



IBAPE-PA
INSTITUTO BRASILEIRO
DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA

Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia - Pará

BOLETIM TÉCNICO

Nº01/2023 (IBAPE/PA), Junho/2023, Belém-PA. doi: 10.5281/zenodo.8115403

Fatores de Homogeneização

Para Terrenos Urbanos não Edificados e com Edificações

Junho/2023



**Estudos para
Região
Metropolitana
de Belém**

Autores:

João Gabriel Duarte

Arthur Mendes de Souza

André Montenegro Duarte

Érico Gaspar Lisboa

Diretoria Executiva

2023-2025

- **Engº. Civil Hugo Aquino**
Presidente
- **Engº. Agro. Alan de Aguiar Guilherme**
Vice-Presidente Técnico-Científico
- **Engº. Civil Alemar Dias Rodrigues Júnior**
Diretor de Relações Institucionais
- **Arq. Sandra Suely Monteiro Puget**
Diretora Administrativa e Financeira



Apresentação

Este boletim técnico foi originado do estudo desenvolvido pelo Engenheiro Civil João Gabriel Carriço de Lima Montenegro, quando ainda discente da Universidade Federal do Pará (UFPA), e pelo acadêmico de graduação da Faculdade de Engenharia (FEC/UFPA), Arthur Mendes de Souza, em um projeto de iniciação científica (PIBIC). Ambos orientados pelo Prof. Dr. André Montenegro Duarte (ITEC/UFPA), este estudo foi revisado, aperfeiçoado e adequado a este formato técnico pelo Prof. Dr. Érico Gaspar Lisboa (PPDMU/UNAMA).

O objetivo principal deste estudo foi identificar parâmetros técnicos, fundamentados com rigor do método científico, em que se permitissem produzir equacionamentos de fatores de homogeneização para avaliação de terrenos urbanos não edificados e com edificações.

Assim, este Boletim Técnico Nº 01/2023 (IBAPE/PA) disponibiliza os resultados deste estudo aos profissionais que atuam na subárea de Engenharia de Avaliações, para que possam utilizá-los em seus trabalhos técnicos e produzir laudos mais fundamentados e precisos, e, desta forma, proporcionar maior segurança e confiança para a sociedade e os agentes econômicos, que tanto demanda por esse tipo de trabalho.



Autores



JOÃO GABRIEL C. L. M. DUARTE

Membro nº 72 do IBAPE/PA



link para Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9773146554580420>

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Pará (UFPA), com um período "sanduiche" na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP, Portugal). Atualmente é Engenheiro de empresa do setor de transporte em Portugal.



ARTHUR MENDES DE SOUZA



link para Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2704597715261527>

Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará (UFPA). É bolsista de iniciação científica (PIBIC), atualmente desenvolve o trabalho de conclusão de curso em Engenharia de Avaliações.



ANDRÉ MONTENEGRO DUARTE

Membro nº 10 do IBAPE/PA - Conselheiro Titular de Sindicância e Admissão



link para Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1135221873341973>

Engenheiro Civil pela UFPA, Mestre en Ingenieria del Valoracion pela Universidad Politecnica de Valencia (UPV, Espanha). Doutor em Geologia e Geoquímica pela UFPA. Atualmente é Professor Titular da ITEC/UFPA.



ÉRICO GASPAR LISBOA

Membro nº 25 do IBAPE/PA - Conselheiro Titular de Sindicância e Admissão



link para Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3529293192205471>

Engenheiro Civil pela UFPA, Mestre em Engenharia Civil pela UFPA. Doutor em Engenharia Civil pela Universidade do Porto (FEUP, Portugal). Atualmente é Professor Titular do PPDMU/UNAMA.

Resumo

O mercado imobiliário e seus agentes demandam, cada vez mais, a utilização de técnicas apropriadas para avaliar o valor de um bem. Dentre os métodos frequentemente utilizados para avaliar bens imóveis é o Método Comparativo Direto de Dados de Mercado (MCDDM), no qual os dados podem ser tratados por regressão linear ou por fatores. Ao tratar os dados por fatores de homogeneização, é comum utilizar fatores extraídos diretamente da literatura, sem atentar-se para as especificidades existentes em uma determinada localidade, tipologia ou momento, de modo a comprometer o processo avaliativo. Por esse motivo, o presente trabalho visa a caracterizar fatores de homogeneização a serem utilizados na avaliação de terrenos urbanos e terrenos urbanos edificadas na região metropolitana de Belém (RMB), de maneira qualitativa e, principalmente, quantitativa. Com essa finalidade, construiu-se um banco de dados para cada tipologia mencionada, a partir do qual foi possível desenvolver um modelo de regressão linear. Além disso, definiu-se as variáveis que seriam utilizadas para se chegar aos seguintes fatores de homogeneização: área total (FA), frente do terreno (FT) e localização (FL) para terrenos urbanos; e, área construída (FA), padrão (FP) e local (FL) para terrenos com edificações. Após identificar a correlação entre a variável e o valor unitário, aplicou-se o modelo de regressão previamente desenvolvido, a fim de calcular determinados parâmetros que possibilitaram obter tais fatores. Com isso, ao comparar os fatores obtidos com outros presentes na literatura, foi possível identificar alguma semelhança, demonstrando que a metodologia adotada é capaz de gerar fatores de homogeneização regionalizados e compatíveis com a realidade de mercado na RMB.

COMO CITAR (ABNT):

DUARTE, J.G.C.L.M; SOUZA, A.M; DUARTE, A.M; LISBOA, E.G. Fatores de Homogeneização para Terrenos Urbanos não Edificados e com Edificações: Estudos para Região Metropolitana de Belém. Boletim Técnico do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia - Seção Pará (IBAPE/PA), N° 01, 42 p. 2023. doi: 10.5281/zenodo.8115403

Sumário

1. ASPECTOS INTRODUTÓRIOS.....	01
2. BREVE REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	03
3. SÍNTESE METODOLÓGICA.....	09
4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	13
4.1. PARA TERRENOS URBANOS.....	13
4.1.1. Fator Área (FA).....	14
4.1.2. Fator Localização (FL).....	16
4.1.3. Fator Testada (FT).....	18
4.2. TERRENOS URBANOS COM EDIFICAÇÕES.....	21
4.2.1. Fator Área (FA).....	21
4.2.2. Fator Localização (FL).....	23
4.2.3. Fator Padrão Construtivo (FP).....	26
5. CONCLUSÕES.....	29
REFERÊNCIAS.....	30
ANEXO: Caso 1.....	34
ANEXO: Caso 2.....	38

1. Aspectos Introdutórios

A Engenharia de Avaliações surgiu da necessidade de definir uma grandeza ou parâmetro que expresse o valor de algo que possa ser considerado um bem (Montenegro Duarte, 2021).

Neste sentido, a norma brasileira NBR 14653 – Parte 1 (ABNT, 2019) definiu a avaliação de bens como *“uma análise técnica para identificar valores, custos ou indicadores de viabilidade econômica, para um determinado objetivo, finalidade e data, consideradas determinadas premissas, ressalvas e condições limitantes claramente explicitadas”*.

No que diz respeito à aplicação da Engenharia de Avaliações, pode-se afirmar que se constitui num campo profissional transversal às cinco grandes áreas da Engenharia Civil (Construção civil, Estruturas, Geotecnia, Hidráulica e Transportes), tendo em vista que tais áreas são interativas entre si, embora sejam consideravelmente especializadas. Isso se deve à larga amplitude existente na formação do Engenheiro Civil, o qual costuma necessitar de uma série de competências transversais com a finalidade de melhor exercer a profissão.

Nesse sentido, RICS (2017) considerou três principais tipos de abordagens características da Engenharia de Avaliações:

- Mercado: baseada na comparação de dados disponíveis quanto aos preços de bens/ativos semelhantes ao avaliando;
- Rendimento: baseada na capitalização ou conversão de rendimentos presentes ou futuros; e,
- Custo: baseada no princípio de que o valor económico de um bem se identifica pela apropriação de seu custo).

Pela NBR 14653 – Parte 1 (ABNT, 2019), tais abordagens baseiam os métodos pelos quais é possível identificar o valor de um bem, nomeadamente:

- Método comparativo direto de dados de mercado (MCDDM) (mais utilizado);
- Método involutivo;
- Método evolutivo; e,
- Método de capitalização da renda.

Ainda que o MCDDM seja preferenciada pela NBR 14.652/2 (ABNT, 2011), pelo que o tratamento científico é frequentemente utilizado, o presente estudo tem como objetivo caracterizar quantitativa e qualitativamente os fatores de homogeneização a serem utilizados na avaliação de terrenos urbanos e terrenos urbanos edificados na região metropolitana de Belém (RMB).

Para tanto, bancos de dados para ambas as tipologias serão construídos e, a partir desses dados e da bibliografia estudada, serão definidos os fatores que serão utilizados. Deste modo, uma específica metodologia será desenvolvida para o tratamento dos dados com a perspectiva de constituir equacionamentos dos fatores em função de valores da amostra e do avaliando.

Importante considerar que, ainda que seja existente valores típicos para determinados fatores de homogeneização na literatura nacional especializada, este estudo propõem fatores adequados à realidade atual da RMB.



2. Breve Referencial Teórico

A utilização da Engenharia de Avaliações pode ser observada há bastante tempo tanto no Brasil quanto em outros países, pelo que é possível notar a existência de diversos estudos relacionados com essa temática nos séculos XX e XXI, por parte de autores provenientes de diversos países com culturas muito distintas.

A fim de demonstrar tal questão, pesquisou-se sobre trabalhos relacionados com Engenharia de Avaliações em diferentes épocas e localidades, embora tenha sido dada ênfase na literatura nacional. A partir disso, construiu-se a Tabela 1, que reúne as informações obtidas após tal pesquisa.

Tabela 1: Pesquisa bibliográfica sobre trabalhos relacionados com Engenharia de Avaliações

Autores	Ano de publicação	País	Área do conhecimento	Palavra-chave
Alfred Stonier & Douglas Chalmers	1965	Brasil	Economia	Teoria Econômica
Antonio Aguirre & Diomira de Faria	1997	Brasil	Estatística	Preços hedônicos
Miguel Verdinelli	2000	Brasil	Economia	Imóveis
ABNT	2001	Brasil	Norma técnica	Avaliação de Bens
Marco González	2002	Brasil	Estatística	Inteligência Artificial

continuação da **Tabela 1:**

Vitor Batalhone et al	2002	Brasil	Estatística	Preços hedônicos
R. Michael	2004	Brasil	Estatística	Inferência estatística
Carlos Alberto Trivelloni	2005	Brasil	Estatística	Técnicas de inferência
Bruno Hermann & Eduardo Haddad	2005	Brasil	Economia	Mercado Imobiliário
Evandro Teixeira & Maurício Serra	2005	Brasil	Economia	Impacto da criminalidade na locação de imóveis.
Antônio Pelli Neto	2006	Brasil	Estatística	Redes neurais
Antônio Pelli Neto et al	2006	Brasil	Economia	Mercado Imobiliário
Pedro Humberto Carvalho	2006	Brasil	Economia	Progressividade e arrecadação
Ernani Hipólito	2007	Brasil	Norma Técnica	Avaliação de Imóveis
Érica Albuquerque	2007	Brasil	Economia	Mercado Imobiliário e Preços Hedônicos

continuação da **Tabela 1:**

Özkan et al	2007	Grécia	Estatística	Estimativa de preço por métodos de regressão
Selim, S.	2008	Turquia	Estatística	Regressão por modelos hedônicos
Sérgio Abunahman	2008	Brasil	Engenharia	Avaliação de bens
Faria, R.	2008	Brasil	Estatística	Método de preços hedônicos
Tatiana Medvedchikoff	2009	Brasil	Economia	Planta genérica de valores
Diego Mores	2010	Brasil	Estatística	Métodos de avaliação comparativos e involutivos
Lutemberg Florencio	2010	Brasil	Estatística	Engenharia de avaliações e função de preços hedônicos
José Afonso et al	2010	Brasil	Economia	Imposto como fonte de Financiamento
Cleber Prodanov & Ernani Freitas	2013	Brasil	Norma técnica	Metodologia científica
Yayar, R. & Gül, D.	2014	Turquia	Estatística	Regressão por métodos hedônicos
Yilmazel, S. et al	2017	Turquia	Estatística	Análise baseada na cidade e região

Portanto, o presente estudo, além de permitir que se perceba a dimensão dessa ciência a nível internacional, possibilitou-se que se conhecesse melhor a maneira pela qual os bens são avaliados no âmbito nacional, bem como o uso que é feito da Engenharia de Avaliações e suas ferramentas para esse propósito.

Neste contexto, notou-se, por exemplo, a utilização frequente de técnicas baseadas no Método Comparativo de Dados de Mercado, por tratamento científico (regressão estatística) e tratamento de fatores. Este último, por se tratar do objeto do presente trabalho será dado ênfase.

Portanto, com base na NBR 14.653/2 (ABNT, 2011), os métodos utilizados destinam-se a avaliação de bens imóveis urbanos que ser classificados de três formas:

- quanto ao uso (residencial, comercial, industrial, institucional ou misto);
- quanto ao tipo (terreno, apartamento, casa, escritório – sala ou andar corrido, loja, galpão, etc.);e,
- quanto ao agrupamento de imóveis (loteamento, condomínio de casas, etc).

Ainda que se possa recorrer ao tratamento científico para utilização do MCDDM, o uso de fatores de homogeneização para tratamento dos dados é muito comum na avaliação de bens imóveis. A este propósito, Gilson (2004) definiu que:

“A técnica de homogeneização por meio de fatores consiste em proceder modificações nos preços de cada elemento da amostra, decorrentes da alteração dos diversos atributos, de modo que, ao final do tratamento, os preços homogeneizados se refiram a um imóvel de características padronizadas” (GILSON, 2004, p.15).

Dentre os fatores que podem ser utilizados nesse processo, Gilson (2004) e IBAPE/SP (2005) referiram os principais, tais como:

- Fator oferta;
- Fator localização;
- Fatores de forma (testada, profundidade, área ou múltiplas frentes);
- Fatores padrão construtivo;
- Fator depreciação.;
- Fator estado de conservação;
- Fator garagem.

Com a finalidade de obter esses fatores, pode-se utilizar diferentes variáveis (quantitativas ou qualitativas). A este propósito, a NBR 14653/2 (ABNT, 2011) descreve diferentes tipos de variáveis qualitativas, que por ordem de prioridade descrevem-se como: dicotômicas, "*proxy*", código ajustado e código alocado.

Diversas características (ou atributos) do imóvel podem ser utilizadas como variáveis. Tendo em vista que o presente estudo tratou da avaliação de terrenos urbanos e terrenos urbanos edificados, serão abordadas as variáveis e fatores mais frequentes no processo de avaliação dessas tipos e usos edificados.

Assim, das bibliografias pesquisadas que utilizaram fatores com o intuito de calcular o valor de mercado de imóveis relativos às tipologias citadas no parágrafo anterior, pode-se citar os estudos de Florêncio (2010) e Özkan (2007).

A pesquisa de Florêncio (2010) teve como objeto de estudo terrenos urbanos, e utilizou os seguintes fatores: fator oferta; de área; de padrão construtivo; de localização (relativo à renda). Özkan (2007), por sua vez, avaliou um terreno edificado por meio dos fatores de utilização listados a seguir: localização, padrão construtivo; popularidade do local; e área construída (privativa).

Atualmente, o mais utilizado por avaliadores é o método MCDDM. Esse método realiza comparações com objetos semelhantes ao avaliado para determinar o valor, utilizando fatores de tratamento das amostras. Nesse contexto, Juliano (2006) referiu que para aplicação do MCDDM (por tratamento de fatores) é condição fundamental que se tenha um banco de dados, com amostras de elementos que possuam a mesma característica do imóvel avaliado.

Desse modo, encontrou-se alguns estudos de caso envolvendo as tipologias comentadas. Para avaliar terrenos urbanos por regressão linear, Zancan (1996) considerou as variáveis frente, área total, data, distância do polo valorizante, número de pavimento e índice construtivo dos terrenos pesquisados.

Para avaliar terrenos edificados, Oliveira (2008) notou que os principais aspectos a serem observados eram:

- caracterização do terreno: localização; utilização atual e possíveis utilizações futuras; aspectos físicos (dimensões, formas, topografia); infraestrutura urbana disponível;

- caracterização da edificação e benfeitorias: aspectos construtivos, qualitativos e quantitativos, que devem ser comparados com a documentação disponível; aspectos arquitetônicos; condições de ocupação.

A partir dessa pesquisa, pôde-se identificar as variáveis e fatores mais utilizados para cada uma das tipologias mencionadas. Relativamente a terrenos urbanos edificados, observa-se, de maneira recorrente, a utilização de variáveis e fatores relacionados com:

- área construída,
- localização; e,
- padrão construtivo,
- além do fato de muitos trabalharem com número de vagas.

No que diz respeito a terrenos urbanos, nota-se com maior frequência a utilização de fatores e variáveis referentes a:

- frente (ou testada);
- localização; e,
- área total.

Diante destas considerações, esta pesquisa propõem um procedimento metodológico a fim de regionalizar fatores de homogeneização a serem aplicados para a Região Metropolitana de Belém (RMB), de modo que se possa aplicá-los para elaboração e desenvolvimento do método MCDDM (por tratamento de fatores). Assim, tais fatores foram especificamente equacionados para a valoração de terrenos urbanos e terrenos urbanos edificados.

3. Síntese Metodológica

A fim de calcular os fatores de homogeneização aplicados para a Região Metropolitana de Belém (RMB), coletou-se uma série de dados referentes à oferta de imóveis pertencentes às tipologias tratadas neste estudo, nomeadamente os terrenos urbanos e terrenos urbanos edificadas. Tais dados foram coletados em plataformas "web" de corretoras ou de anúncios (e.g., Viva real, OLX).

Para terrenos urbanos, além de dados como o endereço (com complemento, bairro, descrição, cidade e coordenadas) foram coletadas as seguintes informações:

- Valor de oferta, expressar em valor unitário - VU (R\$/m²);
- Área total - AT (m²);
- Medida de fachada (frente ou testada) - T (m);
- Local polo (cidades que integram a RMB) - LP;
- Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), em termo de infraestrutura (INF).

Além dos dados coletados diretamente na fonte, foram inseridos alguns variáveis que poderiam ser utilizados na avaliação, como a localização, considerando a renda "per capita" (L) e data (D) (alguns dados foram coletados em anos anteriores). Para estas variáveis foram estabelecidas categorizações por meio de códigos alocados (ou "proxy") e incluídas no banco de dados.

No que concerne a terrenos urbano com edificações, além das mesmas informações obtidas (ou inferidas) para terrenos urbanos, inseriu-se no banco de dados as seguintes variáveis:

- Valor unitário - VU (R\$/m²)
- Área construída - AC (m²);
- Padrão construtivo - PC; e,
- Setor urbano (baseado na renda do bairro - R\$/habitante).

Pelas variáveis consideradas, recorreu-se a regressão linear, cujos regressores de cada umas destas variáveis foram obtidos pelo método dos mínimos quadrados ordinário (MQO), obtendo-se modelos de valoração.

A partir de tais modelos, é possível não apenas identificar o valor de um bem específico, como também o valor de um imóvel hipotético, arbitrando diferentes valores para as variáveis independentes que compõem o modelo. Isso será utilizado, posteriormente, durante o processo para que se determine o equacionamento dos fatores de homogeneização.

Baseando-se no que a revisão da literatura apontou, a respeito das variáveis e fatores mais utilizados, estabeleceu-se aquelas que serão utilizadas para determinar os fatores de homogeneização. Sendo assim, para terrenos urbanos, foram estabelecidas as seguintes variáveis:

- área do terreno (quantitativa),
- localização (qualitativa do tipo "*proxy*" – relativo a renda "per capita"); e,
- frente ou testada (quantitativa).

Para os terrenos urbanos com edificações, as variáveis serão:

- área construída (quantitativa),
- padrão construtivo (qualitativa do tipo código alocado); e,
- local (qualitativa do tipo código alocado – relativa à localização do imóvel).

Pelas referidas variáveis, determina-se o procedimento de obtenção do fator de homogeneização que lhes são correspondente em cinco etapas:

- 1ª ETAPA: Se verifica como a variação de uma determinada variável interfere no valor unitário do imóvel, a partir da construção do gráfico que relaciona o valor unitário dos imóveis pertencente ao bando de dados (VU) e a variável em questão (X). Assim, se avalia, se a correlação entre "VU" e "X" é direta ("X" é proporcional a "VU") ou inversa ("X" é inversamente proporcional a "VU");
- 2ª ETAPA: A partir da 1ª ETAPA, por análise de sensibilidade, utiliza-se o modelo de regressão constituído para identificar valores de imóveis hipotéticos (conforme explicado anteriormente) nos quais todas as variáveis se mantêm constantes (a partir de um valor médio), com exceção daquela que se quer estudar (de modo que apresente uma variação, δX). Assim, obtém-se, pela variação de X, correspondentes valores de "VU" (δVU);
- 3ª ETAPA: Adota-se um valor da variável para representar um avaliando hipotético e realiza-se a inferência no modelo de regressão, a fim de identificar o valor "VU" correspondente. Ademais, com o intuito de representar a amostra, calcula-se a amplitude dessa variável e define-se uma quantidade de elementos amostrais necessária para a análise em questão.

- 4ª ETAPA: A partir de um valor mínimo (próximo ao limite inferior do campo amostral), confere-se incrementos constantes, obtendo outros elementos amostrais, até que o valor destes se aproxime do limite superior do campo amostral. Após isso, utilizando a equação do modelo estatístico, identifica-se o valor unitário correspondente a cada elemento amostral definido;
- 5ª ETAPA: A partir da 4ª ETAPA, calcula-se dois parâmetros que permitem determinar a equação do fator de homogeneização. O primeiro foi denominado de “razão proporcional” (RP), e é calculado da maneira apresentada na Equação (1), no caso de correlação direta, e pela Equação (2), no caso de correlação inversa.

$$RP = \frac{V_{avaliando}}{V_{amostra}} \quad (1)$$

$$RP = \frac{V_{amostra}}{V_{avaliando}} \quad (2)$$

O segundo parâmetro é o multiplicador (M), calculado pela Equação (3).

$$M = 1 - \frac{VU_{amostra} - VU_{avaliando}}{VU_{amostra}} \quad (3)$$

Em que o termo "VU" se refere ao valor unitário identificado pelo modelo de regressão. Após efetuar o cálculo de "RP" e "M" para cada elemento amostral, é possível relacioná-los usando um gráfico de dispersão e, então, adicionar uma linha de tendência.

Esse procedimento permite que se compreenda a maneira como a variação no valor da variável (δX) em análise interfere na variação de "VU" (δVU), além de quantificar e dar forma a essa relação, que é precisamente aquilo que o fator de homogeneização objetiva.

Portanto, a função que descreve a linha de tendência gerada corresponde à equação que se constituirá no fator de homogeneização referente à variável em estudo. Deste modo, determina-se as equações correspondentes aos fatores de homogeneização para os terrenos urbanos e os terrenos com edificações.

Ainda que sejam comumente arbitrados com base em estudos consagrados da literatura, variando de 0,80 a 1,00 (PAULA; SILVA, 2019), o fator oferta (FO) se constitui na mudança que ocorre com o valor de um bem quando comparadas as diferentes situações de mercado, ou seja, oferta ou transação efetiva.

Entretanto, com a finalidade de estabelecer um valor adequado para a realidade de cada tipologia e região, tentou-se adotar outro método para determiná-lo. Dessa forma, constatou-se, outra vez, algumas das fontes que foram consultadas durante a pesquisa de mercado, com o intuito de constatar o valor efetivo de transação do imóvel.

Todavia, muitas dessas fontes não foram capazes de fornecer esses dados, seja em razão de não lembrarem do valor pelo qual transacionaram o imóvel, seja porque preferiram não revelar tal valor. Por esse motivo, optou-se por utilizar o valor de 0,90 para o fator de oferta de ambas as tipologias, o qual foi escolhido com base em Nór Filho (2007), que recomendou a utilização desse valor quando não se é capaz de calculá-lo de outra forma.

Considera-se que o objetivo do trabalho será atingido quando os fatores de frente do terreno, área total e localização forem determinados para terrenos urbanos e quando os fatores de padrão, área construída e local forem definidos para os terrenos urbanos edificados.



4. Apresentação dos Resultados

Os resultados obtidos correspondem aos bancos de dados de terrenos urbanos e terrenos urbanos edificadas na região metropolitana de Belém (RMB), os quais contém 62 e 55 dados, respectivamente. O restante da metodologia foi desenvolvido de maneira separada para cada tipologia. Por isso, as seções abaixo detalham, respectivamente, os resultados obtidos para terrenos urbanos e terrenos urbanos com edificações.

4.1. Para Terrenos Urbanos

O banco de dados dessa tipologia permitiu a construção de um modelo de regressão linear, cuja Equação (4) abaixo é correspondente.

$$VU = 707,60xe^{19,95\left(\frac{1}{AT^{0,5}}\right)}xe^{-7,63\left(\frac{1}{T}\right)}xLP^{1,16}xe^{-215,35x\left(\frac{1}{L}\right)}xe^{0,48(INF)}xe^{-2,17\left(\frac{1}{D}\right)} \quad (4)$$

Em que foram consideradas as variáveis independentes, a fim de calcular a variável dependente (valor unitário – VU, expresso em termos de R\$/m²):

- área do terreno (AT), expressa em m²,
- frente ou testada (T), expressa em metros (m),
- local pólo, referente a cidades da RMB (LP), expresso em termos de código alocado;
- localização em função da renda (L), expressa em termos de R\$/habitante;
- Infraestrutura (INF); e,
- Data da coleta (D).

Considerando que, pela modelagem estatística, todos os pressupostos de Gauss-Markov foram atendidos, de modo que os regressores das variáveis independentes são do tipo BLUE (*Best Linear Unbiased Estimator*), calculado pelo método MQO, pela implementação da 2ª a 5ª ETAPAS metodológicas obtém-se os fatores de homogeneização.

4.1.1. Fator Área (FA)

Obtido o modelo estatístico para a estimação dos valores de "VU" (pela equação acima apresentada - página 13), adotou-se, na simulação, 64 elementos amostrais cujas áreas totais variaram entre 180 e 1.600 m², com incremento igual a 20m² e 25 m². Portanto, esses elementos possuíam áreas de 180, 200, 220, 240, 260... 800, 825, 850...até 1.600 m². Para o avaliando hipotético, adotou-se uma área total de 500 m².

Para aplicação da Equação (4), tanto para o avaliando quanto para cada um dos elementos amostrais, manteve-se constantes as demais variáveis independentes pelos seguintes valores:

- Testada (T) igual a 20 m;
- Local Pólo (LP) igual a 2;
- Localização em função da renda (L) igual a R\$ 2.237,83/habitante;
- Infraestrutura (INF) igual a 1;
- Data (D) igual a 3.

Assim, obteve-se os valores "VU" tanto para os elementos amostrais quanto para o avaliando hipotético. Deste modo, buscou-se conhecer a correlação entre a área total (AT) e o valor "VU", determinada por meio de um gráfico ilustrado pela Figura 1.

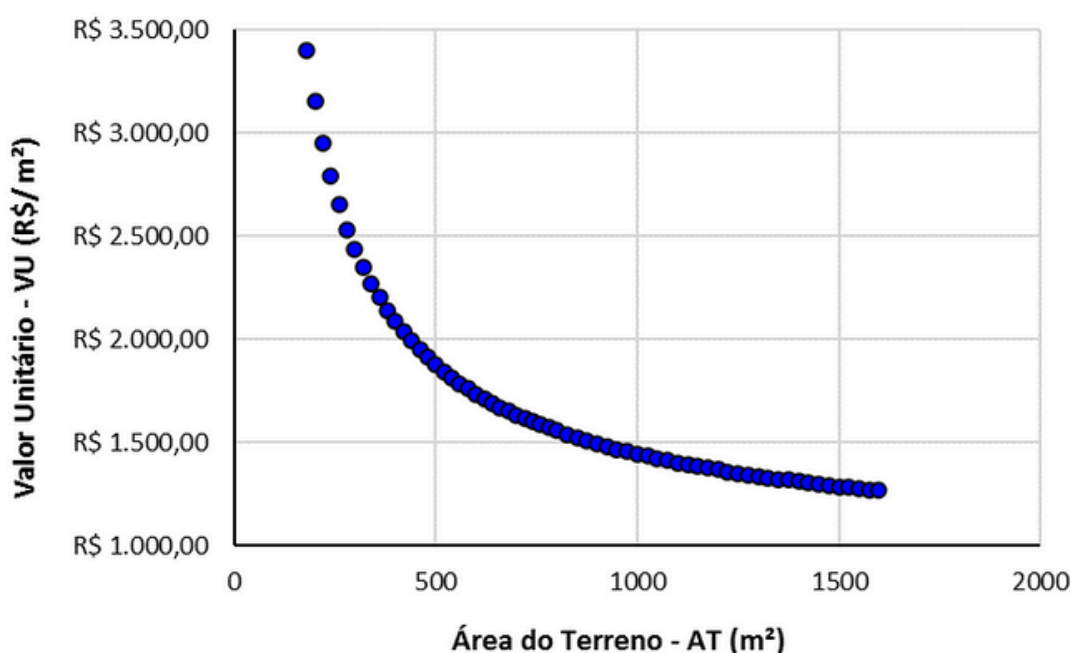


Figura 1: Correlação entre área total (AT) e valor unitários de terrenos urbanos (VU)

Ao analisar o gráfico produzido pela variação dos valores de área total (δAT) e dos valores unitários (δVU), percebe-se nitidamente que a correlação entre área total e valor unitário é inversa.

Diante disso, aplicou-se as Equações (2) e (3) para obter, respectivamente, os parâmetros “RP” e “M”, para cada um dos elementos amostrais hipotéticos. Então, construiu-se o gráfico ilustrado pela Figura 2, que relaciona “RP” vs. “M”.

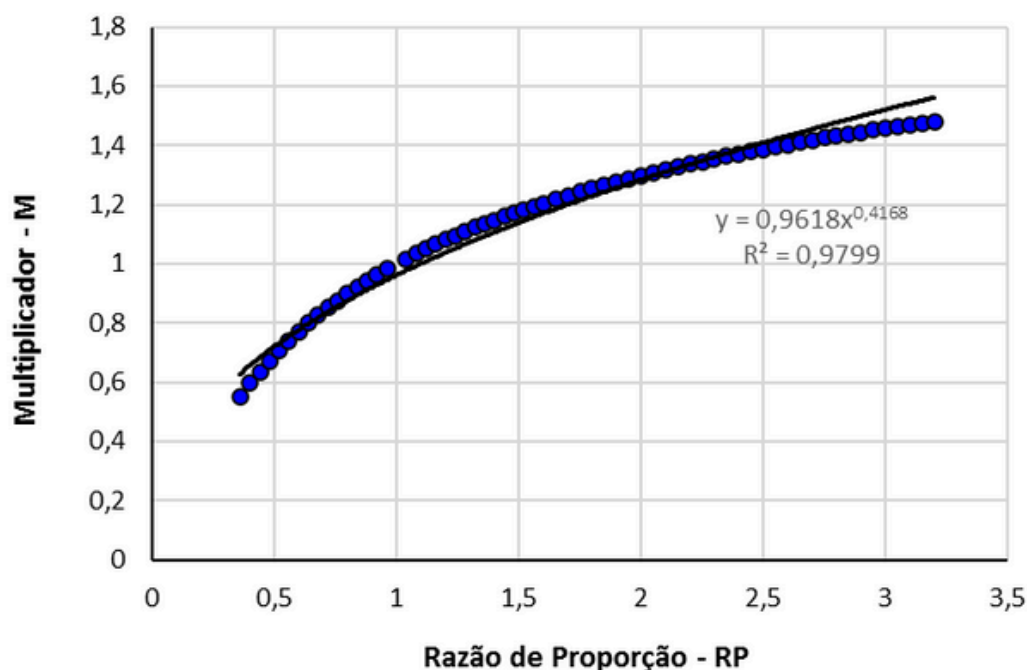


Figura 2: Correlação os parâmetros Multiplicador “MP” e Razão proporcional “RP” para a variável área total (AT)

Como é possível visualizar na Figura 2, a função que descreve a relação feita no gráfico corresponde à equação que constitui o fator de área. Pode-se reescrever tal função para sua aplicação prática, de modo a ser convenientemente descrita pela Equação (5).

$$FA = 0,96 \left(\frac{AT_{amostra}}{AT_{avaliando}} \right)^{0,42} \quad (5)$$

Desse modo, de forma aproximada, pode-se afirmar que a Equação (5) constitui o fator de área (FA) para terrenos urbanos na região metropolitana de Belém (RMB).

4.1.2. Fator Localização (FL)

Para a obtenção do fator de localização (FL) considerou-se a variável renda (REN) como código alocado, posto que esta se apresenta com uma variação muito elástica (faixa de valores entre R\$ 950/habitante até R\$ 10.100/habitante).

Assim, pelo tratamento por fatores, quando a quantidade de dados de mercado pesquisados é relativamente pequena, essa elasticidade pode produzir distorções nas ponderações e transformações dos valores unitários observados para os homogêneos, pela dificuldade ou quase impossibilidade de poucos dados contemplarem tamanha faixa de valores. Diante da referida limitação, atribui-se os seguintes códigos:

- Código 1: Renda baixa (até R\$ 1.600/habitante);
- Código 2: Renda média (superior a R\$ 1.600/habitantes até R\$ 4.100/habitante);
- Código 3: Renda alta (superior a R\$ 4.100/habitante até R\$ 6.600/habitante);
- Código 4: Renda muito alta (superior a R\$ 6.600/habitante).

Deste modo, construiu-se um modelo de regressão linear, pelos que todos os pressupostos de Gauss-Markov foram atendidos, cuja Equação abaixo:

$$VU = 707,60xe^{19,95\left(\frac{1}{AT^{0,5}}\right)}xe^{-7,63\left(\frac{1}{T}\right)}xLP^{1,16}xe^{0,05xL^2}xe^{0,48(INF)}xe^{-2,17\left(\frac{1}{D}\right)} \quad (6)$$

Para aplicação da Equação (6), tanto para o avaliando quanto para cada um dos elementos amostrais, manteve-se constantes as demais variáveis independentes:

- Área total (AT) igual a 29.213,0 m²;
- Testada (T) igual a 110,95 m;
- Local Pólo (LP) igual a 2;
- Infraestrutura (INF) igual a 1;
- Data (D) igual a 3.

Adotou-se, na simulação, 31 elementos amostrais cujas rendas variaram entre 1 e 4, com incremento igual a 1,1. Para o avaliando hipotético, adotou-se uma REN = 2. Assim, obteve-se os valores "VU" tanto para os elementos amostrais quanto para o avaliando hipotético. A correlação entre "L" e "VU" é ilustrado pela Figura 3.

Ao analisar o gráfico, ilustrado pela Figura 3, produzido pela variação dos valores de renda (δL) e dos valores unitários (δVU), percebe-se nitidamente que a correlação entre renda e valor unitário é direta.

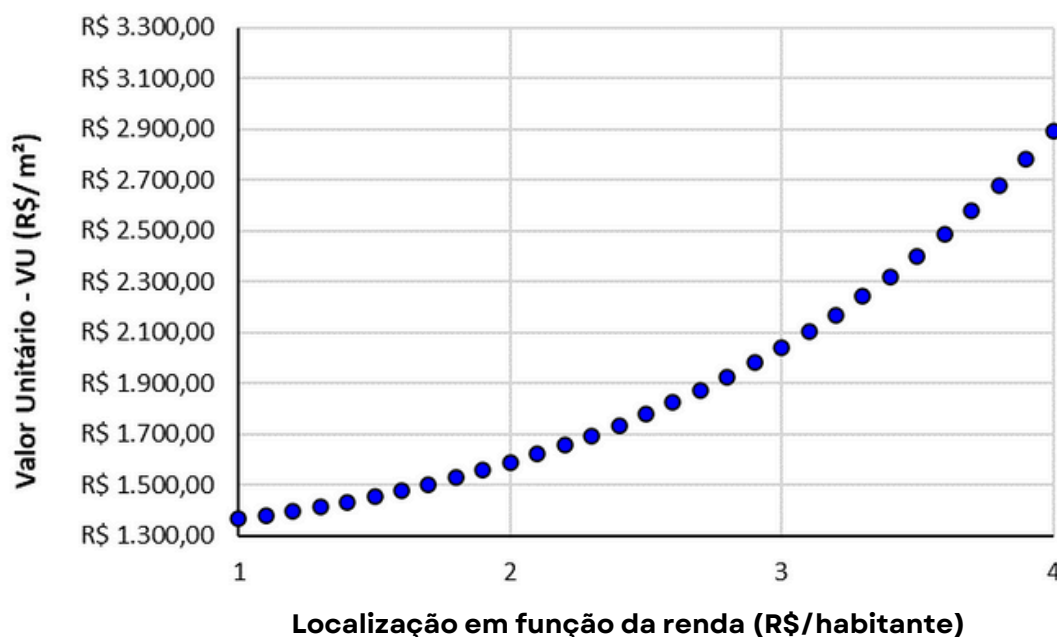


Figura 3: Correlação entre local (L) e valor unitários de terrenos urbanos (VU)

Diante disso, aplicou-se as Equações (1) e (3) para obter, respectivamente, os parâmetros “RP” e “M”, para cada um dos elementos amostrais hipotéticos. Então, construiu-se o gráfico ilustrado pela Figura 4, que relaciona “RP” vs. “M”.

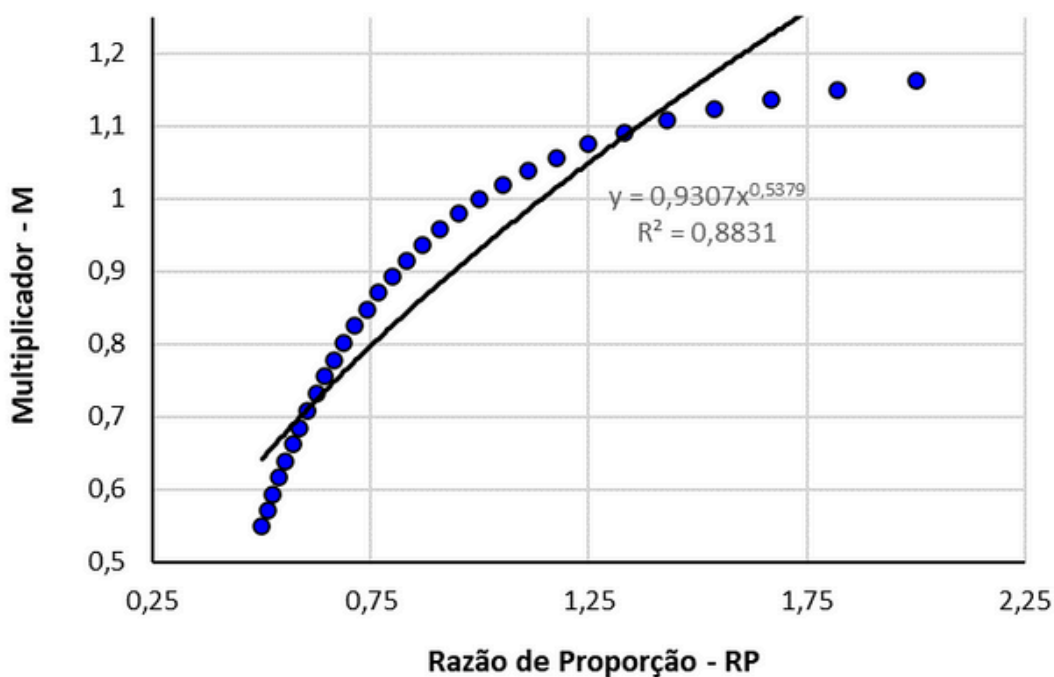


Figura 4: Correlação os parâmetros Multiplicador “MP” e Razão proporcional “RP” para a variável local em função da renda “per capita” (L)

Como é possível visualizar na Figura 4, a função que descreve a relação feita no gráfico corresponde à equação que constitui o fator de localização, que esta relacionado a renda "*per capita*" (que neste caso definiu-se como uma variável . em código alocado).

Assim sendo, pode-se reescrever a referida função para sua aplicação prática, de modo a ser convenientemente descrita pela Equação (7).

$$FL = 0,93 \left(\frac{L_{avaliando}}{L_{amostra}} \right)^{0,54} \quad (7)$$

Desse modo, pode-se afirmar que a Equação (7) constitui, aproximadamente, o fator de localização (FL) para terrenos urbanos na região metropolitana de Belém (RMB).

4.1.3. Fator Testada (FT)

Obtido o modelo estatístico para a estimação de "VU", adotou-se, na simulação, 31 elementos amostrais cujas testadas variaram entre 5 m e 35 m, com incremento de 1 m até atingir o valor de 35 m. Importante ressaltar que não foi utilizado o valor máximo de frente da amostra, uma vez que se considerou muito alto para terrenos urbanos. Para o avaliando hipotético, adotou-se uma testada de 18 m.

Para aplicação da Equação (4), tanto para o avaliando quanto para cada um dos elementos amostrais, manteve-se constantes as demais variáveis independentes pelos seguintes valores:

- Área total (AT) igual a 1.800 m²;
- Local Pólo (LP) igual a 2;
- Localização em função da renda (L) igual a R\$ 2.237,83/habitante;
- Infraestrutura (INF) igual a 1;
- Data (D) igual a 3.

Assim, obteve-se os valores "VU" tanto para os elementos amostrais quanto para o avaliando hipotético. Deste modo, buscou-se conhecer a correlação entre a testada (T) e o valor "VU", determinada pelo gráfico ilustrado pela Figura 5.

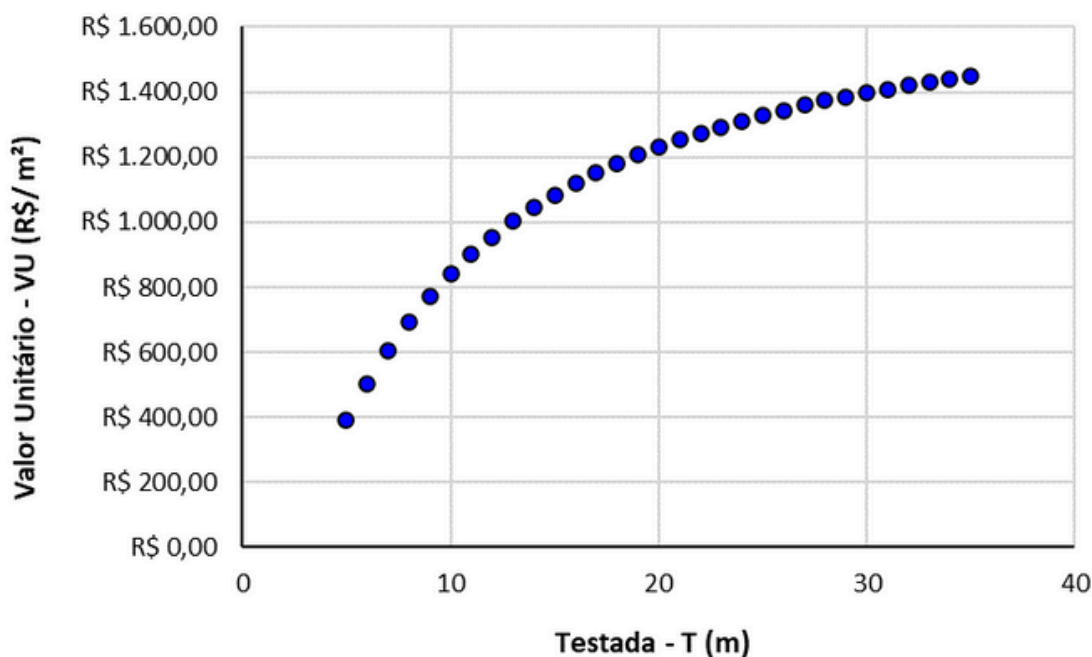


Figura 5: Correlação entre a testada (T) e valor unitários de terrenos urbanos (VU)

Ao analisar o gráfico produzido pela variação dos valores de testada (δT) e dos valores unitários (δVU), percebe-se nitidamente que a correlação entre a testada e valor unitário é direta.

Diante disso, aplicou-se as Equações (1) e (3) para obter, respectivamente, os parâmetros "RP" e "M", para cada um dos elementos amostrais hipotéticos. Então, construiu-se o gráfico ilustrado pela Figura 6, que relaciona "RP" vs. "M".

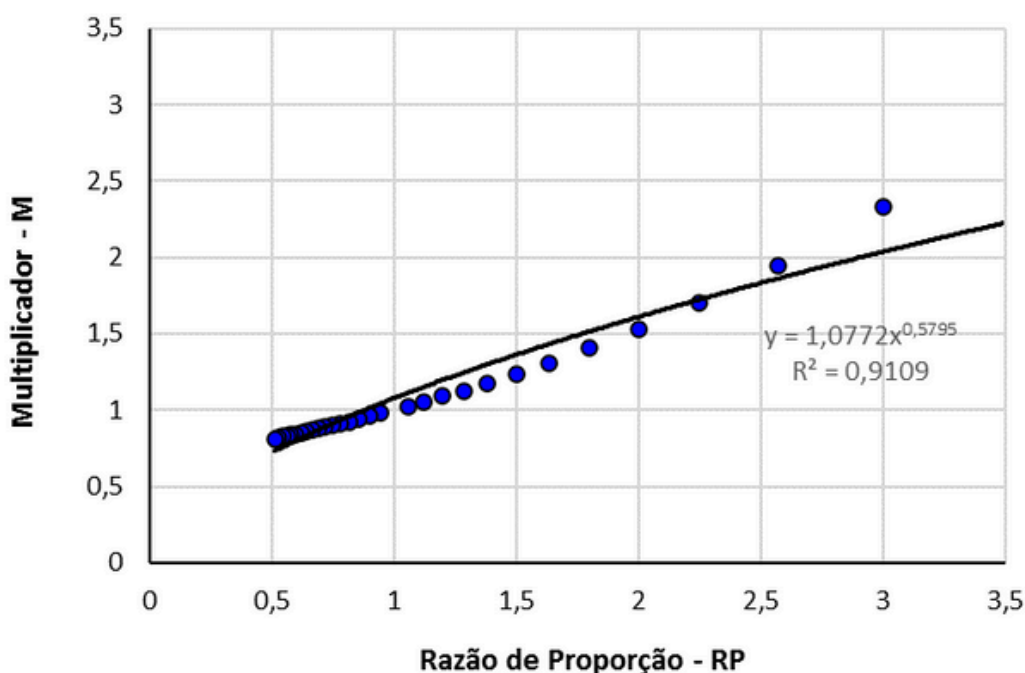


Figura 6: Correlação os parâmetros Multiplicador "MP" e Razão proporcional "RP" para a variável testada (T)

Como é possível visualizar na Figura 6, a função que descreve a relação feita no gráfico corresponde à equação que constitui o fator testada. Pode-se reescrever tal função para sua aplicação prática, convenientemente descrita pela Equação (8).

$$FT = 1,08 \left(\frac{T_{avaliando}}{T_{amostra}} \right)^{0,58} \quad (8)$$

Desse modo, pode-se afirmar que a Equação (8), de forma aproximada, constitui o fator testada (FT) para terrenos urbanos na região metropolitana de Belém (RMB).



4.2. Para Terrenos Urbanos com Edificação

O banco de dados dessa tipologia permitiu a construção de um modelo de regressão linear, cuja Equação (9) abaixo é correspondente.

$$VU = \left[-5523218,6 + 1,4111 \times 10^8 \left(\frac{1}{AC^{0,5}} \right) + 2,1004 \times 10^{11} \left(\frac{1}{AT^2} \right) + 833606,74(PC^2) + 1351616,6(L^2) + 183188,97 \times \ln(NV) - 4194175,9 \left(\frac{1}{D^2} \right) \right]^{0,5} \quad (9)$$

Em que foram consideradas as variáveis independentes, a fim de calcular a variável dependente (valor unitário – VU, expresso em termos de R\$/m²):

- área construída (AC), expressa em m²;
- área do terreno (AT), expressa em m²,
- padrão construtivo, expressa em termo de código alocado;
- local (L), expresso em termos de código alocado;
- número de vagas de garagem (NV); e,
- Data da coleta (D).

Considerando que, pela modelagem estatística, todos os pressupostos de Gauss-Markov foram atendidos, de modo que os regressores das variáveis independentes são do tipo BLUE (*Best Linear Unbiased Estimator*), calculado pelo método MQO, pela implementação da 2ª a 5ª ETAPAS metodológicas obtém-se os fatores de homogeneização.

4.2.1. Fator Área (FA)

Obtido o modelo estatístico para a estimação dos valores de "VU" (pela equação acima apresentada - página 20), adotou-se, na simulação, 31 elementos amostrais cujas áreas construídas variaram entre 100 e 1.600 m², com incremento igual a 50 m². Portanto, esses elementos possuíam áreas de 100, 150, 200, 250...até 1.600 m². Para o avaliando hipotético, adotou-se uma área construída de 900 m².

Para aplicação da Equação (9), tanto para o avaliando quanto para cada um dos elementos amostrais, manteve-se constantes as demais variáveis independentes pelos seguintes valores:

- Área do total (AT) igual a 822,66 m²;
- Padrão construtivo (PC) igual a 2,56;
- Localização (L) igual a 2,35;
- Número de vagas de garagem (NV) igual a 10;
- Data (D) igual a 5.

Assim, obteve-se os valores "VU" tanto para os elementos amostrais quanto para o avaliando hipotético. Deste modo, buscou-se conhecer a correlação entre a área construída (AC) e o valor "VU", determinada por meio de um gráfico ilustrado pela Figura 7.

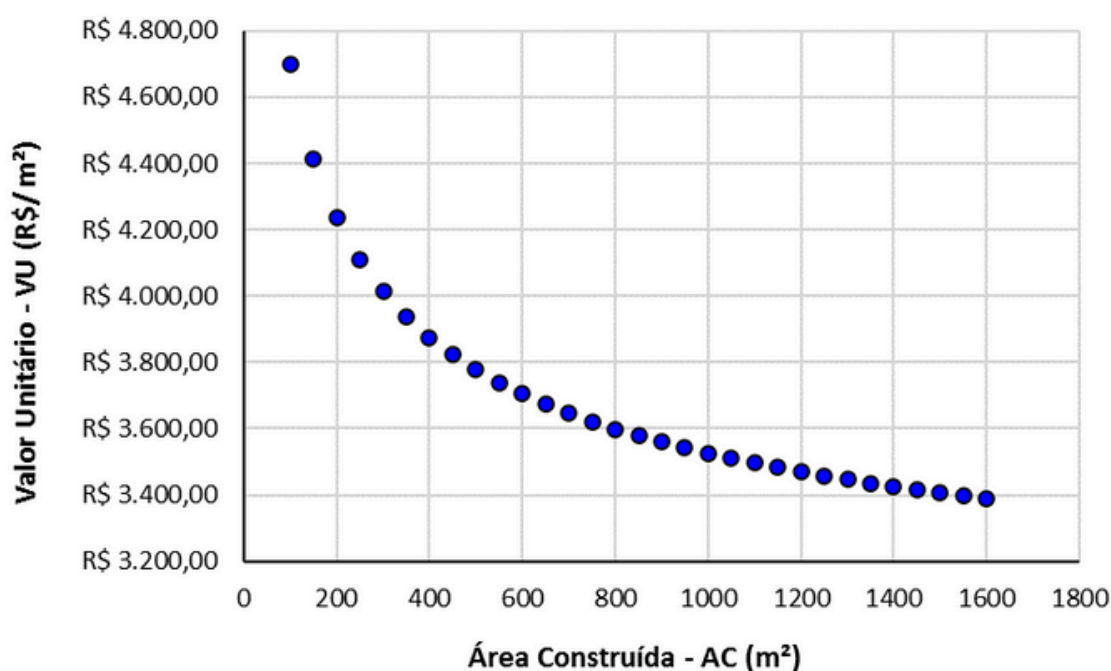


Figura 7: Correlação entre a área construída (AC) e valor unitários de terrenos urbanos com edificação (VU)

Ao analisar o gráfico produzido pela variação dos valores de área construída (δAC) e dos valores unitários (δVU), percebe-se nitidamente que a correlação entre a área construída e valor unitário é inversa.

Diante disso, aplicou-se as Equações (2) e (3) para obter, respectivamente, os parâmetros "RP" e "M", para cada um dos elementos amostrais hipotéticos. Então, construiu-se o gráfico ilustrado pela Figura 8, que relaciona "RP" vs. "M".

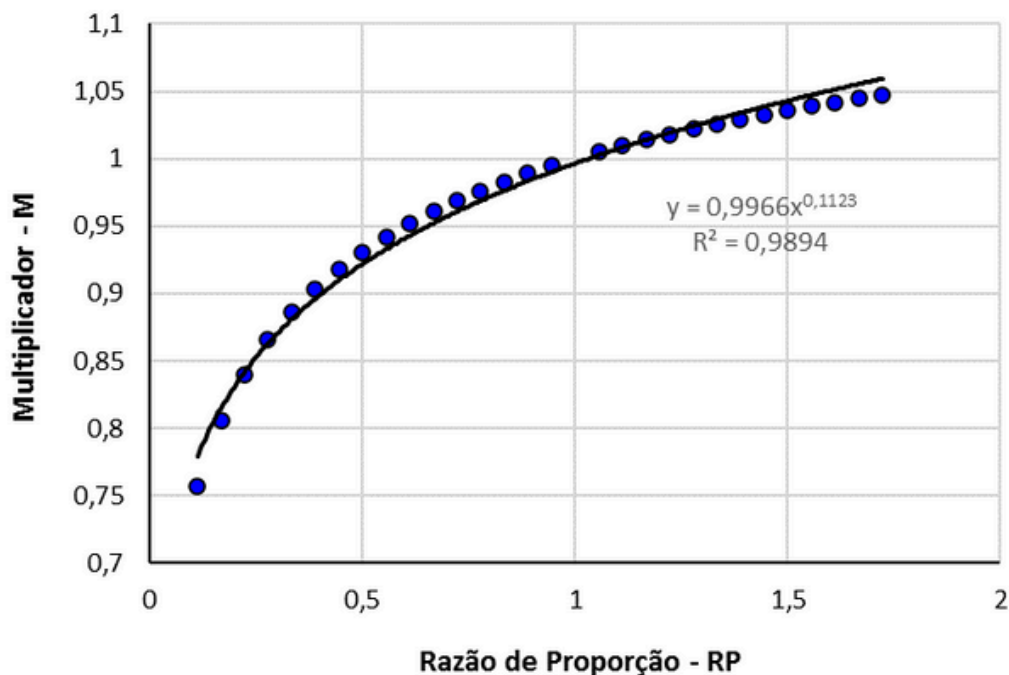


Figura 8: Correlação os parâmetros Multiplicador "MP" e Razão proporcional "RP" para a área construída (AC)

Como é possível visualizar na Figura 8, a função que descreve a relação feita no gráfico corresponde à equação que constitui o fator área construída. Pode-se reescrever tal função para sua aplicação prática, convenientemente descrita pela Equação (10).

$$FA = 1,00 \left(\frac{AC_{amostra}}{AC_{avaliando}} \right)^{0,11} \quad (10)$$

Desse modo, pode-se afirmar que a Equação (10), de forma aproximada, constitui o fator área construída (FA) para terrenos urbanos com edificações na região metropolitana de Belém (RMB).

4.2.2. Fator Local (FL)

Obtido o modelo estatístico para a estimação dos valores de "VU", pela equação (9), adotou-se, na simulação, 61 elementos amostrais que referem sobre a localização, que esta associado a renda por bairro . Neste caso, esta variável é computada por código alocado (1 -Baixa, 2 - Média, 3 - Alta, 4 - Muito alta).

Portanto, esses elementos possuíam códigos variando com um incremento de 0,5, iniciando com o código 1 até 4. Para o avaliando hipotético, adotou-se um código 3. Para aplicação da Equação (9), tanto para o avaliando quanto para cada um dos elementos amostrais, manteve-se constantes as demais variáveis independentes pelos seguintes valores:

- Área construída (AC) igual a 1.474,68 m²;
- Área do total (AT) igual a 822,66 m²;
- Padrão construtivo (PC) igual a 2,56;
- Número de vagas de garagem (NV) igual a 10;
- Data (D) igual a 5.

Assim, obteve-se os valores "VU" tanto para os elementos amostrais quanto para o avaliando hipotético. Deste modo, buscou-se conhecer a correlação entre a localização (L) e o valor "VU", determinada por meio de um gráfico ilustrado pela Figura 9.

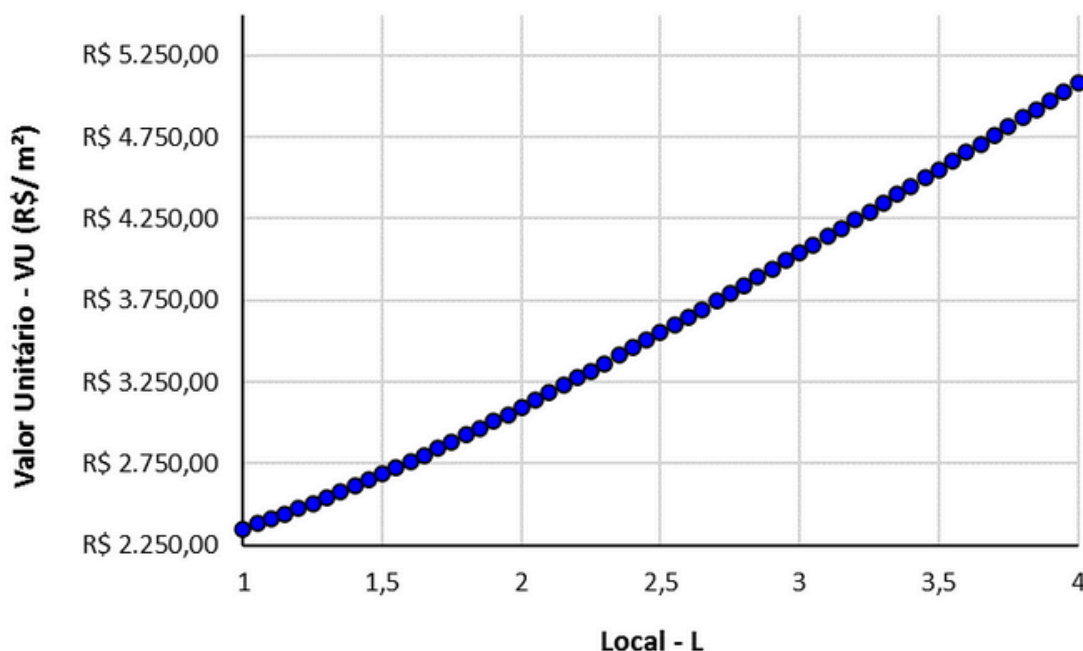


Figura 9: Correlação entre a localização (L) e valor unitários de terrenos urbanos com edificação (VU)

Ao analisar o gráfico produzido pela variação dos valores de local (δL) e dos valores unitários (δVU), percebe-se nitidamente que a correlação entre o local e valor unitário é direta.

Diante disso, aplicou-se as Equações (1) e (3) para obter, respectivamente, os parâmetros “RP” e “M”, para cada um dos elementos amostrais hipotéticos. Então, construiu-se o gráfico ilustrado pela Figura 10, que relaciona “RP” vs. “M”.

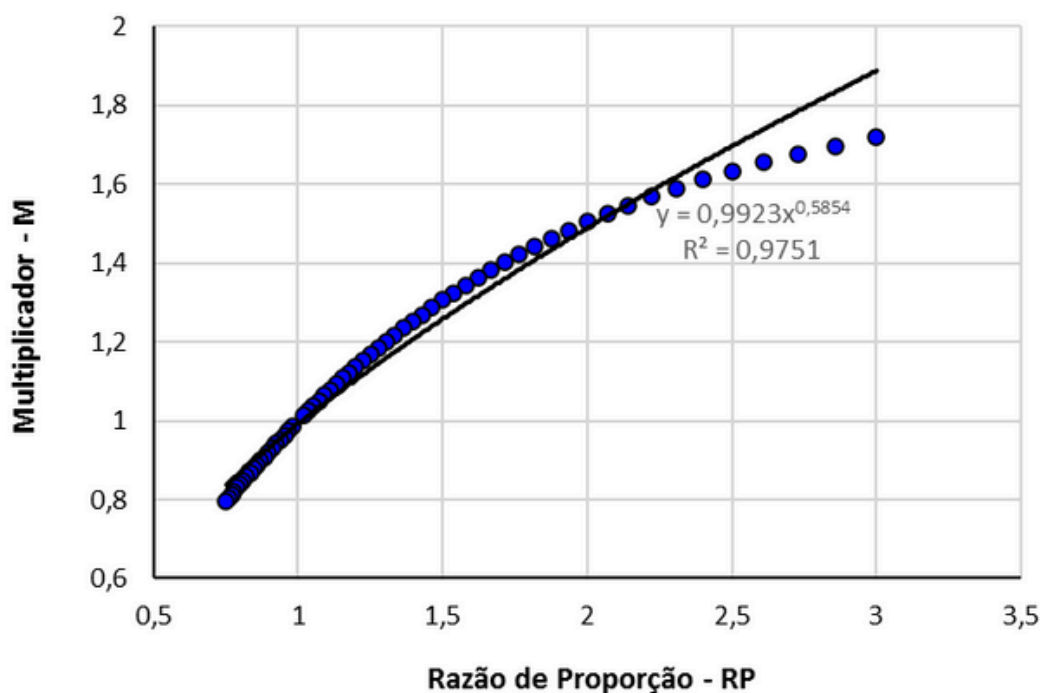


Figura 10: Correlação os parâmetros Multiplicador "MP" e Razão proporcional "RP" para o local (L)

Como é possível visualizar na Figura 10, a função que descreve a relação feita no gráfico corresponde à equação que constitui o fator local. Reescreve-se tal função para sua aplicação prática, convenientemente descrita pela Equação (11).

$$FL = 0,99 \left(\frac{L_{avaliando}}{L_{amostra}} \right)^{0,59} \quad (11)$$

Desse modo, aproximadamente, pode-se afirmar que a Equação (11) constitui o fator local (FL) para terrenos urbanos com edificações na região metropolitana de Belém (RMB).

4.2.3. Fator Padrão (FP)

Obtido o modelo estatístico para a estimação de "VU", adotou-se, na simulação, 61 elementos amostrais que referem sobre o padrão construtivo. Neste caso, esta variável é computada por código alocado (1 -Baixo, 2 - Médio, 3 - Alto, 4 - Fino).

Portanto, esses elementos possuíam códigos variando com um incremento de 0,5, iniciando com o código 1 até 4. Para o avaliando hipotético, adotou-se um código 2. Para aplicação da Equação (8), tanto para o avaliando quanto para cada um dos elementos amostrais, manteve-se constantes as demais variáveis independentes:

- Área construída (AC) igual a 1.474,68 m²;
- Área do total (AT) igual a 822,66 m²;
- Localização (L) igual a 2,35;
- Número de vagas de garagem (NV) igual a 10;
- Data (D) igual a 5.

Assim, obteve-se os valores "VU" tanto para os elementos amostrais quanto para o avaliando hipotético. Deste modo, buscou-se conhecer a correlação entre o padrão construtivo (PC) e o valor "VU", determinada por meio de um gráfico ilustrado pela Figura 11.

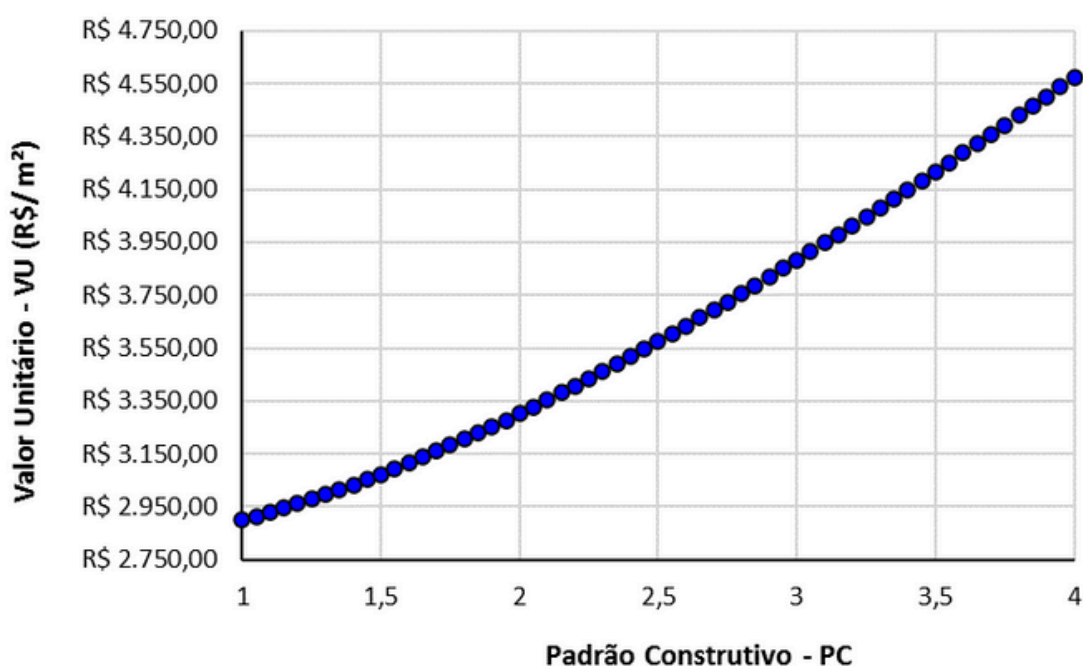


Figura 11: Correlação entre o padrão construtivo (PC) e valor unitários de terrenos urbanos com edificação (VU)

Ao analisar o gráfico produzido pela variação dos valores de padrão construtivo (δPC) e dos valores unitários (δVU), percebe-se nitidamente que a correlação entre a renda e valor unitário é direta.

Diante disso, aplicou-se as Equações (1) e (3) para obter, respectivamente, os parâmetros “RP” e “M”, para cada um dos elementos amostrais hipotéticos. Então, construiu-se o gráfico ilustrado pela Figura 4, que relaciona “RP” vs. “M”.

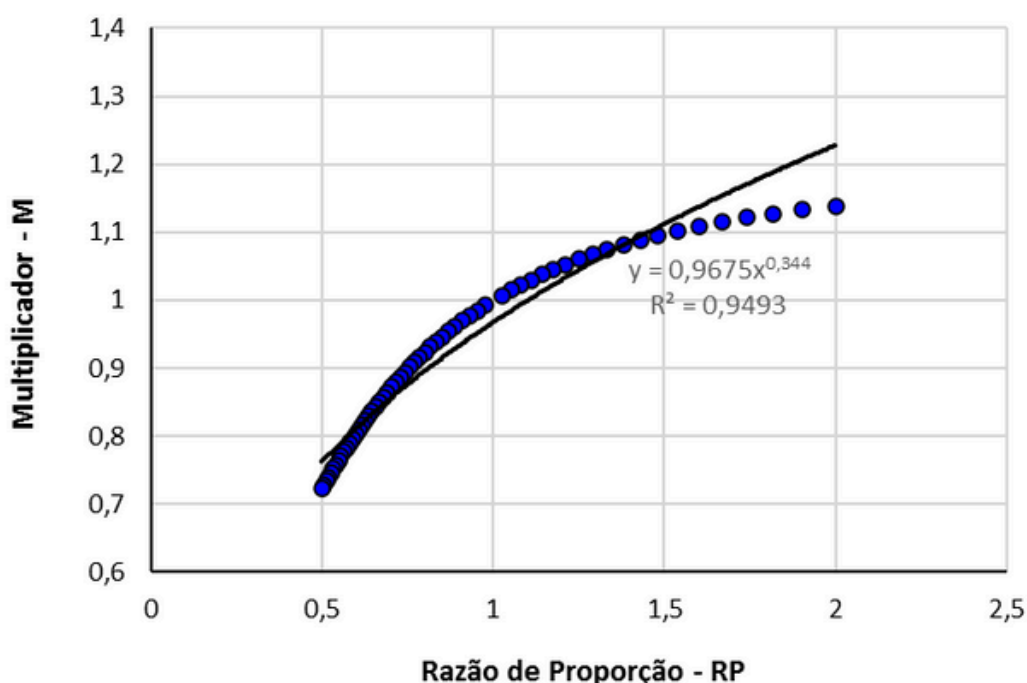


Figura 12: Correlação os parâmetros Multiplicador “MP” e Razão proporcional “RP” para a variável padrão construtivo (PC)

Como é possível visualizar na Figura 12, a função que descreve a relação feita no gráfico corresponde à equação que constitui o fator padrão construtivo.

Reescreve-se tal função para sua aplicação prática, convenientemente descrita pela Equação (12).

$$FP = 0,97 \left(\frac{PC_{avaliando}}{PC_{amostra}} \right)^{0,34} \quad (12)$$

Desse modo, pode-se afirmar que a Equação (12) constitui, aproximadamente, o fator padrão construtivo (FP) para terrenos urbanos com edificação na região metropolitana de Belém (RMB).

Os fatores acima estimados apresentam-se sintetizados conforme a Tabela 2, de modo que os seus respectivos equacionamentos foram aproximados. Assim, para a aplicação prática da Engenharia de Avaliações, é sugestivo adotá-los conforme é apresentado abaixo.

Tabela 2: Fatores de Homogeneização a serem utilizados para prática avaliativa de bens imóveis urbanos

Tipologias de bens imóveis	Fatores de homogeneização	Equacionamentos aplicáveis na prática
Para terreno urbano sem edificações	Área (FA) em função da área total (AT)	$FA = 0,9 \left(\frac{AT_{amostra}}{AT_{avaliando}} \right)^{0,4}$
	Localização (FL) em função da renda "per capita" (L)	$FL = 0,9 \left[\sqrt[2]{\left(\frac{L_{avaliando}}{L_{amostra}} \right)} \right]$
	Testada (FT) em função da testada (T)	$FT = 1,1 \left(\frac{T_{avaliando}}{T_{amostra}} \right)^{0,6}$
Para terrenos urbanos com edificações	Área (FA) em função da área construída (AC)	$FA = 1,00 \left(\frac{AC_{amostra}}{AC_{avaliando}} \right)^{0,1}$
	Localização (FL) em função da localização (L)	$FL = 1,00 \left(\frac{L_{avaliando}}{L_{amostra}} \right)^{0,6}$
	Padrão construtivo (FP) em função do padrão construtivo (PC)	$FP = 1,00 \left(\frac{PC_{avaliando}}{PC_{amostra}} \right)^{0,3}$

5. Conclusões e Recomendações

A partir dos resultados, verifica-se que foi possível, por meio de modelagem estatística, caracterizar os fatores de homogeneização referentes a área, localização, padrão e frente (testada) nas tipologias em estudo (terrenos urbanos e terrenos urbanos edificados).

Em contrapartida, devido às dificuldades experimentadas ao contatar as fontes presentes nos bancos de dados, os métodos de obtenção dos fatores de oferta tornaram-se inviáveis, o que fez com que fosse necessário adotar valores baseados apenas na literatura.

Notou-se, ainda, que os fatores determinados pela metodologia adotada neste trabalho possuem, em sua maioria, forte semelhança com outros consagrados na literatura, tanto no formato da equação quanto nos valores dos expoentes.

Fiker (2001), por exemplo, adota, para fatores de frente, a raiz quadrada (sendo que em alguns casos pode ser raiz quarta ou até oitava) da razão entre os valores da variável no avaliando e na amostra, respectivamente. O fator de frente encontrado para terrenos urbanos no presente trabalho é bastante parecido, porém, com a presença de um multiplicador próximo de 1 e de um expoente que tem efeito semelhante ao de uma raiz quadrada.

Pode-se observar no fator de área construída obtido para terrenos com edificações, o expoente encontrado possui efeito próximo ao de uma raiz oitava e um multiplicador próximo de 1. Além dessas, outras semelhanças entre os fatores deste trabalho e de outros presentes na literatura também puderam ser notadas, o que evidencia a razoabilidade dos resultados.

Em ANEXO, apresenta-se a seguir um exemplo de aplicação dos Fatores propostos neste Boletim em dois casos hipotéticos operacionalizados no software Microsoft EXCEL® para servir de base em aplicações reais em trabalhos profissionais.

Referências

ABUNAHMAN, S. A. Engenharia Legal e de Avaliações: 4. ed. São Paulo: PINI, 2008.

AFONSO, J. R. R.; ARAÚJO, E. A.; NÓBREGA, M. A. R. (2010). Um diagnóstico sobre o grau de aproveitamento do imposto como fonte de financiamento local (No. 3, pp. 1-48). Cambridge: Lincoln Institute of Land Policy.

AGUIRRE, A.; FARIA, D. A utilização de preços hedônicos na avaliação social de projetos. Revista Brasileira de Economia. 51(3), 391-411, 1997.

ALBUQUERQUE, E.; MELO, A.; SOUZA, H. Ativo ambiental e preço de imóvel em Recife: um estudo exploratório a partir da utilização do método dos preços hedônicos. In: VII Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, Fortaleza, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14 653 – Avaliação de bens: Parte 1 – Procedimentos Gerais. 2ª ed. Rio de Janeiro, 2019. 19 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14 653 – Avaliação de bens: Parte 2 – Imóveis urbanos. 2ª ed. Rio de Janeiro, 2011. 54 p.

BATALHONE, S.; NOGUEIRA, J.; MUELLER, B. Economics of air pollution: hedonic price model and smell consequences of sewage treatment plants in urban areas. Brasília, DF: Universidade de Brasília, 2002.

CARVALHO, P. H. B. O IPTU no Brasil: progressividade, arrecadação e aspectos extra-fiscais (Texto para Discussão, 1251). Brasília: Ipea, 2006.

FARIA, R. E. A. Uma aplicação do método de preços hedônicos no setor de saneamento: o projeto de São Bento do Sul-SC. Planejamento e Políticas Públicas (31), 116-127, 2008.

FIKER, José. Manual de avaliações e perícias em imóveis urbanos. Oficina de Textos, 2001.

FLORENCIO, L. A. Engenharia de avaliações com base em modelos GAMLSS (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

GONZALEZ, M. A. S. Aplicação de descobrimento de conhecimento em bases de dados e inteligência artificial em avaliação de imóveis. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2002.

HERMANN, B. M.; HADDAD, E. A. Mercado imobiliário e amenidades urbanas: a view through the window. Estudos Econômicos 35(2), abr./jun, 2005.

HIPÓLITO, E. C. Métodos e normas utilizados em diferentes países na Avaliação de Imóveis. 2007. 80 p. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) - Escola de Engenharia UFMG, Belo Horizonte, 2007.

LIMA, G. P. A. Um critério para identificar fatores que heterogeneizam modelos de homogeneização atendendo a nova norma de avaliação de imóveis urbanos da ABNT. In: IV Seminário Internacional da LARES. LARES. São Paulo, 2004.

MEDVEDCHIKOFF, T. G. Análise da planta genérica de valores por meio de estrato de renda no município de São Carlos (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

MICHAEL, R. Avaliação em massa de imóveis com uso de inferência estatística e análise de superfície de tendência. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

MORES, D. Avaliação de terrenos urbanos: método comparativo e método involutivo. 54 p. Monografia (Graduação do curso de Engenharia Civil) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, SC, 2010.

NÓR FILHO, N. N. Avaliação de terrenos Urbanos. In: Engenharia de avaliações, editora PINI, São Paulo, 2007.

OLIVEIRA, Ana Maria de Biazzi Dias de; GRANDISKI, Paulo. Engenharia de Avaliações. In: ALONSO, Nelson Roberto Pereira. Engenharia de Avaliações. São Paulo: Pini, 2007. Cap. 08.

ÖZKAN, G.; YALPIR, S.; & UYGUNOL, O. Na Investigation on the Price Estimation of Residable Real-Estates by Using ANN and Regression Methods. In: The 12th International Conference on Applied Stochastic Models and Data Analysis (ASMDA 2007). Chania, Crete, Greece, 2007.

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

PELLI NETO, A; MOURA, E. M; BRAZ, E. C. A; WERMERSCH, F. G; MARTINS, G. L; MARZALL, H; ANDRADE, J. M; CONSENTINO, P. C. R; DANTAS, R. A; AMADEO, S; GRANDE, S. L; VEIGA, S. S; JORGE, S. C. H; GONÇALVES, T. R. R; FREITAS, Y. A. Um estudo de diagnóstico sobre demanda habitacional e mercado imobiliário: o caso de Teresina. Mercado imobiliário: o caso de Teresina. XXII Congresso Panamericano de Avaliações – IBAPE – XIII COBREAP – Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias, Fortaleza, 2006.

PRODANOV, C.; FREITAS, E. C. de. Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. Novo Hamburgo: Feeval, 2013.

ROYAL INSTITUTE OF CHARTERED SURVEYORS (RICS). RICS Valuation – Global Standards 2017. International Valuation Standards Council, 2017.

SELIM, S. Determinant of House Price in Turkey: A Hedonic Regression Model, Doğu Üniversitesi Dergisi, 9(1), 65–76, 2008.

STONIER, A. W. e D. C. Hague, Teoria Econômica. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1965.

TEIXEIRA, E.; SERRA, M. O impacto da criminalidade no valor de locação de imóveis: o caso de Curitiba. Economia e Sociedade 15(1), 175–207, 2006.

TRIVELLONI, C. A. P. Método para determinação do valor da localização com uso de técnicas inferenciais e geoestatísticas na avaliação em massa de imóveis (Tese de doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

YAYAR, R.; GÜL, D. Mersin Kent Merkezinde Konut Piyasası Fiyatlarının Hedonik Tahmini Hedonic Estimation of Housing Market Prices in Mersin City Centre. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 14(3), 87–100, 2014.

YILMAZEL, S., AFŞAR, A., & YILMAZEL, Ö. Analysis of Apartments for Sale in Turkey Based on City and Region by Using Big Data Technologies. The Sakarya Journal of Economics, 6(3), 1–21, 2017.

ZANCAN. Evelise Chemale. Avaliações de Imóveis em massa para efeitos de Tributos municipais. Criciúma/SC, 1996.

Anexo CASO 1

O avaliando está localizado na Travessa Mauriti (entre as Av. Visconde de Inhaúma e Av. Marques de Herval), no bairro da Pedreira, na cidade de Belém, e tem as seguintes características:

- Área total igual a 520,0 m²;
- Testada igual a 8,50m;
- Localização pela renda "per capita" da Pedreira (código igual a 2).

O processo avaliativo contou com uma amostra de 05 observações, as quais estão dispostas na tabela abaixo.

Tabela 1.1.A: Pesquisa de mercado e observações para realizar o tratamento por fatores.

Endereço	Bairro	Área (m ²)	Frente (m)	Localização (1 - 4)	Valor (R\$)	V.Unit (R\$/m ²)
Travessa Mariz e Barros, 958 - (Pedro Miranda & A. Everdosa)	Pedreira	465,0	5,80	2	650.000,00	1.397,85
Travessa Mariz e Barros, 900 - (Pedro Miranda & A. Everdosa)	Pedreira	1.633,0	23,00	2	3.800.000,0	2.327,01
Passagem Dr. Dionísio Bentes, 623 (Estrada da CEASA & Pass. Napoleão Martins)	Curió-Utinga	100,0	4,20	1	140.000,00	1.400,00
Avenida Gentil Bittencourt, 72 (Pres. Pernambuco & Serzedelo Correa)	Batista Campos	176,0	8,69	4	800.000,00	4.545,45
R. Riachuelo, 281 (Padre Prudência & 1 de Maio)	Campina	1.300,0	46,00	3	1.380.000,0	1.061,54

☐ Dados de entrada

Recorrendo ao tratamento de fatores, por aqueles especificamente propostos neste Boletim Técnico, pretende-se homogeneizar as amostras, de modo que se possa obter o valor do avaliando. Para tanto, recorre-se a dois procedimentos:

- Constrói-se a matriz de homogeneização a qual estima os fatores. Neste caso, os fatores se referem a área (FA), localização (FL) e testada (FT). Recorre-se ainda ao fator oferta considerando as observações em oferta (FO = 0,90) e transacionadas (FO = 1,0).

Tabela 2.1.A: Tratamento por fatores para estimativa dos valores unitários homogeneizados.

Amostra (Xi)	FA	FL	FT	FO	CONJUGAÇÃO DOS FATORES (CF)	V.Unit. (R\$/m²)	V.Unit. homogeiniz. (R\$/m²)
1	0,86	0,90	1,38	1,00	1,14	1.397,85	1.599,37
2	1,42	0,90	0,61	0,90	0,83	2.327,01	1.926,29
3	0,47	1,27	1,68	1,00	1,42	1.400,00	1.984,33
4	0,58	0,64	1,09	0,90	0,21	4.545,45	933,68
5	1,30	0,73	0,40	0,90	0,33	1.061,54	353,13

■ Cálculo dos fatores pelas equações (5), (6) e (7)

■ Agregação dos fatores

■ Produto de V.Unit (R\$/m²) e CF

Pela conjugação dos fatores, obtém-se valores entre 0,21 a 1,42, de modo que pelo MCDDM, por tratamento de fatores, a avaliação se enquadra no grau II de Fundamentação (ver Tabela 3 do subitem 9.2.2. da NBR 14653/2).

Obtém-se a média (X) e o desvio-padrão (S) dos valores unitários homogeneizados pelos fatores, iguais a R\$ 1.359,03/m² e R\$ 700,59/m², respectivamente.

Após a homogeneização dos valores unitários pelos fatores, e pelos seus respectivos valor médio e do desvio-padrão, efetua-se o segundo procedimento que realiza um tratamento estatístico:

- Verifica-se pelo critério de Chauvenet os valores unitários homogeneizados discrepantes, a partir da seguinte condição:

$$d = \frac{|X_i - \bar{X}|}{S} < VC \quad (1.1.A)$$

Em que X_i é o valor unitário homogeneizado de cada i-amostra, em que se obtém um valor médio ($\bar{X}$) e o seu desvio-padrão (S). O termo VC se refere ao valor crítico (Tabelado) em que, para 05 amostras, corresponde a 1,65 ($VC = 1,65$). Portanto, se o valor de "d" for maior que 1,65, a amostra deve ser excluída.

Tabela 3.1.A: Critério de exclusão pela estatística de Chauvenet.

Amostra	CONJUGAÇÃO DOS FATORES (CF)	V.Unit. (R\$/m²)	V.Unit. homogeneiz. (R\$/m²)	d
1	1,14	1.397,85	1.599,37	0,3426
2	0,83	2.327,01	1.926,29	0,8092
3	1,42	1.400,00	1.984,33	0,8921
4	0,21	4.545,45	933,68	0,6076
5	0,33	1.061,54	353,13	1,4363

 Agregação dos fatores
  Produto de V.Unit (R\$/m²) e CF
  Tratamento estatístico

- Calcula-se os valores unitários homogeneizados mínimo ($L_{\min}$) e máximo ($L_{\max}$) pelas seguintes formulações, respectivamente expressas abaixo:

$$L_{\min} = \bar{x} - t_c \left[\frac{S}{(n-1)^{0,5}} \right] \quad (2.1.A)$$

$$L_{\max} = \bar{x} + t_c \left[\frac{S}{(n-1)^{0,5}} \right] \quad (3.1.A)$$

Em que o termo " t_c " se refere ao valor tabelado da distribuição de Student, em que, neste caso e em conformidade aos termos da NBR 14653/2 (ABNT, 2011), é associado a 80% de confiança. Assim, considerando $(n-1)$, tem-se um valor de t_c igual a 1,533.

Obtém o valor unitário homogeneizado médio, os limites mínimo ($L_{\min}$) e máximo ($L_{\max}$), bem como o valor unitário referente ao campo de arbítrio do avaliando:

- Valor médio: R\$ 1.359,36/m²;
- Valor mínimo: R\$ 822,36/m²;
- Valor máximo: R\$ 1.896,36/m²;
- Valor mínimo do campo de arbítrio (-15% da média): R\$ 1.155,46/m²;
- Valor máximo do campo de arbítrio (+15% da média): R\$ 1.563,26/m²;

Neste caso, considerando a área de 520,0 m², o valor total do avaliando pelo valor unitário homogeneizado de arbítrio foi de:

- Valor mínimo: R\$ 600.836,98;
- Valor médio: R\$ 706.867,04;
- Valor máximo: R\$ 812.897,09.

Portanto, com nível de confiança de 80%, é possível estimar um valor de um bem imóvel pelo MCDDM, por tratamento de fatores, com uma precisão de 30%. Assim, este caso 1 pode ser enquadrado no grau de Precisão III (ver Tabela 5 do subitem 9.2.3. da NBR 14653/2).

Anexo CASO 2

O avaliando está localizado na Rua Jerônimo Pimentel (próximo a Praça Brasil), no bairro do Umarizal, em Belém, e tem as características:

- Área do terreno e construída iguais a 604,89 m² e 210,0 m², respectivamente;
- Padrão construtivo entre "regular" e "bom" (código 2);
- Estado de conservação entre "regular" e precisando de "reparo simples".

O processo avaliativo contou com uma amostra de 05 observações, as quais estão dispostas na tabela abaixo.

Tabela 1.2.A: Pesquisa de mercado e observações para realizar o tratamento por fatores.

Endereço	Bairro	Área (m ²)	Local	Padrão Const.	Valor (R\$)	V.Unit (R\$/m ²)
Travessa Mariz e Barros - (Pedro Miranda & A. Everdosa)	Pedreira	420,00	2	2	700.000,00	1.666,67
Travessa Mariz e Barros - (Pedro Miranda & A. Everdosa)	Pedreira	280,00	2	3	630.000,00	2.250,00
Vila Santos próximo a Pass. São Francisco	Curió-Utinga	145,70	1	1	140.000,00	960,88
Avenida Gentil Bittencourt (Benjamin Constant e Rui Barbosa)	Nazaré	296,00	4	3	800.000,00	2.702,70
Tv. Padre Prudêncio, próximo a Carlos Gomes	Campina	650,00	3	4	1.300.000,0	2.000,00

Recorrendo ao tratamento de fatores, por aqueles especificamente propostos neste Boletim Técnico, pretende-se homogeneizar as amostras, de modo que se possa obter o valor do avaliando. Para tanto, recorre-se a dois procedimentos:

- Constrói-se a matriz de homogeneização a qual estima os fatores. Neste caso, os fatores se referem a área (FA), localização (FL) e padrão construtivo (FP). Recorre-se ao fator oferta considerando as observações em oferta (FO = 0,90) e transacionadas (FO = 1,0).

Tabela 2.2.A: Tratamento por fatores para estimativa dos valores unitários homogeneizados.

Amostra (Xi)	FA	FL	FP	FO	CONJUGAÇÃO DOS FATORES (CF)	V.Unit. (R\$/m²)	V.Unit. homog. (R\$/m²)
1	1,07	1,28	1,00	0,90	1,25	1.666,67	2.078,66
2	1,03	1,28	0,89	0,90	1,09	2.250,00	2.452,68
3	0,96	1,93	1,23	1,00	2,13	960,88	2.045,16
4	1,03	0,84	0,89	0,90	0,66	2.702,70	1.788,80
5	1,12	1,00	0,81	1,00	0,93	2.000,0	1.863,74

 Cálculo dos fatores pelas equações (5), (6) e (7)
  Agregação dos fatores
  Produto de V.Unit. (R\$/m²) e CF

Pela conjugação dos fatores, obtém-se valores entre 0,6158 a 2,0723, de modo que pelo MCDDM, por tratamento de fatores, a avaliação se enquadra no grau II de Fundamentação (ver Tabela 3 do subitem 9.2.2. da NBR 14653/2).

Obtém-se a média (X) e o desvio-padrão (S) dos valores unitários homogeneizados pelos fatores, iguais a R\$ 2.045,81/m² e R\$ 257,79/m², respectivamente.

Após a homogeneização dos valores unitários pelos fatores, e pelos seus respectivos valor médio e do desvio-padrão, efetua-se o segundo procedimento que realiza um tratamento estatístico:

- Verifica-se pelo critério de Chauvenet os valores unitários homogeneizados discrepantes, a partir da seguinte condição:

$$d = \frac{|X_i - \bar{X}|}{S} < VC \quad (1.2.A)$$

Em que X_i é o valor unitário homogeneizado de cada i -amostra, em que se obtém um valor médio ($\bar{X}$) e o seu desvio-padrão (S). O termo VC se refere ao valor crítico (Tabelado) em que, para 05 amostras, corresponde a 1,65 ($VC = 1,65$). Portanto, se o valor de " d " for maior que 1,65, a amostra deve ser excluída.

Tabela 3.2.A: Critério de exclusão pela estatística de Chauvenet.

Amostra	CONJUGAÇÃO DOS FATORES (CF)	V.Unit. (R\$/m²)	V.Unit. homogeneiz. (R\$/m²)	d
1	1,25	1.666,67	2.078,66	0,1275
2	1,09	2.250,00	2.452,68	1,5783
3	2,13	960,88	2.045,16	0,0025
4	0,66	2.702,70	1.788,80	0,9970
5	0,93	2.000,0	1.863,74	0,7063

 Agregação dos fatores

 Produto de V.Unit (R\$/m²) e CF

 Tratamento estatístico

- Calcula-se os valores unitários homogeneizados mínimo ($L_{\min}$) e máximo ($L_{\max}$) pelas seguintes formulações, respectivamente expressas abaixo:

$$L_{\min} = \bar{x} - t_c \left[\frac{S}{(n-1)^{0,5}} \right] \quad (2.2.A)$$

$$L_{\max} = \bar{x} + t_c \left[\frac{S}{(n-1)^{0,5}} \right] \quad (3.2.A)$$

Em que o termo " t_c " se refere ao valor tabelado da distribuição de Student, em que, neste caso e em conformidade aos termos da NBR 14653/2 (ABNT, 2011), é associado a 80% de confiança. Assim, considerando $(n-1)$, tem-se um valor de t_c igual a 1,533.

Obtém o valor unitário homogeneizado médio, os limites mínimo ($L_{\min}$) e máximo ($L_{\max}$), bem como o valor unitário referente ao campo de arbítrio do avaliando:

- Valor médio: R\$ 2.045,81/m²;
- Valor mínimo: R\$ 1.848,21/m²;
- Valor máximo: R\$ 2.243,40/m²;
- Valor mínimo do campo de arbítrio (-15% da média): R\$ 1.738,94/m²;
- Valor máximo do campo de arbítrio (+15% da média): R\$ 2.352,68/m²;

Neste caso, considerando a área construída de 210,0 m², o valor total do avaliando pelo valor unitário homogeneizado de arbítrio foi de:

- Valor mínimo: R\$ 365.176,65;
- Valor médio: R\$ 429.619,59;
- Valor máximo: R\$ 494.062,52.

Portanto, com nível de confiança de 80%, é possível estimar um valor de um bem imóvel pelo MCDDM, por tratamento de fatores, com uma precisão de 30%. Assim, este caso 1 pode ser enquadrado no grau de Precisão III (ver Tabela 5 do subitem 9.2.3. da NBR 14653/2).

Considerações sobre a aplicação dos fatores para valoração de terrenos com edificações para a RMB:

- Quando da atribuição do padrão construtivo (1 = inferior, 2 = médio/inferior, 3 = médio/superior e 4 = superior ou outra escala – código alocado – a ser adotado) considerar, ainda que de forma qualitativa e subjetiva, mas sempre compatível com as características de cada dados e do imóvel avaliando, não somente no tocante ao padrão construtivo e de acabamento, mas também considerar o estado de conservação, a idade e outros elementos que possam influenciar no valor.
- Não se está trabalhando no presente Boletim técnico a variável “área do terreno (AT)”, que também influencia o valor global do Imóvel (R\$), mesmo que a avaliação se faça pelo valor unitário (R\$/m²) (obtido a partir da área construída).
- No valor unitário trabalhado na homogeneização deve estar integrado a parcela do valor do terreno que compõe o valor total, juntamente com a parcela das benfeitorias. Desta forma, sugere-se que o avaliador adote outros valores que não o centrado (média), respeitando o campo de arbítrio ou o intervalo de confiança quando a variável área do terreno (AT) apresentar uma grandeza que possa influir mais significativamente no valor, como, por exemplo: Ser "muito grande" ou "muito maior" em relação a área construída, quando pode-se adotar algum valor maior do que o centrado, ou em caso contrário, em que a área do terreno for "muito pequena" em relação a área construída, não existir áreas livres (quintais, jardins, etc.)
- O fator de oferta neste boletim técnico foi adotado com valor de 1,00, quando o dado for venda efetiva, e 0,90 , quando for ainda em oferta, considerando a literatura técnica que o recomenda entre 0,80 e 1,00. Essa adoção se deva a não ter sido possível, ainda, a definição regional do FO para cada tipologia de imóvel.