

■ Jefferson Luiz Alves Marinho

AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS URBANOS

■ Análise dos
pressupostos
do modelo

2ª edição
Revisada e ampliada



■ Jefferson Luiz Alves Marinho

AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS URBANOS

■ Análise dos
pressupostos
do modelo

2ª edição
Revisada e ampliada



São Paulo – SP
2025



Jefferson Luiz Alves Marinho

Engenheiro Civil formado pela Universidade Federal do Ceará – UFC. Doutor em Química Biológica pela Universidade Regional do Cariri - URCA e mestre em Engenharia e Tecnologia Ambiental pela Universidad de León – Espanha. Advogado e mestre em Direito pela Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC – RS. Doutorando em Química Biológica pela Universidade Regional do Cariri – URCA. Especialista em Avaliações e Perícias de Engenharia (Faculdade Osvaldo Cruz-SP). Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho (Unileão-CE). Especialista em Administração de Empresas (URCA-CE). Pró-Reitor de Administração da Universidade Regional do Cariri – URCA. Presidente do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia do Ceará – IBAPE-CE. Membro da Sociedade Brasileira de Engenharia de Avaliações - SOBREA. Diretor do Instituto Tecnológico do Cariri – ITEC (2014 a 2019). Professor Adjunto da Universidade Regional do Cariri – URCA. Exerceu o cargo de Chefe do Departamento e coordenador do Curso de Tecnologia da Construção Civil – URCA em vários mandatos. Coordenador da pós-graduação *lato sensu* em Gerenciamento da Construção Civil – URCA. Coordenador do XIII CINPAR

– *International Conference on Building Pathology and Constructions Repair* (2017). Diretor Técnico da ENGEAP – Avaliações e Perícias Ltda., prestando serviços em avaliações de imóveis, medições de obras, análise de projetos, vistorias de danos físicos para a CAIXA, Banco do Nordeste, Banco do Brasil, Fundação Habitacional do Exército, Pouplex e de diversas empresas. Perito do juízo da Justiça Estadual e Federal em várias subseções do Ceará e de Pernambuco, palestrante e autor dos livros: *Patologia das Edificações: Manifestações nas edificações e no Patrimônio Histórico* (1ª edição em 2019 e 2ª edição em 2022) – Editora Leud; *Manifestações Patológicas e Reabilitação de Estruturas* – Editora Íthala (2018); *Parceria Público-Privada e Resíduos da Construção Civil: Desafios Contemporâneos com enfoque na Solidariedade* – Editora Íthala (2018); *Gerenciamento da Construção Civil: Reflexões sobre Sustentabilidade, Planejamento e Controle de Obras* – Editora Multideia (2017). Coautor do livro *Comportamento de Misturas Asfálticas com altas taxas de asfalto reciclado: um estudo sobre a viabilidade técnica*. Editora: LivroRápido (2016); Coautor do Livro *Diálogos Constitucionais sobre Demandas Sociais e Políticas Públicas* – Editora Íthala (2017).

E-mail: *jeff.marinho@urca.br*

Prefácio da 1^a edição

Confesso que foi uma imensa alegria receber do Jefferson Luiz Alves Marinho a incumbência de fazer o prefácio do seu livro.

Conheci o Jefferson Marinho em reuniões, além de diversos eventos do nosso querido IBAPE, Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia. Na esteira deste convívio, adquiri uma grande admiração pelo colega e fico impressionado com seu vasto currículo! É Engenheiro Civil, graduado em Topografia e Estradas, graduado em Direito, mestre em Direito, mestre em Engenharia e Tecnologia Ambiental, especialista em Administração de Empresas, e também especialista em Engenharia e Segurança do Trabalho, possui a especialização em Engenharia de Avaliações e Perícias, além de longa jornada na docência vinculada à Universidade Regional do Cariri (URCA) e como Pró-reitor de Administração. Em que pese todas estas titulações, ainda está cursando um doutorado em Química Biológica com ênfase nas questões de efluentes e resíduos na construção civil.

Na ocasião deste prefácio, Jefferson Marinho havia assumido a presidência do IBAPE Ceará, com muitos desafios e uma garra incrível. Tive a oportunidade de estar presente na sua posse, em um animado e proveitoso seminário sobre avaliações para desapropriações.

O autor, Jefferson Marinho, tem livros publicados nas áreas de inspeções prediais, em manifestações patológicas, além de um livro sobre resíduos na construção civil.

Desta vez ele nos brinda com uma belíssima abordagem na área de avaliações de imóveis. O livro traz uma boa análise sobre o histórico e a evolução da Engenharia de Avaliações, desde os primórdios até a consolidação do processo normativo, com a publicação da NBR 14653 e suas partes, uma evolução fantástica desta especialização da Engenharia. Está calcado na análise de um modelo de regressão de imóveis levando-se em conta as variáveis utilizadas nas avaliações de imóveis urbanos, tais como área construída, área de terreno, idade, número de quartos, padrão de acabamento, estado de conservação, além de variáveis sociais como IDM e população.

Jefferson Marinho, de forma clara, precisa e de fácil entendimento, discute o modelo, apresentando sua análise e consideração, debatendo e comentando temas de suma importância para as avaliações, como por exemplo, as extrapolações, o campo de arbítrio, o intervalo de confiança, as normalidades dos resíduos, a homoscedasticidade, a autocorrelação, colinearidade, os outliers e pontos influenciadores, os testes de significância, além do coeficiente de correlação e de determinação.

Este livro é uma importante contribuição para a Engenharia de Avaliações. A obra faz uma abordagem técnica, com um texto direto e de fácil compreensão.

Parabenizo e felicito o amigo Jefferson Marinho pelo importante feito. Sinto-me honrado com a realização deste prefácio.

Desfrutem desta agradável leitura técnica!

Osório Accioly Gatto

Engenheiro Mecânico
Mestre em Economia
Especialista em Perícias de Engenharia e Avaliações
Presidente do IBAPE Nacional (2012-2013)
Diretor da Mercatto Assessoria e Avaliações Ltda.

Prefácio da 2^a edição

Receber o convite de Jefferson Luiz Alves Marinho para prefaciar a presente obra (2^a edição) enche-me de profundo entusiasmo e satisfação, especialmente por se tratar de literatura técnica voltada para estudantes e profissionais que se dedicam às atividades da Engenharia de Avaliações, em particular as avaliações de imóveis urbanos.

A denominada Engenharia de Avaliações, especialidade da engenharia que compreende um conjunto de conhecimentos técnicos-científicos, aplicados às avaliações de bens por arquitetos ou engenheiros, alicerça-se em métodos específicos para identificar valores, custos ou indicadores de viabilidade econômica de um bem. Sobre isto, registra-se que o livro em destaque contempla uma visão geral acerca dos referidos métodos (e procedimentos), além de promover uma apresentação introdutória sobre a Engenharia de Avaliações, em que trata da evolução histórica,

das normas técnicas pertinentes e dos conceitos básicos inerentes à avaliação de imóveis urbanos. Contudo, a ênfase do autor reside na abordagem do método comparativo direto de dados de mercado, precipuamente no que diz respeito ao tratamento dos dados a partir do uso de modelos de regressão linear múltipla para a avaliação de imóveis urbanos.

Neste contexto, o autor, a partir da exposição e discussão de conceitos, discorre com objetividade acerca de tópicos relevantes relacionados à aplicação do método comparativo de dados de mercado, a saber: pesquisa de mercado (coleta de dados), escolha de variáveis, tratamento dos dados, especificação da avaliação e inferência estatística. Adicionalmente, com base em um “modelo paradigma”, o autor promove a análise da validação dos pressupostos do modelo de regressão linear, pedra angular de boa parte da teoria estatística inferencial clássica e cuja negligência pelo avaliador pode resultar em avaliações imobiliárias tendenciosas, ineficientes ou inconsistentes. Destaca-se ainda a seção do livro denominada de “perguntas e respostas”, em que o autor compilou as principais dúvidas dos leitores referentes à 1ª edição do livro, assim como as respectivas respostas para cada pergunta, auxiliando os novos leitores a clarificarem questões recorrentes e a compreenderem de maneira mais direta e eficaz os conceitos abordados na obra.

Não apenas pela escassez de publicações dessa natureza no segmento da Engenharia de Avaliações, mas principalmente por se apresentar como um texto acessível e de fácil compreensão – mesmo para leitores menos familiarizados com a estatística –, este livro oferece uma contribuição tanto no ensino e

aprendizado dos estudantes quanto no aprimoramento e apoio do exercício profissional. Constitui um exemplo evidente de que a Engenharia de Avaliações se afasta a passos largos dos tempos em que predominavam os trabalhos técnicos baseados em fórmulas predefinidas e de consagrações empírico-arbitrárias, oriundas tão somente do consenso de avaliadores especialistas, destituídas de critérios científicos. A Engenharia de Avaliação há de ser desenvolvida com base na aplicação da metodologia de pesquisa científica, a partir de modelos apropriados. O esforço do autor em oferecer este instrumental estatístico a estudantes e profissionais da Engenharia de Avaliações já é justificado por essa realidade.

Finalmente, expresso o meu reconhecimento ao colega Jefferson Luiz Alves Marinho pela brilhante trajetória acadêmica e profissional que tem sido por ele construída. Sabemos que um projeto dessa magnitude demanda muito esforço e dedicação, além de renúncias. A convicção de que o conhecimento gerado e transmitido é uma forma de perpetuação humana compensa todo o trabalho investido.

Boa leitura!

Lutemberg de Araújo Florencio

Engenheiro Civil
Doutor em Engenharia de Construção Civil (*Real Estate*)
Mestre em Estatística
Presidente da Sociedade Brasileira de
Engenharia de Avaliações (SOBREA) [2023-2025]

Sumário

Introdução	15
1. Engenharia de Avaliações no Brasil	19
1.1 Histórico.....	20
1.2 Normas Técnicas	23
2. Avaliação de Imóveis Urbanos	27
2.1 Definição	27
2.2 Valor de Mercado, Preço e Custo.....	28
2.3 Classificação dos Imóveis Urbanos	34
2.4 Vistoria.....	35
3. Métodos Utilizados para Avaliação de Imóveis	41
3.1 Métodos para identificar o valor de um bem, de seus frutos e direitos.....	43
3.1.1 Método Comparativo Direto de Dados de Mercado (MCDDM) ..	43
3.1.2 Método Involutivo	43
3.1.3 Método Evolutivo	44
3.1.4 Método da Capitalização da Renda.....	44
3.2 Métodos para identificar o custo de um bem	44
3.2.1 Método Comparativo Direto de Custo	44
3.2.2 Método da Quantificação de Custo.....	45
3.3 Método para identificar indicadores de viabilidade da utilização econômica de um empreendimento.....	46
4. Mercado Imobiliário	49
5. Pesquisa de Mercado	57
6. Escolha das Variáveis	63

Código Alocado X Dicotômica	170
Coeficiente de Correlação e de Determinação	171
Conflito de Interesses.....	172
Correlação	172
Dados de Mercado	173
Dados Discrepantes.....	174
Desapropriação.....	175
Distância de Cook.....	177
Distribuição dos Resíduos Fora do Padrão	178
Durbin Watson.....	179
Equação de Regressão.....	180
Extrapolção.....	181
Fatores de Homogeneização.....	183
Gráfico de Resíduos	186
Heterocedasticidade	187
Imóvel Urbano ou Rural?	187
Intervalo de Confiança e Campo de Arbítrio	189
Laudo de Avaliação	190
Medidas de Tendência Central.....	193
Método Comparativo	193
Metodologia Avaliatória.....	194
Micronumerosidade	195
Outlier	196
Regressão Linear e Regressão Não Linear	197
Significância	198
Teste T de Student e F de Snedecor	199
Valor Unitário X Valor Total.....	201
Variáveis	201
 Considerações Finais.....	 203
 Referências Bibliográficas	 206



Engenharia de Avaliações no Brasil

A Engenharia de Avaliações é uma especialidade que reúne um conjunto amplo de conhecimentos da área de engenharia e arquitetura, bem como de outras áreas das ciências sociais, exatas e da natureza, com o objetivo de determinar tecnicamente o valor de um bem, de seus direitos, frutos e custos de produção (DANTAS, 2012).

A engenharia de avaliações é de grande importância para os diversos agentes do mercado imobiliário tais como: construtoras, incorporadoras, investidores, imobiliárias, bancos, seguradoras, poder judiciário, seguradoras, fundos de pensão, compradores e vendedores de imóveis.

As avaliações imobiliárias urbanas devem ser realizadas por profissionais habilitados (engenheiros e arquitetos) devidamente

registrado e adimplentes com os Conselhos de classe (CREA ou CAU) e de acordo com as normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

1.1 Histórico

No Brasil, o primeiro trabalho sobre o assunto foi publicado em 1918 pelo Professor e Engenheiro Vitor da Silva Freire em São Paulo (Pires, 1974). Em 1941, o Eng.º Luiz Carlos Berrini, se destacou como um estudioso e desbravador do assunto, tendo escrito o primeiro livro sobre o assunto – *Avaliações de Terrenos* e, em 1949, o livro *Avaliações de Imóveis*. Em São Paulo, na década de 40, muitos estudos foram feitos de forma individual e, por isso mesmo, foram pouco difundidos e pouco utilizados, destacando-se os trabalhos dos Eng.º Lysandro M. Pereira da Silva, Alcino de Campos, Alberto de Zagottis, A. N. Nogueira da Gama, Plínio Whitaker, Ernani F. Nogueira, Mário Pamponet, Álvaro Maurício Varella e Rodrigo Odilon Guedes Mesquita.

A partir da década de 1950 diversos trabalhos foram publicados no Brasil sobre engenharia de avaliações, merecendo destaque os métodos utilizados pelos engenheiros Berrini (1957), João Ruy Canteiro (1970), Hélio de Caíres (1974), Medeiros Júnior (1974), José Carlos Pellegrino (1983), José Fiker (1986), Alberto Lélío Moreira (1994), Francisco Maia Neto (1988).

Em 1953 foi fundado o primeiro Instituto de Engenharia de Avaliações no Brasil, na cidade do Rio de Janeiro, denominado Instituto de Engenharia Legal, caracterizando-se como uma



Avaliação de Imóveis Urbanos

2.1 Definição

A avaliação de imóveis é a definição técnica do valor de mercado dos bens ou de direitos sobre eles. Esta definição é feita dentro de procedimentos técnicos para a realização das análises de valor. Segundo Moreira (1994), avaliar é a arte de estimar valores apropriados e específicos, em que o conhecimento técnico e o bom-senso são condições fundamentais.

Abunahman (1998) define avaliação como sendo uma aferição de vários fatores econômicos especificamente determinados em relação às propriedades descritas em uma data prevista, tendo como base a análise de dados relevantes.

Consoante as lições de Dantas (2012), a Engenharia de Avaliações é “uma especialidade da engenharia que reúne um

conjunto amplo de conhecimentos na área de engenharia e arquitetura, bem como em outras áreas das ciências sociais, exatas e da natureza, com o objetivo de determinar tecnicamente o valor de um bem, de seus direitos, frutos e custos de reprodução”.

O estudo da Engenharia de Avaliações abrange um conjunto de conhecimentos técnico-científicos especializados e que são aplicados à avaliação de bens. Neste contexto, o engenheiro de avaliações é o profissional de nível superior, com habilitação legal e capacitação técnico-científica para realizar avaliações, devidamente registrado no Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia – CREA. É também uma atribuição dos arquitetos, que neste caso deverão estar registrados no Conselho de Arquitetura e Urbanismo - CAU.

Alguns conceitos pertinentes à técnica de avaliar são apresentados a seguir:

2.2 Valor de Mercado, Preço e Custo

Desde sua origem, o homem busca estabelecer preços para os bens de forma que satisfaçam sua noção de valor numa transação e de maneira que se efetivem trocas, sejam elas diretas como o escambo ou indiretas como a moeda.

O conceito de valor de um bem, de modo geral, é intuitivo e subjetivo, quer sob a ótica do vendedor ou comprador deste bem, podendo variar entre os participantes de um mercado. No entanto, o preço é uma característica que representa a quantidade de dinheiro paga pelo bem.



Métodos Utilizados para Avaliação de Imóveis

A escolha da metodologia a ser aplicada para avaliação de um bem é decorrente da natureza do bem a ser avaliado, da finalidade da avaliação e da disponibilidade, qualidade e quantidade de informações colhidas no mercado; logo depende das condições atuais do mercado, do tipo de serviço a que se presta e do grau de precisão e de fundamentação que se deseja. No entanto, independentemente da metodologia utilizada, esta deverá apoiar-se em pesquisa de mercado e considerar os preços comercializados e/ou ofertados, bem como outros elementos e atributos que influenciam o valor (variáveis).

“A metodologia escolhida deve ser compatível com a natureza do bem avaliando, o objetivo e a finalidade da avaliação, e os dados de mercado disponíveis.”

Para a identificação do valor de mercado, sempre que possível, deverá ser utilizado o método comparativo de dados de mercado, pois é reconhecidamente o método que melhor representa a realidade do mercado imobiliário. Sempre que se optar por outra metodologia, a escolha deverá ser justificada e ater-se ao estabelecido na NBR 14.653, com o objetivo de retratar o comportamento do mercado por meio de modelos que suportem racionalmente o convencimento do valor. No caso de situações atípicas, em que for comprovada a impossibilidade de se utilizarem as metodologias previstas pela norma, será facultado ao engenheiro de avaliações o emprego de outro procedimento, desde que devidamente justificado.

“Sempre que possível, deverá ser utilizado o método comparativo de dados de mercado, pois é reconhecidamente o método que melhor representa a realidade do mercado imobiliário.”



Mercado Imobiliário

Antes de nos aprofundarmos no estudo das avaliações de imóveis urbanos, necessário se faz o entendimento do mercado imobiliário e o seu funcionamento, bem como compreender os mecanismos existentes. Como ponto de partida, é importante fixar o conceito do mercado imobiliário e identificar as diferenças existentes quando comparados com os outros mercados de bens.

Nos primórdios da civilização, o homem era nômade e vivia do que coletava diretamente na natureza. Com o passar dos anos, sentiu a necessidade de produzir utensílios de autossuficiência, como vestimenta e ferramentas de caça e pesca.

A conexão entre o mundo interior, individual e subjetivo de cada sujeito se dava quando o homem encontrava um ambiente livre para manifestar seu desejo por algo, bem como o de manifestar sua oferta de algo que alguém pudesse querer. Os bens e serviços eram trocados primeiramente de forma direta, segundo

valorações não iguais, mas sim inversas entre os negociantes, como forma de reduzir suas incertezas, mesmo que intuitivamente. Assim, o homem primitivo (*homo habilis*) começou a voltar-se não só para o presente, como também para o futuro, já que a redução da incerteza lhe aumentava o horizonte. Desse modo, passou a empreender e a produzir tanto bens de usufruto direto, como também a se especializar na produção de bens ou de partes de bens que outros pudessem usufruir para trocá-los no mercado (BRANDA, 2011).

Em sentido amplo, inclusive, o mercado é a própria sociedade, se for considerado como um processo de tipo espontâneo, de interações humanas muito complexas, moldado em preços monetários e movidas pela função empresarial (HUERTA DE SOTO, 2004, p. 84).

Contemporaneamente pode-se definir mercado como sendo as transações comerciais que envolvam troca de bens, tangíveis (que pode ser tocado) ou intangíveis (que não podem ser tocados, pois não têm existência corpórea), ou direitos sobre os mesmos. Neste sentido, o termo mercado refere-se àquele de concorrência perfeita e contendo, em geral, as características dos bens. Os participantes do mercado o fazem voluntariamente e têm conhecimento pleno das condições em vigor; nenhum participante, sozinho, é capaz de alterar as condições estabelecidas; cada transação é feita de maneira independente das demais; o número de ofertas e/ou transações é suficientemente grande, de maneira que a retirada de uma amostra não afeta o mercado.



Pesquisa de Mercado

A coleta de dados de mercado é o alicerce de todo o procedimento avaliatório, uma vez que uma avaliação imobiliária sem dados de mercado não passa de uma estimativa subjetiva de valor. Sem dúvidas, constitui-se numa árdua tarefa para comprovação de qualquer base teórica. Para tanto, convém que seja planejada com antecedência e que seja capaz de esclarecer aspectos relevantes para a avaliação.

Na avaliação de imóveis, a pesquisa de mercado representa uma das etapas mais importante do trabalho avaliatório, pois é nessa fase que são colhidos os dados e informações que servirão de base para o tratamento estatístico a ser utilizado e é neste momento que se faz uma verdadeira investigação do mercado imobiliário.

O levantamento dos dados de mercado deverá ser feito de forma cautelosa, pois esta etapa define o sucesso da modelagem.

Deverá ser realizado um planejamento antes da coleta dos dados de forma a contemplar o espaço físico, local onde está inserido, população a ser estudada e o número de imóveis a serem pesquisados. Esta etapa deve iniciar-se pela caracterização e delimitação do mercado estudado, utilizando-se teorias e conceitos existentes ou hipóteses advindas de experiências adquiridas pelo avaliador/perito sobre quais variáveis são as mais influenciadoras para a formação do valor do imóvel.

É importantíssimo que o avaliador/perito identifique as fontes consultadas, possíveis dificuldades encontradas na obtenção dos dados, os cuidados tomados no levantamento, o tipo de evento, a contemporaneidade, bem como todas as características físicas e do local (infraestrutura, melhoramentos públicos, proximidade de polos de valorização, dentre outros), com o objetivo de identificar, preliminarmente, as possíveis variáveis responsáveis pela formação dos preços de bens de mesma natureza, no mercado que se pretende explicar.



“A pesquisa de mercado representa uma das etapas mais importante do trabalho avaliatório (...) Deverá ser feito de forma cautelosa, pois esta etapa define o sucesso da modelagem.”



Portanto, cabe ao avaliador/perito, na fase de coleta de dados:



Escolha das Variáveis

As variáveis são representações numéricas das características intrínsecas e extrínsecas dos imóveis. É importante observar a relação existente entre as variáveis selecionadas, no intuito de se verificar a dependência ou não entre elas (colinearidade).

Segundo Richardson (1989), as variáveis apresentam duas características fundamentais:

- a. São aspectos observáveis de um fenômeno;
- b. Devem apresentar variações ou diferenças em relação ao mesmo ou outros fenômenos.

Uma variável pode ser definida como classificação ou medida, quantidade variável, um conceito operacional que expressa valores, aspecto, propriedade ou fator, que pode ser distinguido em um objeto examinado e que seja susceptível à medição.

São princípios básicos para a definição de variáveis:

- a. Os valores devem ser mutuamente excludentes;
- b. As categorias devem estar adequadas à *realidade local ou regional*;
- c. O conjunto dos valores possíveis deve ser *exaustivo*, o que significa que todas as possibilidades devem ser incluídas no conjunto;
- d. Todos os elementos da amostra devem ser classificados em alguma das categorias estabelecidas;
- e. Devem ser *representativas* para explicar o fenômeno.

Uma variável pode ser dependente ou independente. A NBR 14653-2/2019 define variável dependente como “variável cujo comportamento se pretende explicar pelas variáveis independentes”. Em outras palavras, pode-se dizer que a variável dependente é aquela cujo objetivo é determinar o valor do bem, seja valor unitário ou valor total, sendo que esses valores serão obtidos através das relações entre as variáveis independentes. Enquanto que a variável independente é aquela que dá conteúdo lógico a variação do valor de mercado (SANTOS, 2013). São através dessas variáveis que o valor da variável dependente é determinado.

Para a escolha das variáveis independentes, a priori, o engenheiro avaliador/perito já conhece as principais características do bem avaliando e determina as variáveis que podem ser consideradas importantes para a determinação do valor de mercado de um bem.



Tratamento dos Dados de Mercado

Após a coleta dos dados de mercado que servirão de base para a avaliação, o avaliador/perito geralmente estará diante de uma amostra formada por imóveis com características heterogêneas entre si e em relação ao bem avaliando. Nesse momento, é recomendável que os resultados obtidos sejam organizados, interpretados e criticados a partir da aplicação de operações que expressem, em termo relativos, as diferenças de atributos entre os dados de mercado e do bem avaliando.

Sugere-se que o avaliador/perito proceda a sumarização das informações obtidas na pesquisa de mercado sob a forma de gráficos que mostrem as distribuições de frequência para cada uma das variáveis, bem como as relações entre elas, sendo necessário que se verifique também o equilíbrio da amostra, a influência das possíveis variáveis sobre os preços e a forma de

variação, a dependência entre as variáveis, a identificação de pontos atípicos – *outliers* –, entre outros.

Em função da quantidade e da qualidade dos dados coletados no mercado e em função das informações disponíveis, os dados podem ser tratados através de fatores ou através de metodologia científica.

Imperioso frisar que os fatores são usados para ajustar os dados de mercado à média, ou seja, para homogeneizá-los e tornar a amostra o mais semelhante possível do imóvel avaliando. Dessa forma, o tratamento por fatores é utilizado em situações em que a quantidade de dados de mercado similares e disponíveis é insuficiente para a realizar uma análise multivariada e, portanto, esses dados necessitam ser homogeneizados para a aplicação do método comparativo.

No tratamento por fatores, as discrepâncias entre os dados de mercado e o bem avaliando devem ser reduzidas através da aplicação de fatores de homogeneização indicados por entidades técnicas regionais reconhecidas e revisados em períodos a cada dois anos, e devem especificar claramente a região para qual são aplicáveis. Alternativamente, podem ser adotados fatores de homogeneização medidos no mercado, desde que o estudo de mercado específico que lhes deu origem (regressão linear, regressão espacial, análise envoltória de dados e redes neurais espaciais) seja devidamente justificado do ponto de vista teórico e prático, validado e anexado ao Laudo de Avaliação elaborado pelo avaliador/perito.

No tratamento científico devem ser utilizados modelos matemáticos para inferir o comportamento do mercado e formação



Especificação da Avaliação

Na avaliação de imóveis urbanos a especificação será estabelecida em razão do prazo demandado, dos recursos despendidos, bem como da disponibilidade de dados de mercado e da natureza do tratamento a ser empregado.

As avaliações podem ser especificadas quanto à fundamentação e à precisão. A fundamentação será função do aprofundamento do trabalho avaliatório, levando em conta a confiabilidade da metodologia adotada, bem como a qualidade e quantidade dos dados amostrais utilizados. Enquanto que a precisão depende da natureza do bem, do objetivo da avaliação, da conjuntura do mercado, da abrangência alcançada na coleta dos dados, da metodologia utilizada e dos instrumentos de coleta utilizados, sendo que será estabelecida quando for possível medir o grau de certeza e o nível de erro tolerável numa avaliação.

A especificação da avaliação se dá através dos graus de fundamentação e precisão que são expressos em ordem numérica e crescente, em que o grau I é o menor e o grau III o maior. O atendimento a cada exigência do Grau I receberá um ponto; do Grau II, dois pontos e do Grau III, três pontos.

8.1 Fundamentação

A fundamentação está relacionada com o aprofundamento do trabalho avaliatório, com o envolvimento da escolha da metodologia em razão da confiabilidade, qualidade e quantidade dos dados amostrais disponíveis. Enquanto que a precisão será estabelecida quando for possível medir o grau de certeza e o nível de erro tolerável numa avaliação.



“A fundamentação está relacionada com o aprofundamento do trabalho (...) Enquanto que a precisão será estabelecida quando for possível medir o grau de certeza.”



O enquadramento global do laudo quanto à fundamentação, no caso de utilização de modelos de regressão linear, deverá considerar a soma de pontos obtidos em todos os itens, conforme Tabela 2:



Inferência Estatística

9.1 Introdução

A estatística inferencial ou inferência estatística é denominada o ramo da Estatística encarregado de fazer deduções, ou seja, inferir propriedades, conclusões e tendências, a partir de uma amostra do conjunto. Sua função é interpretar, fazer projeções e comparações.

Portanto, a estatística inferencial é extremamente útil na análise de populações e tendências, para se ter uma possível ideia das ações e reações das mesmas diante de condições específicas. Isso não significa que possam ser preditos com fidelidade, nem que estejamos na presença de uma ciência exata, mas significa uma possível aproximação do resultado final.

O objetivo da Estatística inferencial traduz-se na obtenção de conclusões com base em amostras (uma parte) de tal modo

que as informações possam ser expandidas para toda a população (o todo).

Nas avaliações imobiliárias o que se busca é o valor médio e o desvio padrão de toda a população (imóveis) semelhantes ao que se pretende avaliar, algo extremamente difícil de se obter, vez que para se encontrar esses valores exatos seria preciso coletar dados relativos a toda a população.

A solução encontrada para resolver esse problema é se buscar uma amostra representativa da população e, a partir da análise estatística da amostra se chegar a uma conclusão sobre os parâmetros populacionais. Para que esses parâmetros sejam confiáveis é importante que todas as características da população estejam representadas na amostra colhida.

Uma boa amostra tem que ser representativa da população, isto é, deve conter em proporção todas as características da população, representadas através de variáveis qualitativas ou quantitativas.

Ao se adotar este procedimento, estima-se os valores dos parâmetros populacionais a partir dos valores estatísticos amostrais encontrados através da análise de regressão.

A análise de regressão consiste em descrever o valor de uma variável explicada, chamada dependente, usando uma ou mais variáveis explicativas ou independentes. Esse tipo de análise pode ser empregado com vários objetivos: descritivamente (com ajuste de curvas), como veículo para testes de hipóteses, como ambiente para testar teorias estatísticas, auxiliando no entendimento de fenômenos complexos ou então na predição de valores para a variável dependente (Belsley *et al*, 1980; Daniel e Wood,



Pressupostos da Modelagem

Antes da escolha do modelo a ser adotado, o avaliador/perito deverá verificar a aplicabilidade do modelo a fim de se evitar avaliações com resultados tendenciosos, ineficientes e inconsistentes. Para isso é fundamental que o avaliador/perito analise os pressupostos básicos do modelo de regressão, principalmente no que concerne à micronumerosidade, linearidade, normalidade, homoscedasticidade, não multicolinearidade, não-autocorreção, independência e inexistência de pontos atípicos, as quais serão detalhados a seguir:

10.1 Micronumerosidade

A Micronumerosidade surge quando o número de observações mal excede o número de parâmetros a serem estimados na

modelagem. Portanto, recomenda-se que antes de gerar o modelo, ainda na fase de coleta de dados, o avaliador/perito deverá selecionar um número total de dados (imóveis) para a amostra, de modo que supere o número mínimo definido pela norma para, no mínimo, o grau II de fundamentação [$n = 4(k+1)$]. Quanto mais dados amostrais o avaliador/perito tiver em mãos, melhor (com exceção dos outliers e/ou pontos influenciantes – distância de Cook). Para se evitar a micronumerosidade, o número mínimo de dados efetivamente utilizados (n) no modelo deve obedecer aos seguintes critérios, com respeito ao número de variáveis independentes (k):

$$\left\{ \begin{array}{l} n \geq 3(k+1), \\ \text{para } n \leq 30, n_i \geq 3 \\ \text{para } 30 < n \leq 100; n_i \geq 0,1n \\ \text{para } n > 100; n_i \geq 10 \end{array} \right.$$

Onde n_i é o número de dados de mesma característica, no caso de utilização de variáveis dicotômicas ou de códigos alocados ou códigos ajustados, ou número de valores observados distintos para cada uma das variáveis quantitativas.

Para as variáveis de código alocado e as dicotômicas, deve ser observado se as variáveis apresentam uma quantidade mínima de elementos de mesma característica. Por exemplo, em uma amostra com 30 elementos, uma variável dicotômica deve apresentar pelo menos 3 elementos assumindo o mesmo peso/código. Para amostra com mais de 30 e menos que 100 dados, a variável estudada (dicotômica, código alocado ou código ajustado) deve apresentar pelos menos 10% dos elementos com o mesmo peso/código. E quando a amostra for superior a 100 dados



Modelo Proposto Utilizando Variáveis Socioeconômicas

Foram consideradas para efeito de formação do modelo econométrico proposto e analisado neste livro, cidades com população igual ou inferior a 30.000 habitantes, onde a carência de dados imobiliários dificulta em muito a utilização da inferência estatística para a determinação do valor do imóvel. As cidades foram analisadas à luz de suas características físicas, locais e socioeconômicas, sendo que a modelagem é composta por 80 (oitenta) dados de mercado e com 9 (nove) variáveis independentes e uma dependente.

Entre as limitações da macromodelagem está a falta de dados homogêneos para um melhor aprimoramento do modelo, uma vez que se trata de cidades de pequeno porte, onde não existem imobiliárias e onde há pouca quantidade de imóveis em negociação (oferta ou venda), já que para uma boa segurança e

confiança no tratamento estatístico, recomenda-se pelo menos o triplo do número de variáveis para o número de informações.

Outra limitação de qualquer modelagem é a sua validação ao longo do tempo. Como qualquer alteração na economia provoca modificações nos valores dos imóveis, estes estão sujeitos às influências dos governantes e das economias local, regional, nacional e global. Assim, no decorrer do tempo, existe uma flutuação dos valores dos imóveis.



“qualquer alteração na economia provoca modificações nos valores dos imóveis.”



11.1 Levantamento dos dados

Como pretende-se estudar o comportamento das variáveis socioeconômicas como elemento de comparação entre diversas cidades circunvizinhas, permitindo o uso de um modelo estatístico (macromodelo) para avaliar imóveis situados em qualquer uma das cidades pesquisadas, eliminando, ou pelo menos diminuindo, a subjetividade até então empregada nas avaliações que são corriqueiramente elaboradas por avaliadores/peritos, vez que esses profissionais, apesar de diligenciarem nesse sentido, muitas vezes não conseguem dados de mercado suficientes para “rodar” um modelo estatístico.

A formação de grupos (“clusters”) com os dados pesquisados pode proporcionar um aumento de precisão nas estimativas



Análise dos Pressupostos do Modelo Paradigma

12.1 Micronumerosidade

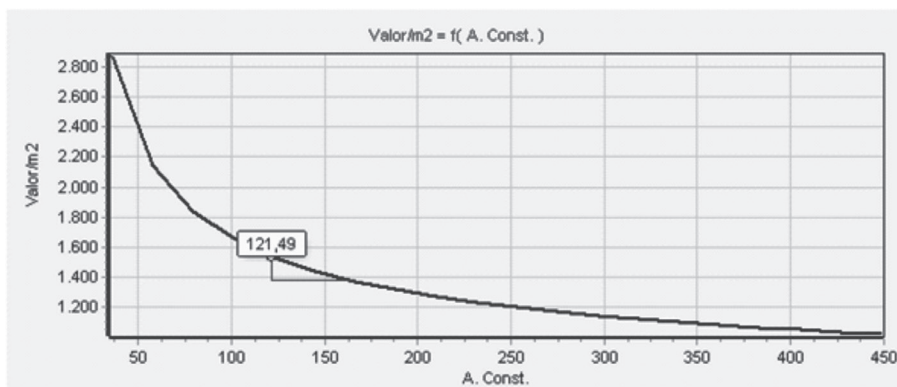
No modelo analisado foram utilizados 80 (oitenta) dados de mercado e 9 (nove) variáveis independentes e uma variável dependente. Apenas a variável frente foi retirada do modelo pois a hipótese foi rejeitada. O modelo não apresentou problemas de micronumerosidade.

12.2 Hipóteses das variáveis do modelo

Conforme já definido no capítulo anterior, transcreveremos as hipóteses formuladas para cada variável e seu comportamento dentro da base de dados utilizada.

Área Construída: Hipótese – Quanto maior for a área construída do imóvel, menor será o seu valor unitário em R\$/m². Hipótese aceita, conforme confirmada na figura abaixo:

Figura 7: Gráfico do valor unitário dos dados em função da área construída



Fonte: Gerado por software de regressão linear (2022).

Área do Terreno: Hipótese – Quanto maior for a área do terreno no qual está inserido o imóvel, maior será o seu valor unitário em R\$/m². Hipótese aceita, conforme confirmada na figura abaixo:



Perguntas dos Leitores e Respostas

Achamos por bem, tendo em vista a quantidade e diversidade de dúvidas dos leitores da 1ª edição, que chegaram ao autor por meio de e-mail e das redes sociais, ampliar este livro com um capítulo trazendo as principais dúvidas e as respostas do autor para cada pergunta, no intuito de tornar este livro um instrumento eficiente para análise e interpretação dos pressupostos de um modelo de regressão aplicado à avaliação de bens imóveis urbanos.

Nesse sentido, dividimos as perguntas por assunto, por ordem alfabética, para facilitar a busca e para que o leitor possa verificar as dúvidas de outros leitores. Caso sua dúvida não esteja contemplada neste capítulo, o leitor poderá enviá-la para o autor através do e-mail: jeff.marinho@urca.br ou de um direct para o instagram @prof.jeffmarinho, que terei o máximo prazer em respondê-las.

ÁREA CONSTRUÍDA

Professor Jefferson, é possível excluir da modelagem a área construída de um imóvel? Constatei que ao desabilitar essa variável os pressupostos do modelo melhoram consideravelmente.

R.: A área construída é a variável mais representativa de um imóvel. É através dela, na simulação da modelagem, que se chega ao valor de mercado do imóvel. É por esse motivo que a variável área sempre aparece nos modelos de avaliação de imóveis. Ao invés de desabilitar a variável área construída o ideal seria inserir mais dados de mercado. No caso de não se conseguir mais dados, em municípios pequenos, é possível utilizar dados de outras cidades vizinhas e utilizar uma variável socioeconômica para tratar as diferenças entre as cidades consideradas, a exemplo da situação paradigma tratada no livro.

Outra dúvida ao analisar a hipótese área do terreno na modelagem que consta no livro, percebi que o gráfico da área do terreno é crescente com o valor unitário, o que contraria a realidade do mercado local. Está correto isso, já que o valor unitário tende a diminuir com o aumento da área do terreno?

R.: Neste caso, o modelo hipotético é de uma casa em que foram utilizadas as variáveis área construída e área do terreno, dentre outras. Como a avaliação é da casa, e não do terreno, a hipótese para a variável área construída é que quanto maior a área, menor será o valor unitário. Já para o terreno, quando analisado



Considerações Finais

As mudanças ocorridas na sociedade nestes últimos anos refletem a percepção das limitações do mundo, tanto em termos sociais como econômicos. Estas mudanças refletem-se diretamente no modo de viver das pessoas, as quais sentem necessidade de proporcionar rápidas modificações para acompanhar o surgimento dos novos paradigmas sociais. A heterogeneidade das construções reflete o grau destes paradigmas, bem como diferenças de renda, acumulação de capital, estrutura de família, acesso ao trabalho e também a competição com outros usos para a terra (Lean e Goodall, 1966).

O modelo neoclássico de estruturação urbana contribui para o crescimento das cidades e, conseqüentemente para o aumento do número de transações imobiliárias, quer para vendas, locações, garantias de operações, dentre outras formas. Nesse contexto, a engenharia de avaliações no Brasil tomou corpo e continua crescendo e evoluindo nas técnicas aplicadas. Atualmente

um grande número de profissionais e entidades desenvolvem estudos nesse campo, visando dar ao tema o suporte científico necessário aos métodos técnicos até então utilizados.

O conteúdo deste livro mostra a importância da utilização das variáveis socioeconômicas nas avaliações de imóveis urbanos, em qualquer cidade, desde que se tenha uma base de dados atualizada e que se façam os tratamentos estatísticos necessários de forma a validar os resultados encontrados dando credibilidade aos contratantes que a cada dia se tornam mais exigentes, o que obriga os profissionais que militam na área a estarem em constante evolução através de muito preparo técnico, estudo científico e ilibada conduta profissional.

A imobilidade do produto imóvel faz com que cada elemento seja diferente um dos outros, o excedente de oferta em uma determinada localização não pode ser deslocado para compensar a falta em outro local. Por isso, o equilíbrio de demanda entre as diferentes cidades se dá, em curto prazo, unicamente via preços.

Um conjunto de circunstâncias de mercado em uma determinada cidade, não pode ser aplicado para o país como um todo, pois o mercado de imóveis obedece às especificidades geográficas ao qual está inserido.

Ficou evidenciado ao longo dos capítulos deste livro através da análise criteriosa dos dados pesquisados que o desenvolvimento econômico regional é de grande importância para o mercado imobiliário. Dito isso, é possível afirmar que via de regra o comportamento dos preços de venda de imóveis é diferente de uma cidade para outra, sendo importantíssimo o uso de variáveis