifica-se uma tendência acentuada da variável preço em função do acréscimo da área total e aumento do número de vagas de estacionamento. Deste modo, conclui-se que existe uma linearidade bem definida em ambos os modelos.

Figura 13 – Preço x localização



Fonte: Elaborado pelo autor.

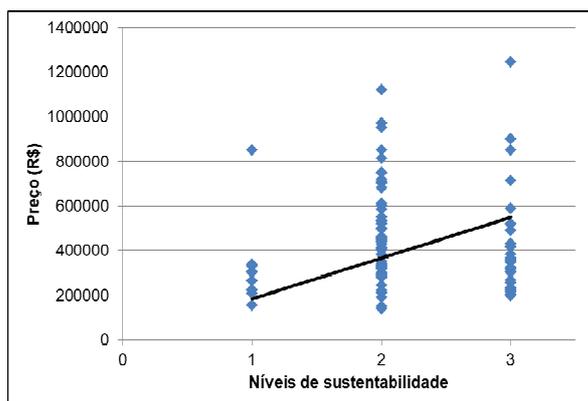
Figura 14 – Preço x andar



Fonte: Elaborado pelo autor.

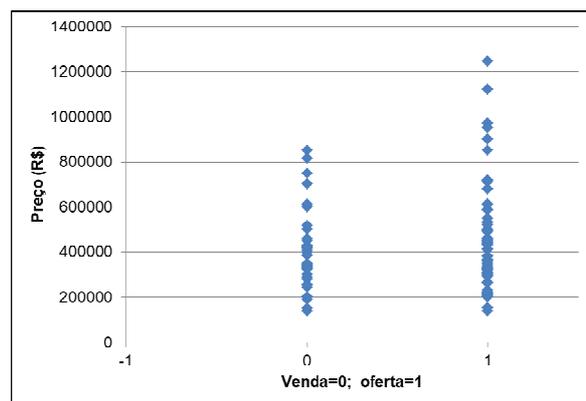
Pela análise das Figuras 13 e 14, observa-se uma leve tendência de acréscimo da variável preço à medida que os apartamentos se concentrem mais próximos da área central e para imóveis em andares superiores.

Figura 15 – Preço x sustentabilidade



Fonte: Elaborado pelo autor.

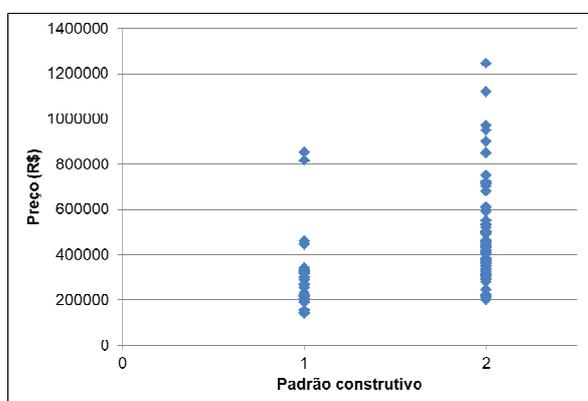
Figura 16 – Preço x venda/oferta



Fonte: Elaborado pelo autor.

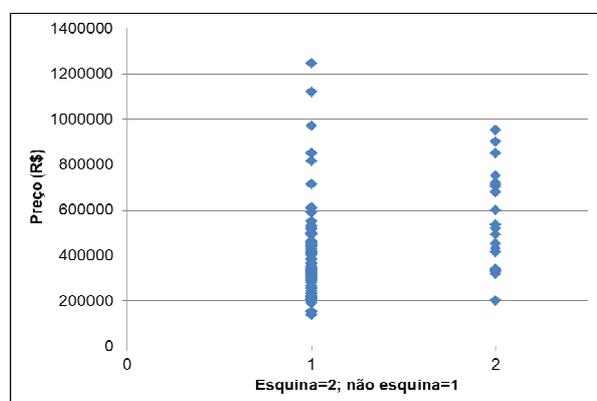
Observa-se pela Figura 15 uma leve tendência acentuada da variável dependente relacionada aos níveis de sustentabilidade atuantes nos apartamentos. Na Figura 16, verifica-se uma boa distribuição das amostras, visto que, as variáveis venda/oferta são classificadas como variáveis dicotômicas e assumem somente dois valores.

Figura 17 – Preço x padrão construtivo



Fonte: Elaborado pelo autor.

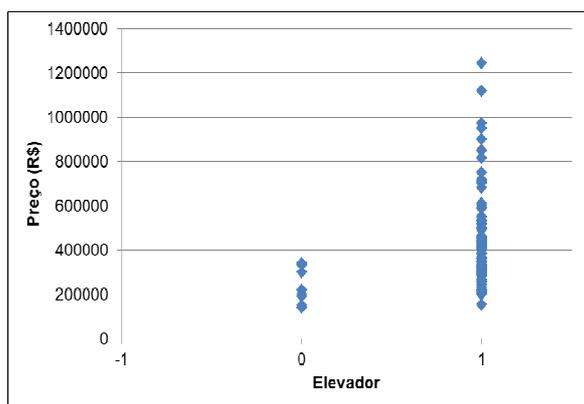
Figura 18 – Preço x esquina



Fonte: Elaborado pelo autor.

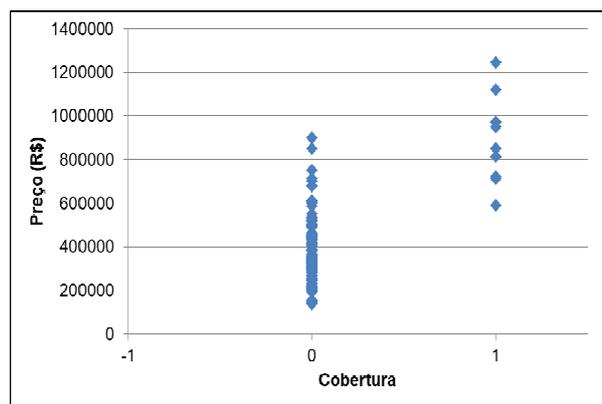
Os gráficos das Figuras 17 e 18 possuem variáveis qualitativas e constata-se uma boa distribuição das amostras. Considerando unicamente a Figura 18, percebe-se que, de maneira geral, os apartamentos de cobertura com elevada precificação não estão situados em esquina. Tal observação permite concluir que a variável esquina não demonstra uma grande relevância para apartamentos do tipo cobertura, ainda que, esta variável agrega valor nos demais apartamentos.

Figura 19 – Preço x elevador



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 20 – Preço x cobertura



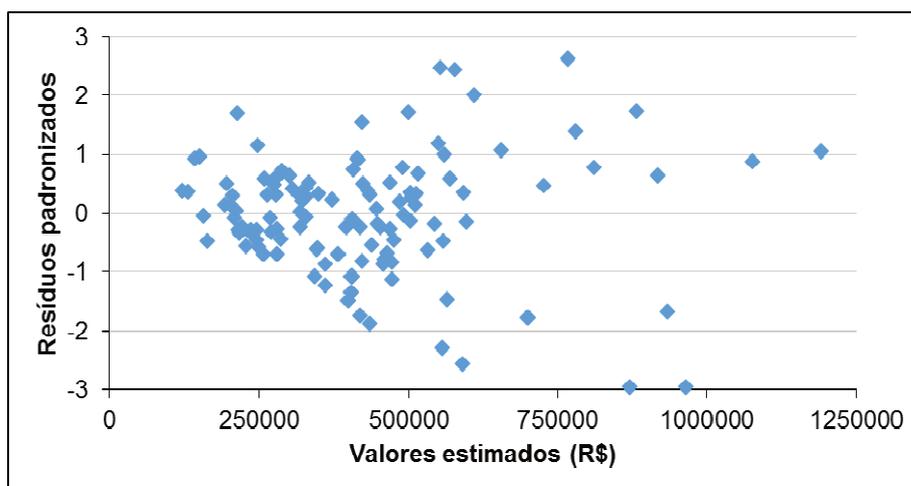
Fonte: Elaborado pelo autor.

As variáveis elevador e cobertura são classificadas como variáveis qualitativas dicotômicas. Ao analisar as Figuras 19 e 20, identifica-se uma boa distribuição das amostras.

#### 4.1.2 Normalidade

Para a verificação do parâmetro de normalidade, deve-se certificar que os resíduos tenham uma distribuição normal. Esta análise é realizada através de duas maneiras, pelo gráfico de resíduos padronizados *versus* valores estimados, e pelo exame do histograma dos resíduos amostrais padronizados, conforme a NBR 14653-2 (2011).

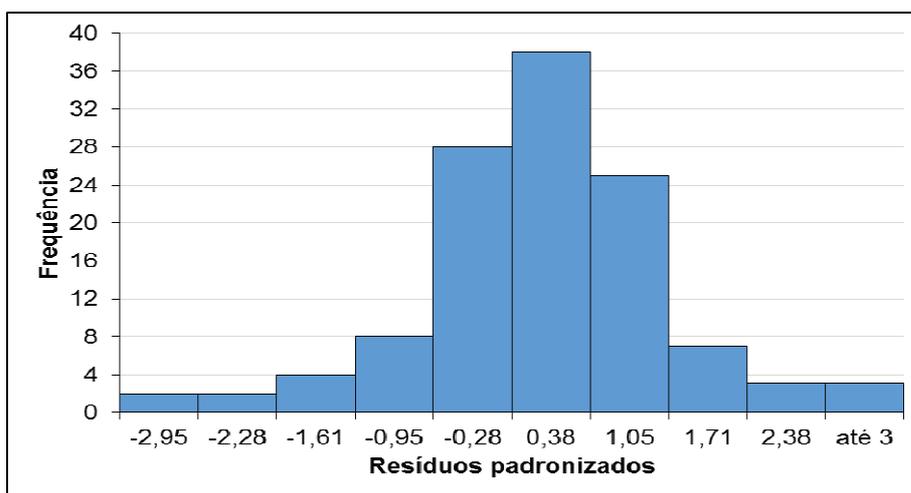
A Figura 21 representa os valores estimados *versus* resíduos padronizados para uma amostragem de 120 apartamentos. Os pontos dispersos no gráfico evidenciam uma leve tendência de ampliação dos resíduos com o aumento do preço do imóvel, conquanto, aceitou-se o modelo por tratar-se de uma amostra relativamente grande.

Figura 21 – Valores estimados *versus* resíduos padronizados

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 22 exprime o histograma dos resíduos padronizados, e pela sua análise observa-se uma semelhança com a normalidade. As médias e as proporções dos resíduos seguem a distribuição normal, cuja representação se dá em formato de sino, simétrica em relação à sua média e tende a zero à medida que os valores se afastam da média.

Figura 22 – Histograma de frequências dos resíduos padronizados



Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.1.3 Homocedasticidade

Com base na Figura 21, de resíduos padronizados *versus* valores estimados, pode-se afirmar que o modelo é homocedástico, ou seja, os pontos estão distribuídos

de forma aleatória em torno de uma reta horizontal que passa pela origem e estão ausentes de um padrão definido. Deste modo, a homocedasticidade deste modelo é favorável a hipótese de variância constante para o erro.

#### 4.1.4 Autocorrelação

Segundo a NBR 14653-2 (2011), a análise da correlação também é realizada através do gráfico dos resíduos padronizados *versus* valores estimados. A Figura 21 denota os pontos distribuídos seguindo uma leve tendência de ampliação dos resíduos com o aumento do preço do imóvel. Isso ocorre devido a própria variação do tamanho dos números, onde por exemplo, o maior preço é mais de dez vezes se comparado ao menor preço. No entanto, a indicação de autocorrelação presente neste modelo pode ser considerada por referir-se a uma amostra ampla de dados.

#### 4.1.5 Pontos influenciantes ou *outliers*

*Outliers* são pontos atípicos que fogem do comportamento padrão dos demais pontos observados. A presença destes pontos pode ser observada plotando-se resíduos padronizados *versus* valores estimados e analisando os pontos fora do intervalo  $[-2, +2]$  desvio padrão.

Por tratar-se de um estudo com caráter científico, especificou-se um limite de intervalo maior, de  $[-3, +3]$  desvio padrão. A eliminação dos *outliers* foi realizada na fase de tratamento de dados, e deste modo, a Figura 21 certifica a inexistência de pontos fora dos limites propostos.

## 4.2 Teste de significância e poder de explicação do modelo

Para a determinação da significância do modelo de regressão, o mesmo foi submetido a uma análise de variância, através do Teste F de *Fisher-Snedecor* e do Teste *t* de *Student*, que determina a influência de cada uma das variáveis utilizadas no modelo.

A capacidade de explicação do modelo foi determinada pelo valor do coeficiente de determinação ajustado ( $R^2a$ ), que define o quanto as variáveis independentes explicam as variações nos preços dos apartamentos.

#### 4.2.1 Teste F de Fisher-Snedecor

Os dados da Tabela 7 foram obtidos por meio do programa MS-Excel, através de sua função estatística PROJ.LIN. Com a utilização desta ferramenta, foi possível calcular o parâmetro de Teste F, que permite concluir a respeito da significância ou incerteza do modelo.

Tabela 7 – Modelo de preços hedônicos para apartamentos

Limite mínimo – $F_{\text{tab}} (1\%)$	2,488
$F_{\text{cal}}$	171,319
Significância	$7,5 \times 10^{-62}$
Grau de significância	Grau III

Fonte: Elaborado pelo autor.

O parâmetro de Teste Fischer-Snedecor foi de  $F_{\text{cal}} = 171,319$ , excedendo os requisitos de  $F_{\text{tab}} (1\%) = 2,488$ . Em decorrência disso, rejeita-se a hipótese nula de não existência de relação linear e aceita-se a equação de regressão.

A significância do modelo F calculada é superior ao mínimo proposto pela classificação da NBR 14653-2 (2011) para o Grau III, o que expressa uma boa qualidade do modelo.

#### 4.2.2 Teste *t* de Student

A significância individual de cada variável independente deve ser comparada com o  $t_{\text{tab}}$  de referência, que leva em consideração o número de regressores e o tamanho da amostra. Desta forma, se o módulo de  $t_{\text{cal}}$  for superior ao  $t_{\text{tab}}$  rejeita-se a hipótese nula ( $H_0$ ) e pressupõe-se que essa variável em teste seja significativa na formação dos preços.

Segundo a NBR 14653-2 (2011), a variável necessita atingir um valor de significância máximo de 10% para ser considerado como Grau III, 20% para Grau II e 30% para Grau I.

A tabela 8 apresenta a análise da significância para cada um dos regressores do modelo, considerando o  $t_{\text{tab}} (10\%) = 1,6589$  e  $t_{\text{tab}} (20\%) = 1,2893$ .

Tabela 8 – Significância dos regressores

<b>Variável</b>	<b>t<sub>calc</sub></b>	<b>t<sub>tab</sub></b>	<b>Significância</b>	<b>Grau de fundamentação</b>
Cobertura	6,9415	1,6589	0,0000	III
Área total	15,9603	1,6589	0,0000	III
Andar	3,0587	1,6589	0,0027	III
Sustentabilidade	2,8306	1,6589	0,0055	III
Vagas	2,6985	1,6589	0,0080	III
Esquina	2,6717	1,6589	0,0087	III
Venda/oferta	2,3846	1,6589	0,0188	III
Elevador	2,3384	1,6589	0,0211	III
Padrão	1,5068	1,2893	0,1347	II
Localização	1,4845	1,2893	0,1405	II

Fonte: Elaborado pelo autor.

Pela análise exposta, pode-se observar que as variáveis em estudo, atingiram valores de significância inferiores a 30%, o que afirma a influência das mesmas sobre o modelo hedônico.

Conforme a classificação normativa, os regressores utilizados possuem grau de fundamentação II e III, indicando assim, que essas variáveis apresentam grau de confiança superior a 80% e superior a 90%, respectivamente.

As variáveis Área total e Cobertura, apresentaram níveis de significância de 0,0000%, e as variáveis Sustentabilidade, Andar, Esquina e Vagas de estacionamento, apresentaram uma significância inferior a 0,9%, o que representa, níveis muito inferiores ao máximo proposto para o Grau III de Fundamentação. Deste modo, indica-se que as variáveis citadas apresentam grau de confiança acima de 90%.

As variáveis Elevador e Venda/oferta, atingiram níveis de significância inferiores a 2,2%, indicando grau de confiança de 90%.

Com relação as variáveis Localização e Padrão construtivo, seus níveis de significância foram de 14,05% e 13,47%, o que representa Grau de Fundamentação II e conseqüentemente, grau de confiança acima de 80%. Ainda, considerou-se o  $t_{tab}$  (20%) = 1,2893, rejeitando-se assim a hipótese nula e pressupondo que as variáveis mencionadas sejam significativas na precificação dos imóveis.

### 4.2.3 Poder de explicação

Para a determinação do poder de explicação de um modelo de regressão, a NBR 14653-2 (2011) define que se utilize o valor do coeficiente de determinação ajustado, representando por “R<sup>2</sup>a”. Como resultado deste estudo, o valor do R<sup>2</sup>a foi de 0,9346, o que permite concluir que o modelo hedônico constituído de dez variáveis independentes, explica aproximadamente 93% das variações ocorridas nos valores dos apartamentos ocorridas no mercado imobiliário da cidade de Flores da Cunha - RS.

### 4.3 Modelo estatístico

Com o adjutório da função estatística PROJ.LIN aceita-se a obtenção dos coeficientes de cada variável do modelo de regressão linear múltipla, assim como, o erro padrão de cada estimativa. O resultado é exposto na Tabela 9 abaixo.

Tabela 9 – Cálculo do modelo proposto

Variável independente	Coefficiente	Erro padrão
Localização	8799,60	5927,57
Sustentabilidade	25127,11	8876,67
Andar	16521,94	5401,47
Área total	2630,49	164,81
Venda/oferta	26550,02	11133,95
Padrão	20143,99	13368,66
Esquina	36405,61	13626,02
Vagas	33958,87	12583,91
Elevador	49070,53	20984,16
Cobertura	168145,07	24223,03

Fonte: Elaborado pelo autor.

O indicativo de sinal positivo que antecede o coeficiente de cada variável representa que a variável dependente, aumenta em função dessa variável. Quando o sinal for negativo, significa que a variável dependente diminui em função dessa variável.

Conforme observa-se na Tabela 9, o comportamento das variáveis independentes segue uma lógica esperada, na qual o valor de seus coeficientes é na sua totalidade positivo.

O coeficiente da variável Sustentabilidade apresentou sinal positivo, o que indica aumento na precificação dos apartamentos por apresentarem requisitos de sustentabilidade. Evidencia-se aqui o objetivo principal deste estudo, ou seja, imóveis da tipologia apartamento tendem a ser mais valorizados quando contemplarem uma quantidade maior de requisitos sustentáveis.

Portanto, a equação geral para o modelo de avaliação proposto foi escrita pela Equação 4.

$$\begin{aligned} \text{Valor avaliado (R\$)} = & -242657,11 + (8799,60 \times \text{Localização}) + (25127,11 \times \\ & \text{Sustentabilidade}) + (16521,94 \times \text{Andar}) + (2630,49 \times \text{Área total}) + \\ & (26550,02 \times \text{Venda/oferta}) + (20143,99 \times \text{Padrão}) + (36405,61 \times \text{Esquina}) \\ & + (33958,87 \times \text{Vagas}) + (49070,53 \times \text{Elevador}) + (168145,07 \times \text{Cobertura}) \end{aligned} \quad (4)$$

#### 4.4 Comportamento de valores venais

Por meio da coleta dos dados transacionais junto à prefeitura municipal e com as informações obtidas no mercado imobiliário, foram analisadas as defasagens dos valores praticados na cidade. Desta forma, foi possível explorar o comportamento dos preços dos imóveis e caracterizar as diferentes receitas tributárias oriundas de cada prática de avaliação.

A Tabela 10 expressa de modo comparativo os valores venais e de mercado em 12 apartamentos segundo as fontes de pesquisa citadas, assim como, as respectivas taxas percentuais de defasagem.

Tabela 10 – Comparativo de valores venais

<b>Imóvel</b>	<b>Valor venal – prefeitura (R\$)</b>	<b>Valor de mercado (R\$)</b>	<b>Taxa percentual de defasagem (%)</b>
1	280.731,05	491.000,00	74,9
2	306.487,48	517.000,00	68,7
3	175.469,65	315.000,00	79,5
4	384.155,05	600.000,00	56,2
5	277.771,38	413.000,00	48,7
6	606.055,93	850000,00	40,3
7	175.670,46	305.800,00	74,1
8	170.577,91	303800,00	78,1
9	145.868,17	209.000,00	43,3
10	234.713,13	288.000,00	22,7
11	229.982,45	334.000,00	45,2
12	232573,15	328.000,00	41,0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com base no resultado apresentado pela Tabela 10, foi possível comprovar a defasagem de valores expostas pelas diferentes fontes de avaliação. Desta forma, pode-se estimar a arrecadação tributária para cada uma das receitas, visto que, a alíquota atual imposta no IPTU é de 0,22% e 2% ao ITBI.

Dentre as taxas de defasagem encontradas, obteve-se o valor mínimo de 22,7% e o valor máximo de 79,5%, comprovando uma discrepância neste intervalo dado pelos percentuais. Ainda, viabilizou-se calcular a média aritmética entre as taxas de defasagem, resultando em aproximadamente 56%. Com esta informação, afirma-se que a receita municipal sofre perdas superiores a metade do valor venal avaliado pela própria prefeitura.

De acordo com o artigo 33 do Código Tributário Nacional, o valor emitido no IPTU é baseado no valor venal do imóvel, dado que, este valor corresponde ao bem anunciado como se estivesse à venda no mercado e cujo preço seria equivalente ao apurado na venda à vista. Isto é, o valor venal é regido pela necessidade de venda do imóvel sob condição de pagamento à vista e em curto espaço de tempo, e portanto, ele é inferior ao valor de mercado.

No caso do IPTU, a sua base de cálculo não pode ser modificada pelo poder público por decreto, sob pena de violação ao artigo 150, inciso I da Constituição Federal. Todavia, a atualização do valor monetário para a base de cálculo pode ser realizada por meio de decreto do prefeito, com base nos índices oficiais de correção. Assim, entende-se que esta correção não traduz uma metodologia científica de avaliação, mesmo embora, caracterize uma atualização decorrente da inflação, de modo a contribuir para que os valores correspondam aos valores originais.

A administração municipal de Flores da Cunha utiliza-se da planta genérica de valores (PGV) para obtenção dos valores venais, onde na fachada do quarteirão, fixa-se valores unitários por metro quadrado de construção. Pela análise da tabela anterior, pode-se afirmar que existe uma desatualização na base de cálculo da PGV e que o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), aplicado como forma de correção anual, é insuficiente para conceder valores próximos ao de mercado. Para fins de diagnose, em 2018, o índice de reajuste foi de 2,95% em relação aos valores venais do período anterior.

Nesse contexto, caso o contribuinte entenda que o valor venal de seu imóvel diverge ao valor constatado no cadastro de seu município, ele detém o direito de questionar a avaliação, e requerer uma revisão junto ao órgão municipal competente por meio de justificativas concretas e de caráter técnico. Embora a possibilidade exista, esta reivindicação não é relevante perante a população, que visa apenas benefícios próprios ao invés do coletivo.

Pela agremiação dos valores venais provenientes da prefeitura, a amostra totalizou um valor de 3.220.055,81 reais. Pela composição dos valores expostos no mercado imobiliário, tem-se uma quantia de 4.954.600,00 reais.

Esta diferença de montante promove a renúncia de arrecadação fiscal por parte da administração pública, e desta forma, produz prejuízos sobre a carga tributária. Portanto, à medida que se tenham avaliações mais confiáveis, maior será a justiça social.

O propósito da tributação imobiliária é a arrecadação de recursos financeiros aos municípios, tendo em vista que estes impostos não possuem vínculo com uma finalidade específica. Desse modo, os recursos acumulados podem ser aplicados nas mais diversas áreas do governo municipal, e que não requerem estar relacionados aos interesses do proprietário.

Nessa conjuntura, gera-se uma fonte de renda para o município através dos impostos IPTU e ITBI, ambos sobre propriedades imobiliárias. Em contrapartida, os contribuintes são beneficiados através da reversão destas receitas por meio da contraprestação de serviços e obras públicas.

Conforme os dados apresentados na Tabela 10, a renúncia de arrecadação fiscal presente na prefeitura municipal de Flores da Cunha, tem por consequência, a diminuição sobre os próprios recursos financeiros com destino à população contribuinte. À vista disso, reforça-se a ideia de que a avaliação de caráter técnico tende a minimizar os erros, proporcionando maior confiabilidade e determinando a justiça social.

Seguindo a ideia anterior, mesmo havendo redução nas receitas, estas economias devem ser revertidas em prol das áreas de interesse público, como saúde, segurança, limpeza e educação. Na teoria, essa afirmação fundamenta as taxas imobiliárias cobradas atualmente, conquanto, os serviços manifestados à sociedade carecem nos mais diferentes âmbitos. Cabe aos cidadãos controlar os gastos públicos e fiscalizar sua destinação.

Segundo dados da Prefeitura Municipal de Flores da Cunha, em 2017, foram arrecadados 3,77 milhões de reais com o IPTU e mais 927 mil reais com a taxa de coleta de lixo, totalizando cerca de 4,7 milhões. Para o ano de 2018, a previsão de arrecadação com o IPTU é de 4,15 milhões e mais 998 mil reais com a taxa de coleta de lixo, no total de aproximadamente 5,15 milhões. A destinação destes recursos é dividida em 25% para a educação, 15% para a saúde e o restante do percentual para a coleta de resíduos sólidos urbanos.

#### **4.5 Contribuição tributária e a sustentabilidade**

O cenário atual da construção civil é marcado por uma geração exclusivamente voltada ao lucro, e que, por vezes, desprezam os valores sociais e ambientais para que os resultados econômicos sejam atingidos. Por esse motivo, considerou-se relevante importar estas discussões ao mercado imobiliário, visto que, o setor da construção civil dispõe de um papel fundamental para a realização dos objetivos globais do desenvolvimento sustentável. Isto porque, este setor é responsável por diversos impactos relacionados ao consumo de matéria e energia, além da elevada geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos.

De modo a consubstanciar os aspectos tributários e sustentáveis, sugere-se uma revisão na metodologia aplicada pelo poder público para a avaliação dos valores venais dos apartamentos em Flores da Cunha – RS. Em contrapartida ao aumento no valor a ser pago pelo proprietário, seria proposto benefícios e isenções fiscais sobre o Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) para empreendimentos onde haja a participação do planejamento sustentável.

O objetivo desta proposta é incentivar a construção e a adequação de empreendimentos sustentáveis neste município, a fim de solidificar um comportamento ambientalmente correto e sustentável, através de benefícios tributários.

Por fim, ao momento em que se propõe à população novas soluções para os problemas globais, na qual implicaria em redução os impostos tributários, a aceitação por parte deste público seria eminente, e ainda, dispõe-se de uma nova formatação de cultura no setor da construção civil.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, analisou-se comparativamente os valores venais avaliados pela prefeitura e os valores apresentados sob as condições mercadológicas. Diante disso, foi possível compreender a defasagem de valores devido as distintas metodologias avaliatórias e que, conseqüentemente, gera renúncia de arrecadação fiscal por parte do setor público.

Com base em todas as teorias e conclusões apresentadas nesta pesquisa, provou-se a importância da Engenharia de Avaliações, através da utilização de ferramentas de inferência estatística para avaliar imóveis, de modo a diminuir a parcela de subjetividade e determinar um valor justo para o bem avaliado. Assim, esta metodologia atesta condições favoráveis ao ser empregada para avaliações em massa e para o cálculo do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) e o Imposto sobre Transmissão de Bens Imóveis (ITBI).

Para que o modelo avaliatório seja confiável, faz-se necessário que, o engenheiro avaliador conheça amplamente o funcionamento do mercado, assim identificando os elementos suscetíveis de serem medidos e comparados. Neste cenário, foram feitas tentativas para a identificação dos principais atributos que influenciam diretamente a precificação dos imóveis na cidade. Como resultado, desenvolveu-se um modelo eficiente para apartamentos em Flores da Cunha, visto que, este exemplar apresenta-se com viabilidade de uso para fundamentar futuros trabalhos avaliatórios em cidades brasileiras de pequeno porte.

Com relação a variável Sustentabilidade, atestou-se que a mesma possui validade quando inserida no modelo de avaliação em apartamentos considerando uma cidade de pequeno porte. Como resultado, afirma-se que ocorreu uma valorização sobre os apartamentos que contemplavam maior quantidade de requisitos sustentáveis. Portanto, os compradores desta tipologia imobiliária estão requisitando este elemento ao adquirirem seus imóveis.

Por fim, conclui-se que os objetivos propostos neste trabalho foram atingidos e com isso, ressalta-se a importância dos atributos sustentáveis, assim como as questões tributárias sobre as metodologias avaliatórias. O uso destas ferramentas apresenta benefícios a sociedade e podem embasar novas pesquisas no setor imobiliário.

## REFERÊNCIAS

ABUNHAHMAN, S. A. **Curso básico de engenharia legal de avaliações**. 4. ed. São Paulo: PINI, 2008.

AGOPYAN, Vahan; JOHN, Vanderley. **O desafio da sustentabilidade na construção civil**. São Paulo: Blucher, 2011. Série Sustentabilidade, v.5, José Goldemberg (coord.).

ANGULO, S.C. **Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento de concretos**. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Civil, São Paulo.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 14653-1**: avaliação de bens: parte 1: procedimentos gerais. Rio de Janeiro, 2001

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 14653-2**: avaliação de bens parte 2: avaliação de bens parte 2: imóveis urbanos. Rio de Janeiro, 2011.

AVERBECK, Carlos Etor. **Avaliação de imóveis para fins tributários**. Seminário Internacional - O papel dos tributos imobiliários para o fortalecimento dos municípios. Anais... Fortaleza, 2006.

BENSON, Earl D; HANSEN, Julia L; SCHWARTZ, Arthur L. Jr; Greg T. Smersh. Pricing Residential Amenities: The Value of a View. **Journal of Real Estate Finance and Economics**, v.16, n. 1, pp 55-73 (1998).

BERRINI, L.C.; BERRINI JUNIOR, L.C. **Avaliações de imóveis**. 4.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1960.

BESANKO, D.; DRANOVE, D.; SHANLEY, M.; SCHAEFER; S. **Economics of strategy**, 4. ed. New York: John Wiley & Sons, 2006.

BOND Michael, SEILER Vicky, and SEILER Michael (2002) **Residential Real Estate Prices: A Room with a View**. Journal of Real Estate Research: v. 23, n. 1-2, pp. 129-138, 2002.

BROWN, Jr., G. M., and H. O. Pollakowski. Economic Value of Shoreline, **Review of Economics and Statistics**, v. 59 (August), p. 272-278, 1997.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Selo Casa Azul** – Guia Caixa Sustentabilidade Ambiental – coordenadores JOHN, V.M.; PRADO, R.T.A. São Paulo: Páginas & Letras, 2010.

CARVALHO JÚNIOR, Pedro Humberto Bruno de. Defasagem do IPTU no município do Rio de Janeiro: uma proposta de reforma. **Texto para discussão (TD) 1746**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, 2012.

CORRELL, M., J. LILLYDAHL and L. SINGELL, The Effects of Greenbelts on Residential Property Values: Some Findings on the Political Economy of Open Space, **Land Economics**, v.54, n.2, pp. 207–17, 1978.

CSILLAG, D.et al. **Condutas de sustentabilidade no setor imobiliários residencial**. São Paulo: CBCS/SECOVI, 2011.

DA SILVA, Ione Guilherme Pereira; RODRIGUES, Danielle Fernandes; PINHEIRO, Nadja Valéria. Cadeira produtiva da construção civil: uma análise sobre a sustentabilidade. XI ENCONTRO DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA/UFPB-PRG. **Anais...** João Pessoa, 2009.

DANTAS, R. A. **Engenharia de avaliações: uma introdução à metodologia científica**. 3. ed. São Paulo: PINI, 2012.

DARLING, A., Measuring Benefits Generated by Urban Water Parks, **Land Economics**, v.49, n.1, pp. 22–34, 1973.

EDWARDS, Brian; HYERR, Paul. **Guia Básica de la Sostenibilidad**. Barcelona: Gustavo Gili, 2004.

EUBANK, Huston. O movimento mundial da construção sustentável. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO. **Anais...** São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.cte.com.br/eventos/eventos2008/sustentabilidade/palestras.asp>. Acesso em: 20/03/2017.

FASTOFSKI, Daniela Chiarello. **Análise da aplicação do Selo Casa Azul em empreendimentos habitacionais verticais em Caxias do Sul, RS**. 2014. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo.

FÁVERO, L.P.L; BELFIORES, P.P; FRANCO DE LIMA, G.A.S. Modelos de precificação hedônica de imóveis residenciais na região metropolitana de São Paulo: Uma abordagem sob as perspectivas da demanda e da oferta. **Estudos Econômicos**. v. 38, n. 1, p. 73-96, 2008.

FIKER, J. **Avaliação de Imóveis Urbanos**. 5. ed. São Paulo: PINI, 1993.

FIKER, J. **Manual de Avaliações e Perícias em Imóveis Urbanos**. 3. ed. São Paulo: PINI, 2008.

FLORENCIO, L. A. **Engenharia de Avaliações com Base em Modelo Gamlss**, 2010. Dissertação (Mestrado em Estatística) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

FLORES DA CUNHA. Prefeitura Municipal, 2018. Disponível em:<<http://www.floresdacunha.rs.gov.br/>>. Acesso em: 30/07/2018

FOLHA DE SÃO PAULO (Online). **Casas “Verdes” ajudam mais que o Protocolo de Kyoto**. Folha.com, São Paulo, 29 mar. 2007. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/ciencia/ult306u16194.shtml>>. Acesso em: 03 de Abril de 2017.

GBC BRASIL. Green Building Council Brasil. **Revista GBC Brasil 7ed.<sup>a</sup>**. Editora VIB, 2016.

GERHARDT, T.G. **Análise do comportamento dos preços do mercado imobiliários de Lajeado**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso, pelo Curso de Engenharia Civil. São Leopoldo. Universidade do Vale do Rio dos Sinos.

GODOI, Bruna Canela de Souza. **Requisitos de sustentabilidade para o desenvolvimento de projetos residenciais multifamiliares em São Paulo**. 2012. Dissertação mestrado em Arquitetura – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. São Paulo.

GONZAGA, Lisiane Maria Rodrigues. **Contribuição para o aumento do nível de precisão das avaliações imobiliárias através da análise das preferências do consumidor**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). PPGEC. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

GONZÁLEZ, M. A. S. **A engenharia de avaliações na visão inferencial**. São Leopoldo: Editora UNISINOS, 1997.

GONZÁLEZ, M.A.S. **Metodologia de avaliação de imóveis**. Novo Hamburgo: SGE, 2003.

GONZÁLEZ, M.A.S; FORMOSO C.T. Construção de modelos do mercado imobiliário para análise de viabilidade com regressões e sistemas de regras difusas. **Ambiente Construído**, v. 6, n. 4, p. 19-31, 2006.

GUJARATI, D.N. **Econometria básica**. São Paulo: Makron Books, 2000.

HARVEY, Jack. **Urban land economics**. 4. Ed. London: Macmillan, 1996.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Flores da Cunha, 2016. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=430820>>. Acesso em: 05/05/2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produto Interno Bruto dos Municípios 2004-2008. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pibmunicipios/2004\\_2008/](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pibmunicipios/2004_2008/)>. Acesso em: 05/08/2017.

JOAL TEITELBAUM. Tripé da sustentabilidade. Disponível em: <<http://www.teitelbaum.com.br/consultoria/producao-limpa.php>>. Acesso em: 02/06/2017

JOHN, V.M; OLIVEIRA, D.P. de; AGOPYAN, V. **Critérios de sustentabilidade para a seleção de materiais e componentes: uma perspectiva de países em desenvolvimento**. Departamento de Engenharia Civil, Escola Politécnica. São Paulo. Universidade de São Paulo, 2006.

KIEL, Katherine A.; ZABEL, Jeffrey E. Location, location: The 3L Approach to house price determination. **Journal of Housing Economics**, v. 17, n. 2, June pp.175-190, 2008.

LAURIANO, Lucas Amaral; TELLO, Rafael. Contextualização da construção e a sustentabilidade. In: ENCONTRO DA COMUNIDADE DE DESENVOLVIMENTO: SUSTENTABILIDADE NO MERCADO DA CONSTRUÇÃO. **Anais...** São Paulo, 2001. Disponível em:<[http://www.fdc.org.br/pt/pesquisa/sustentabilidade/construcao/Documents/material\\_de\\_apoio\\_comunidade\\_de\\_desenvolvimento.pdf](http://www.fdc.org.br/pt/pesquisa/sustentabilidade/construcao/Documents/material_de_apoio_comunidade_de_desenvolvimento.pdf). Acesso em: 5 de Fevereiro de 2017.

LEITE JÚNIOR, Hamilton de França. **A sustentabilidade no mercado imobiliário**. PINI, 2009.

LIMA, Patrícia Helen. **Projeto Sustentável: exigência para o século XXI: percepção do projeto sustentável na produção imobiliária atual**. 2009. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

MANTOVANI, Marcela Teixeira. **Análise da sustentabilidade no mercado imobiliário residencial brasileiro**. 2010. Dissertação mestrado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de São Paulo, São Paulo.

MÖLLER, Luiz Fernando. **Planta de valores genéricos: avaliação coletiva de imóveis para fins tributários**. Porto Alegre: Sagra – DC Luzzato, 1995.

MOREIRA, A.L. **Princípios de engenharia de avaliações**. 4. ed. São Paulo: PINI, 1997.

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development. Estatísticas da OECD, 2003. Disponível em:<<http://www.oecd.org>. Acesso em 3 de Janeiro de 2017.

PACHECO, J.A. **Certificações, normas e legislação. Sustentabilidade nas obras e nos projetos: questões práticas para profissionais e empresas**. São Paulo: PINI, 2012.

PALAGI, S. **Impacto das Inundações no Valor Imobiliário em Lajeado, RS**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil). 2012. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo.

PEREIRA, J. C.; GARSON, S.; ARAÚJO, E. G. **Construção de um modelo para o preço de venda de casas residenciais na cidade de Sorocaba-SP**. GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, a. 7, nº 4, pp. 153-167. 2012.

RIBEIRO, J. L. D.; CATEN, C. **Estatística industrial**. Porto Alegre: UFRGS. Escola de Engenharia – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, 2003.

- ROCHA, C.S. **Avaliação de imóveis: proposta de uma estrutura de apoio à vistoria de imóveis financiados pela CEF**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil). 2010. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- ROGERS, Richard. **Cidades para um pequeno planeta**. Barcelona: Gustavo Gili, 2001.
- ROGERS, Richard; GUMUCHDJIAN, Philip. **Cidades para um pequeno planeta**. Barcelona: Gustavo Gili, 2005.
- SARTORIS NETO, A. **Estimação de modelos de preços hedônicos: um estudo para residências na cidade de São Paulo**. 1996. Dissertação (Mestrado em Economia), FEA-USP. São Paulo.
- SHEPPARD S, Hedonic analysis of housing markets. In Cheshire P C, Mills E S (eds), **Handbook of applied urban economics**, v.3, Chap.8, Elsevier, Amsterdam, 1999.
- SILVA, Vanessa Gomes; AGOPYAN, Vahan. **Avaliação de edifícios no Brasil: saltando de avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade**. São Paulo: EPUSP, 2004.
- SMOLKA, M.; SCHECHINGER, C. M. **Apuntes sobre conceptos desarrollados por Martim Smolka respecto del mercado del suelo y el impuesto a la propiedad en América Latina. Financiamiento de las ciudades latinoamericanas con suelo urbano**. Cambridge: Lincoln Institute of Land Police, 2005 (Working Paper).
- SOTO, R.A. Variáveis chave na avaliação de apartamentos: o que é mais importante observar na construção de modelos matemáticos. **Revista On-line do Instituto de Pós-Graduação e Graduação – IPOG**, Porto Alegre, 2014.
- WINES, J. **Green Architecture**. Milan: Taschen, 2000.

## APÊNDICE A – DADOS COLETADOS MODELO APARTAMENTOS

Apto	Valor (R\$)	Local	Sustent.	Andar	Área total (m <sup>2</sup> )	venda=0/ oferta=1	Padrão	esquina=2/ não=1	Vagas	Elevador	Cobertura
1	295000,00	3	2	3	87,0	1	1	1	1	1	0
2	350000,00	2	2	2	124,0	1	2	1	2	1	0
3	410000,00	2	2	4	124,0	1	2	1	2	1	0
4	380000,00	2	2	3	124,0	1	2	1	2	1	0
5	530000,00	2	2	3	159,0	1	2	1	2	1	0
6	220000,00	1	1	2	104,0	1	1	1	2	0	0
7	1244000,00	1	3	5	308,0	1	2	1	4	1	1
8	430000,00	1	3	1	146,0	0	2	2	2	1	0
9	415000,00	1	3	1	146,0	0	2	2	2	1	0
10	900000,00	1	3	4	216,0	1	2	2	3	1	0
11	221000,00	1	3	1	65,2	1	1	1	1	1	0
12	214000,00	1	3	2	65,0	1	1	1	1	1	0
13	232000,00	1	3	4	65,6	1	1	1	1	1	0
14	267000,00	1	3	4	65,6	1	1	1	2	1	0
15	200000,00	1	3	2	67,5	0	1	2	1	1	0
16	335000,00	3	2	3	124,0	0	2	1	2	1	0
17	343000,00	3	2	2	102,0	0	2	1	2	1	0
18	300000,00	3	2	4	102,0	0	2	1	2	1	0
19	245000,00	3	2	3	90,0	0	2	1	1	1	0
20	326000,00	3	2	2	102,0	0	2	1	2	1	0
21	406000,00	2	2	2	139,0	0	2	1	2	1	0
22	462000,00	2	2	2	128,0	1	2	1	2	1	0
23	971000,00	2	2	5	210,0	1	2	1	3	1	1
24	450000,00	2	2	3	139,0	0	2	1	2	1	0
25	400000,00	2	2	3	128,0	0	2	1	2	1	0
26	500000,00	2	2	4	128,0	0	2	1	2	1	0
27	491000,00	2	3	4	149,0	1	2	2	2	1	0
28	385000,00	2	3	4	112,8	0	2	1	1	1	0
29	517000,00	2	3	3	156,0	0	2	1	2	1	0
30	315000,00	2	3	4	92,6	1	2	1	1	1	0
31	348000,00	2	3	4	106,5	1	2	1	1	1	0
32	490000,00	2	3	3	141,0	1	2	1	2	1	0
33	413000,00	4	2	3	130,8	1	2	1	2	1	0
34	850000,00	4	2	5	160,1	0	2	2	3	1	1
35	600000,00	4	2	4	164,0	0	2	2	2	1	0
36	383000,00	4	2	4	101,0	1	2	1	2	1	0
37	220000,00	3	2	4	71,4	1	1	1	1	0	0
38	190000,00	3	2	3	64,0	0	1	1	1	0	0
39	140000,00	3	2	2	62,0	0	1	1	1	0	0
40	150000,00	3	2	2	66,0	0	1	1	1	0	0
41	140000,00	3	2	3	62,0	1	1	1	1	0	0
42	850700,00	3	1	3	286,0	1	1	1	2	1	0

43	520000,00	3	3	3	142,0	1	2	1	2	1	0
44	850000,00	3	3	5	227,0	0	2	1	3	1	1
45	420000,00	3	3	2	142,0	0	2	1	2	1	0
46	460000,00	3	2	3	172,0	1	2	1	3	1	0
47	440000,00	3	2	3	172,0	1	2	1	2	1	0
48	210000,00	3	2	2	64,0	1	2	1	1	1	0
49	220000,00	3	2	3	64,0	1	2	1	1	1	0
50	290000,00	3	2	4	98,0	1	2	1	1	1	0
51	950000,00	3	2	5	219,0	1	2	2	2	1	1
52	280000,00	3	2	3	84,0	0	2	1	1	1	0
53	350000,00	3	2	4	118,0	0	2	1	2	1	0
54	323000,00	2	2	2	100,0	1	1	1	1	1	0
55	288000,00	2	2	2	99,0	0	1	1	1	1	0
56	334000,00	2	2	4	101,0	1	1	1	1	1	0
57	328000,00	2	2	3	101,0	1	1	1	1	1	0
58	334000,00	2	2	4	99,0	1	1	1	1	1	0
59	815000,00	2	2	5	272,0	0	1	1	2	1	1
60	200000,00	1	3	1	64,0	1	1	1	1	1	0
61	205000,00	1	3	2	64,0	1	1	1	1	1	0
62	199000,00	1	3	3	64,0	0	1	1	1	0	0
63	255000,00	1	3	4	85,0	0	1	1	1	1	0
64	201000,00	1	3	4	64,0	0	1	1	1	1	0
65	610000,00	3	2	2	233,0	1	2	1	2	1	0
66	450000,00	3	2	4	124,0	1	2	1	2	1	0
67	530000,00	3	2	3	147,0	1	2	1	2	1	0
68	702000,00	3	2	2	183,0	0	2	2	2	1	0
69	710000,00	3	2	3	183,0	1	2	2	3	1	0
70	1120000,00	3	2	5	280,0	1	2	1	3	1	1
71	720000,00	3	2	5	188,0	1	2	2	3	1	1
72	222000,00	2	3	3	65,0	1	2	1	1	1	0
73	318000,00	2	3	3	91,0	1	2	2	1	1	0
74	200000,00	2	3	2	56,0	1	2	1	1	1	0
75	307000,00	2	3	1	101,0	1	2	1	1	1	0
76	305800,00	1	1	2	90,0	1	2	1	1	1	0
77	303800,00	1	1	4	88,0	1	2	1	1	1	0
78	209000,00	1	1	1	79,0	1	2	1	1	1	0
79	333700,00	1	1	1	103,0	1	2	2	1	1	0
80	680000,00	4	2	3	154,0	1	2	2	2	1	0
81	587000,00	4	2	3	147,0	1	2	1	2	1	0
82	300000,00	2	3	2	78,0	1	2	1	1	1	0
83	350000,00	2	3	3	92,0	1	2	1	1	1	0
84	367000,00	2	3	4	94,0	1	2	1	1	1	0
85	713000,00	2	3	5	123,0	1	2	1	1	1	1
86	590000,00	2	3	5	118,0	1	2	1	1	1	1
87	325000,00	2	3	2	83,0	1	2	1	1	1	0
88	360000,00	2	3	3	94,0	1	2	1	1	1	0

89	438000,00	3	2	1	143,0	1	2	1	2	1	0
90	534000,00	3	2	2	165,0	1	2	2	2	1	0
91	500000,00	3	2	2	169,0	1	2	1	2	1	0
92	429000,00	3	2	2	143,0	1	2	1	2	1	0
93	550000,00	3	2	1	169,0	1	2	1	2	1	0
94	222000,00	1	1	3	90,6	1	1	1	1	1	0
95	264000,00	1	1	4	100,0	1	1	1	1	1	0
96	222000,00	1	1	3	87,2	1	1	1	1	1	0
97	264000,00	1	1	4	93,0	1	1	1	1	1	0
98	154000,00	1	1	2	63,1	1	1	1	1	1	0
99	300000,00	3	1	1	103,0	1	1	1	1	0	0
100	750000,00	3	2	3	232,8	0	2	2	2	1	0
101	610000,00	4	2	3	176,2	0	2	1	2	1	0
102	610000,00	4	2	2	176,2	1	2	1	2	1	0
103	610000,00	4	2	4	176,2	1	2	1	2	1	0
104	496000,00	4	2	2	141,8	1	2	1	2	1	0
105	496000,00	4	2	3	141,8	1	2	1	2	1	0
106	496000,00	4	2	4	141,8	1	2	1	2	1	0
107	330000,00	3	1	1	167,2	1	1	2	1	0	0
108	340000,00	3	1	2	167,2	1	1	2	1	0	0
109	321000,00	3	2	2	106,0	0	1	1	2	1	0
110	460000,00	3	2	4	129,0	0	1	1	2	1	0
111	449000,00	3	2	3	129,0	1	1	1	2	1	0
112	444000,00	3	2	2	129,0	1	1	1	2	1	0
113	318000,00	3	2	1	113,0	1	1	1	2	1	0
114	450000,00	3	2	3	132,0	1	1	1	2	1	0
115	452000,00	4	2	2	130,1	1	2	2	2	1	0
116	519000,00	4	2	2	144,0	1	2	2	2	1	0
117	324000,00	4	2	3	109,0	1	2	1	2	1	0
118	440000,00	4	2	3	129,0	1	2	1	2	1	0
119	455000,00	4	2	4	129,0	1	2	1	2	1	0
120	535000,00	4	2	4	144,0	1	2	2	2	1	0