

Modelo para avaliação de imóveis em cidades de pequeno porte.

RESUMO

No âmbito da União, a avaliação de imóveis é realizada por intermédio de duas modalidades: o laudo de avaliação e o relatório de valor de referência. O laudo de avaliação segue rigorosamente a ABNT NBR 14.653, é empregado principalmente em operações de aquisições e alienações do patrimônio público. O relatório de valor de referência, embora siga critérios técnicos, é uma modalidade simplificada, empregado principalmente na apuração do valor contábil e consome menos tempo, quando comparado ao laudo de avaliação. Ao longo dos anos, o método comparativo direto de dados de mercado é o mais largamente aplicado no âmbito da Secretaria do Patrimônio da União (SPU), para realização de laudos de avaliação. A ABNT NBR 14.653 prevê para o método comparativo dois tipos de tratamento de dados: por fatores ou científico. O tratamento científico apesar de apresentar maior refinamento e precisão, tem seu emprego prejudicado, quando na presença de pequenas amostras. A prática das atividades de Engenharia de Avaliações no âmbito da SPU, mostra que em algumas situações, é necessário realizar avaliações em cidades de pequeno porte, sem mercado imobiliário estruturado, com escassez de dados, onde a utilização do tratamento científico fica comprometido. O engenheiro Radegaz Nasser Júnior apresentou na III Semana de Avaliação de Imóveis da SPU, um modelo de avaliação por fatores, que pode ser utilizado em locais onde há pequena quantidade de dados amostrais, sendo os fatores de homogeneização calculados por metodologia científica, como preconiza a norma, e que refletem o comportamento do mercado com determinada abrangência espacial e temporal. O presente trabalho adicionou ao modelo do engenheiro, alguns parâmetros e procedimentos, existentes no referencial teórico estudado, em seguida fez a aplicação em um exemplo prático. Após a realização dos cálculos e obtenção do resultado adotado, verificou-se a diferença deste para o valor adotado de um laudo de avaliação para o mesmo imóvel, elaborado por inferência estatística. Finalizando com discussões técnicas, sobre a aplicabilidade deste modelo em situações específicas, nas quais não é possível realizar o tratamento científico.

Palavras-chave: *tratamento por fatores, método comparativo direto de dados de mercado, avaliação de imóveis da União*

ABSTRACT

When you evaluate a propriety for Brazilian Government there are two method that can be apply: the appraisal report and the reference value report. The appraisal report strictly follows ABNT NBR 14,653, and is mainly used in operations of sale and acquisition of the real state. The reference value report, although it follows technical criteria, is a simplified modality used mainly in the calculation of the book value and is faster when compared to the appraisal report. Over the years, the direct comparative

method of market data is the most widely used, for conducting appraisal reports. ABNT NBR 14.653 provides two types of data processing for the comparative method: by factors or scientific. The scientific treatment, despite presenting greater refinement and precision, has its use impaired, when you have a small sample, such as when you have small cities without a structured real estate market, and scarce data. The engineer Radegaz Nasser Júnior, during the III SPU's Real Estate Valuation Week, presented a model of evaluation by factors, which can be used in situations with small samples, and treated it based in scientific methodology. The present work added to the engineer's model some parameters and procedures, existing in the theoretical framework studied, and then made the application in a practical example. The article ends with technical discussions about the applicability of this model in specific situations, in which it is not possible to conduct the scientific treatment.

Keywords: *appraisal report, reference value report, real state.*

1. INTRODUÇÃO

A necessidade de avaliar grande quantidade de imóveis é algo recorrente para a Secretaria de Patrimônio da União (SPU), durante toda sua história. No âmbito da União, a avaliação de imóveis é realizada por intermédio de duas modalidades: o laudo de avaliação e o relatório de valor de referência. Ambos são trabalhos técnicos desenvolvidos por profissionais habilitados.

O laudo de avaliação segue rigorosamente a ABNT NBR 14.653, é empregado principalmente em operações de aquisições e alienações do patrimônio público. O relatório de valor de referência, embora siga critérios técnicos, é uma modalidade simplificada, empregado principalmente na apuração dos valores contábil e fiscal, e consome menos tempo, quando comparado ao laudo de avaliação.

Segundo a ABNT NBR 14.653-2 (2011), o método comparativo direto de dados de mercado prevê o tratamento de dados por fatores ou científico. Dantas (2005) ensina que o objetivo do tratamento por fatores é reduzir as discrepâncias entre os dados de mercado e o bem avaliando, através da aplicação de fatores homogeneizados, contudo a utilização generalizada dos fatores de homogeneização pode acarretar numa sensível perda do nível de precisão das avaliações, devido a questões ligadas a heterogeneidade espacial e multicolinearidade.

O tratamento científico através da utilização da inferência estatística, é sem dúvida, o modelo mais utilizado pelos profissionais que militam na área de Engenharia de Avaliações. O objetivo da inferência estatística é estimar os parâmetros de uma população a partir do conhecimento das características de uma amostra dela extraída. Segundo Dantas (2005) neste tipo de tratamento obtém-se maior nível de precisão e fundamentação.

A amostra que servirá de lastro para o modelo a ser construído deve ser representativa, suficiente, aleatória, contemporânea e rastreável. Em pequenos municípios, com mercado imobiliário incipiente, tem-se grande dificuldade em construir uma amostra suficiente que atenda aos requisitos para definição do grau de fundamentação previsto na ABNT NBR 14.653-2 (2011).

O tratamento por fatores, antes mais empregado, tem perdido espaço ao longo do tempo para o tratamento científico, este último com maior grau de refinamento.

Ocorre que a aplicação do tratamento científico, passa necessariamente, pela obtenção de um número mínimo de dados que formarão a amostra.

A prática das atividades de Engenharia de Avaliações no âmbito da União, mostra que o profissional avaliador, em algumas situações, é demandado a realizar avaliações em cidades de pequeno porte, sem mercado imobiliário estruturado. Nestas condições o obstáculo da quantidade mínima de dados para realização da avaliação através de tratamento científico se impõe.

Nassar Júnior (2019) apresentou um modelo de avaliação por fatores, a ser utilizado em locais onde há escassez de dados para a composição da amostra, em situações onde não é viável o emprego de tratamento científico. Trata-se de uma metodologia científica para cálculo dos fatores de homogeneização, que reflitam em termos relativos, o comportamento do mercado com determinada abrangência espacial e temporal. Este modelo foi tema de um painel apresentado pelo engenheiro, na III Semana de Avaliação de Imóveis da SPU.

O presente trabalho, inicialmente adicionou ao modelo desenvolvido pelo professor Nasser Júnior, alguns aspectos técnicos presentes no referencial teórico estudado. Posteriormente aplicou a este modelo em um exemplo prático para determinar o valor unitário de um terreno situado da cidade do Recife e comparou o valor adotado no modelo com o valor de um laudo de avaliação, elaborado por inferência estatística, para o mesmo imóvel.

2. TRATAMENTO POR FATORES

Segundo a ABNT NBR 14653-2 (2011) o tratamento de dados é uma das etapas de aplicação do método comparativo direto de dados de mercado. Preconiza-se, nesta etapa, a sumarização das informações, por meio de gráficos que exibam as distribuições de frequências das variáveis selecionadas, revelando as relações entre elas.

Posteriormente a fase de coleta de dados que comporão a amostra, tem-se como resultado, uma gama de imóveis, por vezes, com características diferentes a do bem avaliando. Cabendo ao profissional avaliador tratar estes dados, classificando-os de forma correta, em função da quantidade e da qualidade das informações disponíveis (DANTAS, 2005).

Nasser Júnior (2019) ensina que o tratamento por fatores é empregado em situações onde há escassez de dados, ou seja, pequenas amostras. Esta condição limitante, não permite a utilização de tratamentos mais elaborados como a inferência estatística. A busca por fatores, nada mais é que encontrar uma relação entre o valor do imóvel avaliando e o valor de cada um dos dados que compõe a amostra, para cada atributo analisado. Sendo esta relação, passível de determinação.

A ABNT NBR-14653-2 (2011) estabelece que o tratamento por fatores é admissível para amostra composta por dados de mercado com características mais próximas possíveis do imóvel avaliando. Havendo duas formas de emprego dos fatores:

O tratamento por fatores é aplicável a uma amostra composta por dados de mercado com as características mais próximas possíveis do imóvel avaliando. Os fatores devem ser calculados por metodologia científica, como citado em 8.2.1.4.3, justificados do ponto de vista teórico e prático, com a inclusão de validação, quando pertinente.

Devem caracterizar claramente sua validade temporal e abrangência regional e ser revisados no prazo máximo de quatro anos ou em prazo inferior, sempre que for necessário. Podem ser:

- a) calculados e divulgados, juntamente com os estudos que lhes deram origem, pelas entidades técnicas regionais reconhecidas, conceituadas em 3.20, bem como por universidades ou entidades públicas com registro no sistema CONFEA/CREA, desde que os estudos sejam de autoria de profissionais de engenharia ou arquitetura;
- b) deduzidos ou referendados pelo próprio engenheiro de avaliações, com a utilização de metodologia científica, conforme 8.2.1.4.3, desde que a metodologia, a amostragem e os cálculos que lhes deram origem sejam anexados ao Laudo de Avaliação (NBR 14.653-2, 2011).

Na maior parte dos estados brasileiros, as entidades técnicas não calculam nem divulgam fatores aplicáveis a avaliações de imóveis, restando apenas a segunda opção, que é deduzir e referendar, os fatores, através de metodologia científica.

Nasser Júnior (2019) propõe a existência de relações fixas entre os atributos específicos e os respectivos preços, dentro do universo amostral, sendo possível calculá-las por regressão linear simples. Através da planilha eletrônica Excel, realiza-se uma regressão entre a variável dependente e cada uma das variáveis independentes, isoladamente. Obtém-se o fator dividindo-se o valor calculado para o imóvel avaliando pelo valor previsto para cada um dos dados. O resultado são n valores de fatores para aquela variável, onde n é o número de dados.

O Tratamento por fatores tem por objetivo tornar dados os mais próximos possível e eliminar os dados atípicos, através das etapas de homogeneização e saneamento amostral, retratada na Figura 1 (CAPPELLANO, 2013).

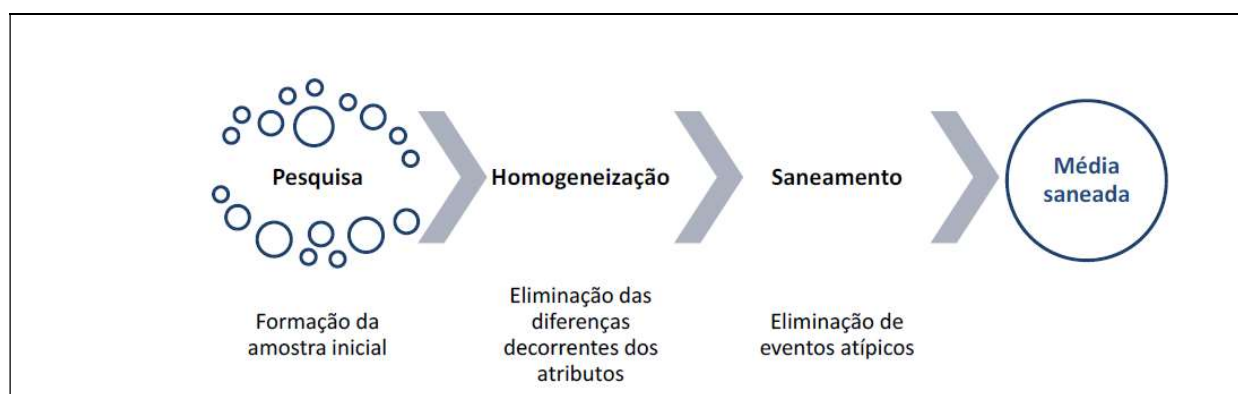


Figura 1 – Tratamento por fatores
Fonte: Cappellano (2013)

A etapa de homogeneização tem por objetivo tratar os preços observados, inerentes a cada dado coletado que compuser a amostra, transformando-o em valor padronizado, observadas as características do avaliando (CAPPELLANO, 2013).

No processo de homogeneização isola-se a parcela aleatória que compõe os preços de cada dado pesquisado, na medida em que se elimina as diferenças decorrentes de seus atributos específicos. Após o processo, as diferenças

remanescentes no valor unitário de cada elemento decorrem unicamente da referida parcela aleatória (CAPPELLANO, 2013).

Segundo Nasser Júnior (2019) pode-se aplicar a homogeneização da amostra através do processo multiplicativo, Equação (01) ou pelo processo aditivo, Equação (02).

$$F_{ctm} = (F_1 * F_2 * F_3 * \dots F_n) \quad (01)$$

$$VHm = P_i \cdot F_{ctm}$$

$$F_{cta} = ((F_1 + F_2 + F_3 + \dots F_n - n) + 1) \quad (02)$$

$$VHa = P_i \cdot F_{cta}$$

P_i : Preço observado de cada dado.

F_{ctm} : Fator corretivo total multiplicativo de cada dado.

F_{cta} : Fator corretivo total aditivo de cada dado.

VHa : Valor homogeneizado aditivo para cada dado.

VHm : Valor homogeneizado multiplicativo para cada dado.

O conjunto de fatores aplicado a cada elemento amostral será considerado como homogeneizante quando, após a aplicação dos respectivos ajustes, se verificar que o conjunto de novos valores homogeneizados apresenta menor coeficiente de variação dos dados que o conjunto original (BRASIL, 2018).

O critério para escolha dos valores homogeneizados se multiplicativo ou aditivo depende de uma série de parâmetros. Molina e Arantes (2017) mencionam que o saneamento amostral pode ser realizado com base na análise do coeficiente de variação (CV), Equação (03), sendo recomendado valores próximos a 20%, busca-se sempre o menor percentual. Ressaltam que a amplitude relativa (AR), Equação (04), também é usada como critério a ser observado na homogeneização, neste caso busca-se o menor valor.

$$CV = \frac{S}{\bar{x}} \quad (03)$$

$$AR = t_{tab} \cdot \frac{\frac{S}{\sqrt{n-1}}}{\bar{x}} \quad (04)$$

S: Desvio padrão.

$\bar{x}$: Média aritmética.

n: Dados amostrais.

t_{tab} : Coeficiente retirado da tabela t de Student.

Nasser Júnior (2019) propõe a utilização do coeficiente de homogeneidade dos modelos de homogeneização por fatores (CH), Equação (05), que foi apresentado pelo Engenheiro Gilson Lima, no XI Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias. O coeficiente de homogeneidade pode assumir valor máximo igual a 1, neste caso reduziu-se toda a variação dos preços em relação a média amostral, não havendo nenhum resíduo não explicado. Quando CH=0, o processo de homogeneização não conseguiu alterar a situação anterior e quando CH<0 significa dizer que o processo de homogeneização aumentou a variação em relação a situação original. Deve-se adotar o valor homogeneizado que sem prejuízo da análise de outros parâmetros, apresente o maior CH, o menor CV e o menor IC.

$$CH = \frac{\sum_{i=1}^n T(i)^2 - \sum_{i=1}^n R(i)^2}{\sum_{i=1}^n T(i)^2} \quad (05)$$

$T(i)^2$: É o resíduo de cada elemento em relação à média dos elementos observados elevado ao quadrado.

$R(i)^2$: É o resíduo de cada elemento já homogeneizado em relação aos valores observados.

No saneamento amostral o objetivo é eliminar os dados discrepantes, para os quais a parcela aleatória exceda o tolerável. Busca-se minimizar este efeito danoso sobre o resultado final da avaliação. O produto do processo é uma média amostral saneada, sendo o desvio padrão um dos indicadores da qualidade da amostra. Em se tratando de cidades de pequeno porte e por conseguinte de mercado imobiliários não estruturados, tem-se uma dificuldade no que concerne a quantidade de dados para a composição da amostra. (CAPPELLANO, 2013)

A estimação do valor de mercado é realizada mediante a média aritmética dos valores homogeneizados. Ocorre que a média aritmética é altamente sensível a presença de dados discrepantes, sendo necessária a análise individual de cada dado coletado (DANTAS, 2005).

A ABNT NBR-14.653-2 (2011) preconiza a utilização de critérios estatísticos consagrados de eliminação de dados discrepantes, no processo de saneamento da amostra. Os dados discrepantes devem ser retirados um a um, dando-se preferência aos dados que estejam mais distantes da média. Admite-se a reintrodução de dados anteriormente retirados no processo.

Segundo Brasil (2018) após a homogeneização, é recomendada a utilização do critério de exclusão de Chauvenet. O critério de Chauvenet se dá pela aplicação das Equações (06) e (07). Na Tabela 1, sendo n o número de dados da amostra, determina-se o ρ_{crit} correspondente. Em seguida, determinam-se os limites inferior ($L_{inferior}$) e superior ($L_{superior}$), os dados que apresentem valores homogeneizados fora deste intervalo deverão ser eliminados (THOFEHRN, 2008).

$$L_{inferior} = \bar{x}_h - \rho_{crit} \cdot S \quad (06)$$

$$L_{superior} = \bar{x}_h + \rho_{crit} \cdot S \quad (07)$$

S : Desvio padrão.

$\bar{x}_h$: Média dos valores homogeneizados.

Tabela 1 – Tabela de Chauvenet

n	ρ_{crit}
5	1,65
6	1,73
7	1,80
8	1,86
9	1,92
10	1,96
12	2,03
14	2,10
16	2,16
18	2,20
20	2,24
22	2,28

Fonte: Thofehrn (2008)

Após as etapas de homogeneização e saneamento da amostra, é necessário construir o intervalo de confiança, para o qual pode-se afirmar com determinada probabilidade que o valor calculado se encontra nele contido. Para a construção do intervalo de confiança de 80%, conforme preconiza a norma técnica, emprega-se a distribuição t de Student, Tabela 2. Definindo-se o valor mínimo, Equação (08) e o valor máximo, Equação (09) (FIKER, 2019)

$$Mínimo = \bar{x}_h - t_{n-1\alpha} \cdot \frac{S_e}{\sqrt{n}} \quad (08)$$

$$Máximo = \bar{x}_h + t_{n-1\alpha} \cdot \frac{S_e}{\sqrt{n}} \quad (09)$$

Mínimo: Valor mínimo do intervalo de confiança.

Máximo: Valor máximo do intervalo de confiança.

n: número de dados da amostra.

S_e : Desvio padrão.

$t_{n-1\alpha}$: Coeficiente retirado da tabela t de Student.

$\bar{x}_h$: Média dos valores homogeneizados.

Tabela 2 – T de Student.

Unicaudal	90%	95%	97,50%
Bicaudal	80%	90%	95%
GL (n - 1)			
1	3,078	6,314	12,710
2	1,886	2,920	4,303
3	1,638	2,353	3,182
4	1,533	2,132	2,776
5	1,476	2,015	2,510
6	1,440	1,943	2,447
7	1,415	1,895	2,365
8	1,397	1,860	2,306
9	1,383	1,833	2,262
10	1,372	1,812	2,228
11	1,363	1,796	2,201
12	1,356	1,782	2,179
13	1,350	1,771	2,160
14	1,345	1,761	2,145
15	1,341	1,753	2,131
10	1,337	1,746	2,120
17	1,333	1,740	2,110
18	1,330	1,734	2,101
19	1,328	1,729	2,093
20	1,325	1,725	2,086
21	1,323	1,721	2,080
22	1,321	1,717	2,074

Fonte: Fiker (2019).

Figueiredo (2018) propõe o estabelecimento de classes de valores unitários, para tomada de decisão do valor a ser adotado, sendo este, chamado de valor estatístico. O valor estatístico após calculado estará necessariamente contido no intervalo de confiança (IC), contudo poderá ser diferente da média. Sugere-se a adoção de três classes, determina-se β através da Equação (10), em seguida calcula-se as classes por meio das Equações (11), (12) e (13).

$$\beta = \frac{Ampl}{3} \quad (10)$$

$$Classe 1 = [L_{inf} ; L_{inf} + \beta] \quad (11)$$

$$Classe 2 = [L_{inf} + \emptyset ; L_{inf} + 2\beta] \quad (12)$$

$$Classe 1 = [L_{inf} + 2\emptyset ; L_{inf} + 3\beta] \quad (13)$$

Estabelecidas as três classes, verifica-se quais e quantos dados homogêneos estão dentro de cada intervalo estabelecido. Cada classe terá o peso correspondente a quantidade de dados que estiverem contidos no seu intervalo. Em seguida obtém-se a soma dos pesos (S_p). Multiplica-se o valor do dado homogêneo pelo respectivo peso da classe, na qual está inserido, posteriormente realiza-se o somatório, determinando assim a soma dos valores ponderados (S_v). A Equação (14) fornece o valor estatístico (ABUNAHAMAN, 2008).

$$V_{estatístico} = \frac{S_v}{S_p} \quad (14)$$

3. APLICAÇÃO PRÁTICA DO MODELO

O modelo adotado para realização da avaliação por meio do tratamento por fatores, baseia-se no modelo apresentado pelo engenheiro Radegaz Nasser Júnior na III Semana de Avaliação de Imóveis da SPU, acrescentando-se a ele, parâmetros pesquisados na bibliografia técnica.

Em janeiro de 2023 foi elaborada pesquisa junto as imobiliárias, na intenção de compor uma amostra de terrenos expostos à venda na cidade do Recife. O município possui uma área relativamente pequena, que aliada à sua geografia, cercada por morros e cursos d'água, concorrem para uma necessidade de verticalização, dada a escassez de terrenos desocupados. Estas características fazem com que a cidade tenha uma pequena oferta de terrenos, principalmente nos bairros centrais.

Inicialmente foram obtidos de 88 dados, sendo apenas 9 deles situados na 1ª região político administrativa, que corresponde ao centro antigo da capital pernambucana, local onde está situado o imóvel avaliando. A amostra utilizada neste trabalho, é composta por estes 9 dados. No modelo foram definidas cinco variáveis independentes, explicadas abaixo.

- Área de Terreno - variável do tipo quantitativa, medida em metros quadrados, que representa a área de terreno do imóvel.

- Renda V05 - variável do tipo proxy, medida em R\$/mês, que representa o valor do rendimento nominal médio mensal das pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes (com e sem rendimento) para aquele setor censitário.

- PVG Prefeitura - variável do tipo proxy, medida em R\$/m, representa o valor genérico, por trecho de logradouro, da planta de valores genéricos da Prefeitura do Recife.

- Frente – variável do tipo quantitativa, medida em metros quadrados, que a representa a dimensão da frente do lote.

O lote avaliando tem uma área de 1.136,75 m², está situado na 1ª região político administrativa do Recife, a renda do setor censitário corresponde a R\$ 2.601,91/mês, o valor genérico para o trecho de logradouro da planta de valores genéricos do município correspondente é igual a R\$ 25.721,00/m e o imóvel possui uma frente de 22,50 m. A Tabela 4, representa os nove dados pesquisados que formam a amostra e suas respectivas características, bem como, os parâmetros do imóvel avaliando.

Tabela 4 - Relaciona os dados e o imóvel avaliando com cada uma das variáveis.

Dado	Área (m ²)	Renda V0(R\$/mês)	PVG (R\$/m)	Frente (m)	V. Unit. (R\$/m ²)
1	7.200,00	4.148,53	20.306,05	40,00	2.777,78
2	576,00	3.459,42	20.306,05	20,40	2.343,75
3	3.300,00	1.572,61	14.891,33	33,45	4.242,42
4	1.769,00	388,72	6.844,06	61,00	4.239,68
5	1.296,00	2.599,00	14.891,33	40,00	2.700,62
6	11.746,00	448,98	107,29	12,00	936,49
7	410,00	1.881,12	6.844,06	12,00	1.743,90
8	2.500,00	1.598,61	4.643,97	37,00	1.680,00
9	4.784,00	1.004,85	5.377,43	81,90	3.135,45
Avaliando	1.136,75	2.601,91	25.721,00	22,50	

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Inicialmente realizou-se regressão linear simples, entre a variável independente área e variável dependente valor unitário, através da planilha eletrônica Excel. Obteve-se a equação de regressão linear simples, nela calculou-se o valor unitário para o imóvel avaliando. Os fatores foram calculados dividindo-se o valor unitário para o imóvel avaliando pelo valor unitário previsto para cada dado da amostra, Tabela 5.

Tabela 5 – Fatores calculados.

Dado	V. Unit.	Fa	Fr	Fp	Ff
1	2.777,78	1,2793	1,0329	1,0952	0,8053
2	2.343,75	0,9802	1,0180	1,0952	1,0299
3	4.242,42	1,0845	0,9792	1,2105	0,8686
4	4.239,68	1,0233	0,9564	1,4350	0,6528
5	2.700,62	1,0058	0,9999	1,2105	0,8053
6	936,49	1,6182	0,9575	1,6987	1,1697
7	1.743,90	0,9745	0,9854	1,4350	1,1697
8	1.680,00	1,0516	0,9798	1,5116	0,8331
9	3.135,45	1,1512	0,9682	1,4852	0,5492
X_{médio}	2.657,79				
S	1.060,66				
CV	39,91%				

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Dessa forma, teve-se como resultado nove fatores área (F_a) para a variável independente área. Este procedimento foi repetido para todas as variáveis independentes. Como resultado determinou-se o fator área (F_a), o fator renda (F_r), o fator PVG (F_p) e o fator frente (F_f). Calculou-se a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação.

Ressalta-se que conforme exigência da ABNT NBR 14.653-2(2011), o intervalo admissível de ajuste para o conjunto de fatores é de 0,40 a 2,50 para grau I de fundamentação, de 0,50 a 2,00 para grau II de fundamentação e de 0,8 a 1,25 para

grau III de fundamentação. Neste contexto, os conjuntos de fatores calculados está compreendido entre o intervalo de 0,50 a 2,00, os cálculos apresentados são compatíveis com o preconizado pela norma.

O próximo passo corresponde a etapa a homogeneização, tendo sido aplicados os processos multiplicativo e aditivo, no intuito de determinar qual dos dois é o mais indicado, conforme Tabela 6.

Tabela 6 – Resultado do processo de homogeneização.

Dado	V. Unit.	Fa	Fr	Fp	Ff	VHm	Vha	
1	2.777,78	1,2793	1,0329	1,0952	0,8053	3.237,37	3.368,73	
2	2.343,75	0,9802	1,0180	1,0952	1,0299	2.637,91	2.632,73	
3	4.242,42	1,0845	0,9792	1,2105	0,8686	4.737,04	4.848,32	
4	4.239,68	1,0233	0,9564	1,4350	0,6528	3.886,67	4.525,61	
5	2.700,62	1,0058	0,9999	1,2105	0,8053	2.647,59	2.758,68	
6	936,49	1,6182	0,9575	1,6987	1,1697	2.883,27	2.288,91	
7	1.743,90	0,9745	0,9854	1,4350	1,1697	2.810,73	2.728,40	
8	1.680,00	1,0516	0,9798	1,5116	0,8331	2.179,81	2.311,81	
9	3.135,45	1,1512	0,9682	1,4852	0,5492	2.850,53	3.617,52	
X _{médio}	2.657,79					X _{médio}	3.096,77	3.231,19
S	1.060,66					S	772,61	937,16
CV	39,91%					CV	24,95%	29,00%

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Utilizando-se o VHm, obteve-se uma média igual a R\$ 3.096,77/m², um desvio padrão igual 772,61 e um coeficiente de variação igual a 24,95%. Já considerando o VHa obteve-se uma média igual a R\$ 3.231,19/m², um desvio padrão igual 937,16 e um coeficiente de variação igual a 29%.

Embora o VHm tenha apresentado um menor coeficiente de variação, faz-se necessário aplicar o coeficiente de homogeneidade dos modelos de homogeneização por fatores, conforme Tabela 7.

Tabela 7 – Cálculo do Coeficiente de Homogeneização (CH).

Dado	V. Unit.	Fa	Fr	Fp	Ff	VHm	Vha	
1	2.777,78	1,2793	1,0329	1,0952	0,8053	3.237,37	3.368,73	
2	2.343,75	0,9802	1,0180	1,0952	1,0299	2.637,91	2.632,73	
3	4.242,42	1,0845	0,9792	1,2105	0,8686	4.737,04	4.848,32	
4	4.239,68	1,0233	0,9564	1,4350	0,6528	3.886,67	4.525,61	
5	2.700,62	1,0058	0,9999	1,2105	0,8053	2.647,59	2.758,68	
6	936,49	1,6182	0,9575	1,6987	1,1697	2.883,27	2.288,91	
7	1.743,90	0,9745	0,9854	1,4350	1,1697	2.810,73	2.728,40	
8	1.680,00	1,0516	0,9798	1,5116	0,8331	2.179,81	2.311,81	
9	3.135,45	1,1512	0,9682	1,4852	0,5492	2.850,53	3.617,52	
X _{médio}	2.657,79					X _{médio}	3.096,77	3.231,19
S	1.060,66					S	772,61	937,16
CV	39.91%					CV	24.95%	29.00%

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Sabendo-se que quanto mais próximo da unidade estiver o CH, melhor será a homogeneização, sendo assim o valor homogeneizado multiplicativo (VHm) é o mais indicado a ser adotado.

Em seguida, passou-se a etapa de saneamento amostral. No saneamento da amostra foi adotado o Critério de Chauvenet, sendo o p_{crit} obtido através da Tabela 1, para um número de elementos igual a 9. Resultando em um limite inferior igual a R\$ 1.431,84/m² e um limite superior igual a R\$ 5.030,54/m². Diante destes resultados, nenhum dos dados ficou fora do intervalo estabelecido, não sendo necessária eliminação.

$$L_{inferior} = 1.431,84$$

$$L_{superior} = 5.030,54$$

O Cálculo do Intervalo de confiança foi elaborado seguindo os seguintes parâmetros estabelecidos.

$$L_{inferior} = 3.231,19 - 1,40 \cdot \frac{937,16}{\sqrt{9}}$$

$$L_{superior} = 3.231,19 + 1,40 \cdot \frac{937,16}{\sqrt{9}}$$

$$L_{inferior} = 2.793,85$$

$$L_{superior} = 3.668,53$$

O cálculo das classes de valores unitários foi realizado através da divisão da amplitude do intervalo de confiança, por três, que é o número de classes. Definidos os intervalos das três classes, passou-se a identificar o número de dados que pertence a cada classe, calculados abaixo.

$$\emptyset = \frac{Ampl}{3} = 291,56$$

$$Classe 1 = [2.793,85 ; 3.085,41] \rightarrow peso = 1$$

$$Classe 2 = [3.085,41 ; 3.376,97] \rightarrow peso = 1$$

$$Classe\ 3 = [3.376,97 ; 3.668,53] \rightarrow peso = 0$$

$$V_{estatístico} = \frac{3.368,73 \cdot 1 + 3.368,73 \cdot 1}{2} = 3.493,12$$

O valor estatístico calculado foi igual a R\$ 3.493,12/m² enquanto que o valor médio saneado foi igual R\$ 3.231,19/m². Alguns autores sugerem a adoção do valor estatístico, como valor adotado para o imóvel avaliando.

O grau de fundamentação calculado através da Tabela 8, é igual a II.

Tabela 8 – Determinação do grau de fundamentação no caso de tratamento por fatores.

Item	Descrição	Grau			8 pontos
		III	II	I	
1	Caracterização do imóvel avaliando	Completa quanto a todos os fatores analisados	Completa quanto aos fatores utilizados no tratamento	Adoção de situação paradigma	2
2	Quantidade mínima de dados de mercado efetivamente utilizados	12	5	3	2
3	Identificação dos dados de mercado	Apresentação de informações relativas a todas as características dos dados analisados com fotos e características observadas pelo autor	Apresentação de informações relativas a todas as características dos dados analisados	Apresentação de informações relativas a todas as características dos dados correspondentes aos fatores utilizados	2
4	Intervalo admissível de ajuste para o conjunto de fatores	0,80 a 1,25	0,50 a 2,00	0,40 a 2,50	2

Fonte: ABNT NBR 14653-2 (2011).

O grau de precisão do modelo, obteve grau III e o intervalo de confiança de 80% em torno da estimativa de tendência central estão representados na Tabela 9.

Tabela 9 – Intervalo de confiança e grau de precisão

Valor mínimo	R\$ 2.793,85/m ²
Valor médio	R\$ 3.231,19/m ²
Valor máximo	R\$ 3.668,53/m ²
Amplitude do intervalo de confiança de 80% em torno da estimativa de tendência central	27,07% ≤ 30% - grau III

Fonte: Elaborado pelo Autor.

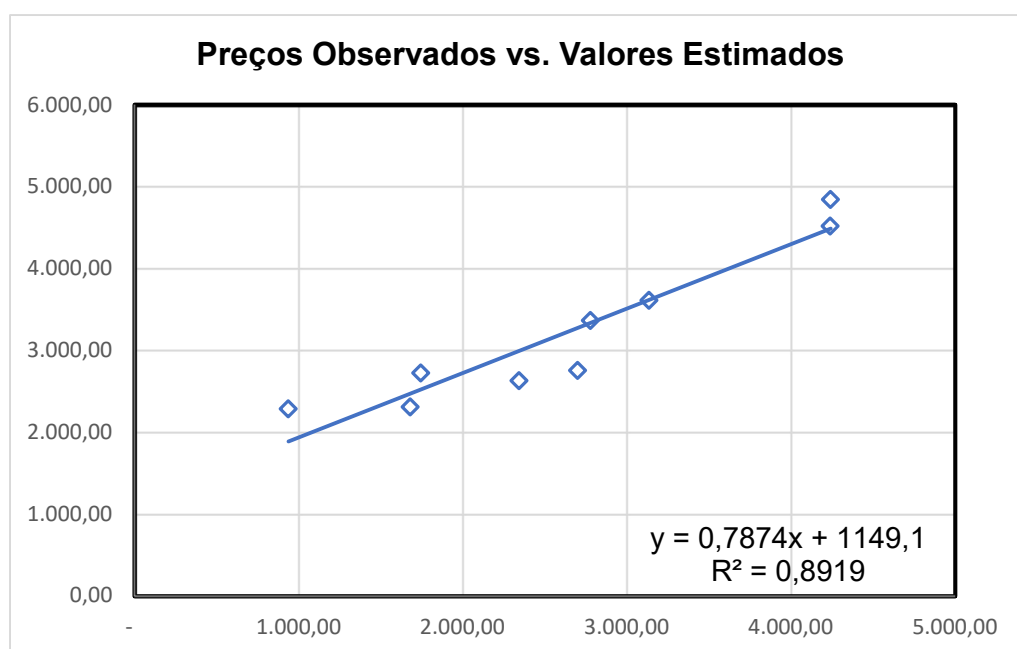
Na Tabela 10 e no Gráfico 1 estão indicados os preços observados e os valores estimados obtidos através do modelo. O coeficiente de determinação para o modelo foi igual a 0,8919.

Tabela 10 – Preços Observados e Valores Estimados.

Preços Observados (R\$/m²)	Valores Estimados (R\$/m²)
2.777,78	3.368,73
2.343,75	2.632,73
4.242,42	4.848,32
4.239,68	4.525,61
2.700,62	2.758,68
936,49	2.288,91
1.743,90	2.728,40
1.680,00	2.311,81
3.135,45	3.617,52

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Gráfico 1 – Preços observados vs. Valores estimados.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

O imóvel avaliando foi objeto de laudo de avaliação, este elaborado através do tratamento científico, pela aplicação da inferência estatística. Utilizou-se um modelo com 66 dados e cinco variáveis independentes. As variáveis independentes não são comuns para os dois modelos, qualquer tipo de comparação entre ambos, se possível, deve ser realizada com parcimônia. Em caráter ilustrativo, a Tabela 11, apresenta os intervalos de valores admissíveis e o valor final adotado.

Tabela 11 – Intervalo de valores admissíveis.

	Tratamento por fatores	Tratamento científico
Valor mínimo (R\$/m²)	2.794,00	3.346,00
Valor médio (R\$/m²)	3.231,00	3.965,00
Valor máximo (R\$/m²)	3.669,00	4.699,00
Valor adotado	3.493,12	3.965,00

Fonte: Elaborado pelo Autor.

5. CONCLUSÃO

Partindo-se de uma pesquisa com lotes expostos à venda, realizada em janeiro de 2023, na cidade do Recife, buscou-se determinar o valor unitário de um determinado imóvel avaliando. A pesquisa abrangia toda a área da cidade. Considerando que o imóvel avaliando estava inserido dentro da 1ª região político administrativa, restringiu-se a amostra a 9 dados, todos contidos nesta região.

A média aritmética dos dados sem a homogeneização correspondia a R\$ 2.664,46/m², o desvio padrão era igual a 1.124,11, o coeficiente de variação era igual 42,51% e a amplitude do intervalo correspondia a R\$ 3.305,54/m². A análise conjunta

destes parâmetros apontou para a necessidade de um processo de homogeneização dos dados.

Na homogeneização utilizou-se dois processos: o multiplicativo e o aditivo. No processo aditivo calculou-se a média aritmética igual a R\$ 3.231,19/m², o desvio padrão igual a 937,16 e o coeficiente de variação igual a 29%. Para o processo multiplicativo obteve-se a média aritmética igual a R\$ 3.096,77/m², o desvio padrão igual a 772,91 e o coeficiente de variação igual 24,95%.

Diante destes resultados era possível concluir que a homogeneização, quer pelo processo multiplicativo, quer pelo processo aditivo, concorreu para tornar os dados mais homogêneos. Coube, apenas, definir qual dos dois processos seria o mais adequado a ser adotado. Inicialmente o processo multiplicativo mostrou-se mais vantajoso ante o aditivo, por apresentar um coeficiente de variação menor.

A determinação do coeficiente de homogeneização (CH), modificou o entendimento inicial, uma vez que o processo aditivo atingiu um CH = 90,25%, ante um CH = 86,60% do processo multiplicativo, sendo adotado o primeiro. No saneamento amostral, utilizou-se o Critério de Chauvenet, que não apontou a necessidade de retirada de dados.

Considerando o sucesso obtido na homogeneização e no saneamento amostral, determinou-se o intervalo de confiança. Calculou-se ainda o valor estatístico, critério utilizado por diversos autores para definição do valor adotado, quando do tratamento por fatores.

Apurou-se o grau II de fundamentação e o grau III de precisão conforme a ABNT NBR 14.653-2 (2011). O coeficiente de determinação calculado foi igual 0,8919, obtido através do gráfico preços observados versus valores estimados.

O imóvel avaliando foi objeto de laudo de avaliação, elaborado através de tratamento científico, pela aplicação da inferência estatística. As condições de contorno eram diferentes, inviabilizando a comparação entre ambos os trabalhos avaliatórios. Contudo, analisando-se apenas do ponto de vista do resultado, percebe-se alguma convergência.

O profissional avaliador quando instado a realizar trabalho avaliatório em situações de escassez de dados amostrais, onde não for possível a utilização do tratamento científico, tem a possibilidade de analisar a aplicabilidade do modelo apresentado, respeitadas as suas limitações e de acordo com a finalidade para qual se destina o trabalho técnico.

O presente trabalho espera fomentar debates técnicos, no sentido de que se busque alternativas, dentro dos normativos vigentes, para problemas práticos enfrentados por profissionais que militam na área de Engenharia de Avaliações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABUNAHAMAN, S. A. **Curso básico de engenharia legal e de avaliações**. 4^o edição. Ed. Pini, São Paulo, 2008.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR – 14.653-2** Avaliação de bens: imóveis urbanos. Rio de Janeiro, 2011.

CAPPELLANO, L. H. **Diferença entre resultados de dois laudos de avaliação: procedimento técnico para aceitação**. XVII Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações, Florianópolis, 2013.

DANTAS, R. A. **Engenharia de avaliações – uma introdução à metodologia científica**. 2ª Edição, Ed. PINI, São Paulo, 2005.

FIGUEIREDO, R. **Manual de avaliação imobiliária**. 7ª Edição, Ed. Valor M2, LDA, Lisboa, 2018.

NASSER JÚNIOR, R. **Avaliação de bens – princípios básicos e aplicações**. 3ª Edição, Ed. Leud, São Paulo, 2019.

MOLINA, M. G. A.; ARANTES, C. A. **Manual de avaliação de bens imóveis**. 1ª Edição, Ed. Leud, São Paulo, 2017.

BRASIL. Secretaria do Patrimônio da União. **Manual de avaliação de imóveis do patrimônio da União**. Brasília, 2018.

FIKER, J. **Manual de avaliações e perícias em imóveis urbanos**. 5ª edição, Ed. Oficina de Textos, São Paulo, 2019.

THOFERN, R. **Avaliação de terrenos urbanos por fórmulas matemáticas**. 1º Edição, Ed. PINI, São Paulo, 2008.