

## ANÁLISE DO VALOR DE UM IMÓVEL PÚBLICO URBANO NA ZONA NORTE DE NATAL, ATRAVÉS DO MÉTODO DE REGRESSÃO LINEAR

Jeniffer Hellen Santos de Aquino<sup>1</sup>  
Ysabela Crystina da Silva Cruz Farias<sup>2</sup>  
Hugo Mozer Barros Eustáquio<sup>3</sup>

**Resumo:** O estudo apresentado trata de um método de análise para avaliação de imóveis, pelo método da regressão linear. Com a necessidade de resultados confiáveis, este trabalho segue critérios da Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) **14653 (2011)** e apresenta uma equação de regressão linear utilizando variáveis dependentes e independentes. O objeto principal de estudo foi uma Escola Estadual localizada na Zona Norte de Natal, no estado do Rio Grande do Norte, no qual, foi feita uma análise comparativa com relação a precisão de resultados com a pesquisa realizada com 7 (sete) e 14 (quatorze) amostras de imóveis com características semelhantes. Através dos testes e análises dos resultados foi possível obter o Grau de Fundamentação do imóvel e determinar se está de acordo com a Norma. Assim, com a utilização do método empregado, foi possível determinar o valor de mercado do imóvel, através da determinação do valor do terreno e do valor das benfeitorias.

**Palavras-chave:** Avaliação de imóveis. Regressão linear. Método comparativo direto.

**Abstract:** The study presented deals with an analysis method for real estate evaluation, by the linear regression method. With the need for reliable results, this work follows the criteria of the Brazilian Regulatory Standard (NBR) **14653 (2011)** and presents a linear regression equation using dependent and independent variables. The main object of study was a State School located in the Northern Zone of Natal, in the state of Rio Grande do Norte, in which a comparative analysis was made in relation to the accuracy of results with the research conducted with 7 (seven) and 14 (fourteen) samples of properties with similar characteristics. Through the tests and analysis of the results it was possible to obtain the Degree of Reasoning of the property and determine if it is in accordance with the Standard. Thus, with the use of the method employed, it was possible to determine the market value of the property, by determining the value of the land and the value of the improvements.

**Keywords:** Real estate valuation. Linear regression. Direct comparative method.

---

<sup>1</sup>Graduanda em Engenharia Civil. Centro Universitário UNIFACEX. E-mail: aquino.jeni@gmail.com

<sup>2</sup>Graduanda em Engenharia Civil. Centro Universitário UNIFACEX. E-mail: ysabelacristina@hotmail.com

<sup>3</sup>Doutor. Professor do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário UNIFACEX. E-mail: hugoeustaquio@unifacex.edu.br

## 1 INTRODUÇÃO

A Engenharia de Avaliações é um ramo especializado em utilizar informações técnico-científicas para a obtenção do valor de mercado de um bem, seguindo padronizações, métodos e estatísticas, de acordo com a Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) **14653 (2011)** da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a qual está dividida em sete partes. Dessa maneira, é de grande importância a realização de um laudo de avaliação de um imóvel, uma vez que oferece uma visão holística acerca do bem avaliado em diversas situações. Melo (2018) destaca que a importância do laudo de avaliação se dá por meio de motivos como a desapropriação com o pagamento de uma indenização, ações judiciais como no caso de divisão de herança, processos que envolvem separação matrimonial, para o serviço público tomar conhecimento do seu patrimônio, para um financiamento e ainda para colaborar na determinação do valor do bem num ato de negociação de compra e venda.

De acordo com o XVII Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias (COBREAP, 2013), conforme citado por Nadalini e Carvalho (2017), a Engenharia de Avaliações teve seus primeiros trabalhos divulgados no ano de 1918, através de artigos publicados nos Boletins do Instituto de Engenharia da Revista Politécnica e da Revista Engenharia Mackenzie, além dos boletins de Engenharia da Revista do Arquivo Municipal e da Revista Engenharia Municipal de São Paulo.

Ainda, de acordo com Nadalini e Carvalho (2017), o engenheiro Luís Carlos Berrini foi um dos pioneiros da Engenharia de Avaliações no Brasil, formou-se pela Escola de Engenharia da Universidade Mackenzie, no ano de 1904, e estudou também nos Estados Unidos em 1907, este trouxe ao Brasil conteúdos já utilizados no país desde o século XIX. Berrini também escreveu a primeira obra sobre o assunto, com o título “Avaliações de Imóveis”.

Segundo a Coletânea de artigos de Avaliação de Imóveis Caixa (2018), o primeiro documento sobre avaliação na Caixa Econômica Federal noticiado, foi a Norma elaborada pelo engenheiro do Departamento de Engenharia de São Paulo. A Norma foi encaminhada no dia 19 de agosto de 1952 para o Sr. Presidente da Caixa Econômica Federal de São Paulo e para o Diretor Superintendente do Departamento de

Engenharia. A Norma tinha como finalidade dar maior padronização na elaboração dos Laudos de Avaliação e torná-los mais completos.

Sendo assim, devido os motivos de ser importante avaliar um imóvel e seguir as padronizações da NBR **14653 (2011)**, esse artigo possui o objetivo de fazer uma análise quantitativa e comparativa com sete e com quatorze amostras de imóveis públicos urbanos para avaliar o imóvel escolhido, Escola Estadual Professor Varela Barca, situado na Zona Norte de Natal. Será utilizado o método de regressão linear, sendo sabido que, poucas pesquisas expõem numericamente o ganho de precisão ao comparar essa quantidade de amostras.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

A Avaliação de Imóveis possui a obtenção de regular o preço dos imóveis. Nesse contexto, é importante observar a diferença entre os significados de preço e valor de mercado. Pois, o preço é a quantia paga pelo imóvel. Já a concorrência de mercado e a lei da oferta e procura são utilizadas como referência para se obter o valor de mercado (NUNES; NETO; FREITAS, 2019).

É fundamental que o laudo de avaliação seja claro e objetivo. Sendo assim, Braulio (2005) em seu trabalho afirma que com a comparação de amostras ao entorno do imóvel avaliado, através de resultados estatísticos e de acordo com o método escolhido de avaliação, é possível alcançar um valor próximo do preço de uma negociação. Além disso, leva-se em consideração fatores como o local e as características físicas do imóvel.

A NBR 14653-2 (2011), recomenda que um engenheiro de avaliações, ao ser contratado, adote um método avaliatório e esclareça aspectos essenciais para adoção, além de definir níveis de fundamentação e precisão que se pretende atingir. Também de acordo com a Norma, precisa-se definir a finalidade da avaliação (locação, aquisição, doação, alienação e outros), o objetivo (valor de mercado de compra e venda ou de locação, valor em risco, valor patrimonial e outros), o prazo limite de apresentação do laudo e as condições a serem atualizadas, em casos de laudos de uso restrito.

De acordo com a NBR 14653-1 (2001), o engenheiro de avaliações deve solicitar ao contratante a documentação relativa ao bem, necessária para realização do

trabalho. É recomendado que a primeira providência tomada pelo engenheiro, para iniciar o procedimento de avaliação, seja tomar conhecimento da documentação.

A vistoria realizada pelo engenheiro, é de fundamental importância, através dela pode-se conhecer as características do bem avaliado e seu segmento de mercado. Além disso, registrar as características físicas e de utilização do bem, durante as vistorias, é um aspecto relevante para formação do valor.

Durante a coleta de dados a NBR 14653-1 (2001), recomenda buscar a maior quantidade de dados de mercado possível, que tenham atributos comparáveis com o bem avaliado (Aspectos Quantitativos). Também recomenda que durante a coleta de dados, os bens sejam mais semelhantes o possível, que as fontes de informações sejam diversificadas, para que as informações sejam cruzadas e aumente a confiabilidade, que sejam identificadas e descritas características relevantes dos dados de mercado coletados, e que os dados de mercado sejam preferencialmente atuais (Aspectos Qualitativos).

Dessa maneira, a NBR 14653-1 (2001) estabelece quatro métodos para identificar o valor de um bem, sendo utilizado nesta pesquisa o método Comparativo Direto de Dados de Mercado, através de regressão linear simples. Assim, de acordo com Queiroz (2020), esse modelo matemático expõe como uma variável se comporta através de outra variável.

No Método Comparativo Direto de Dados de Mercado, com o uso de regressão linear, as avaliações de imóveis urbanos são especificadas conforme a precisão dos dados de mercado, do modelo adotado e da estimativa de valor. Além disso, o engenheiro avaliador leva em consideração o seu conhecimento a respeito do mercado, tendo em vista a utilização de amostras com características semelhantes.

Nos estudos realizados por Dodt (2016), no qual é utilizado o método comparativo direto em 14 (quatorze) amostras, é possível visualizar a importância do critério de *Chauvenet*, método adotado para identificar se as amostras seguem padrões semelhantes e considerá-las como errôneas ou não. Através do método de *Chauvenet* a autora utilizou a dedução do critério para retirar uma das amostras coletadas. Dessa forma, pode-se observar o quanto é essencial que as características dos imóveis sejam semelhantes, e que a pesquisa realizada seja feita de forma criteriosa.

## 2.1 VARIÁVEIS DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR

O conjunto mais utilizado de métodos e procedimentos para estudar o comportamento de uma variável em relação a outras, que tratam sobre oscilações de preços, é o de regressão linear. De acordo com Nadalini e Carvalho (2017), a análise de regressão é um dos ramos da estatística mais utilizados. O modelo utilizado é apropriado quando se deseja ver o comportamento de uma variável dependente em relação a variáveis independentes.

A variável dependente é representada pelo valor unitário ou valor total do imóvel e as variáveis independentes são as características resultantes dos aspectos físicos, econômicos e de localização. De acordo com a NBR 14653-2 (2011), as variáveis dependentes referem-se ao valor do imóvel avaliado, levando em consideração o valor de mercado. Por definição, a NBR 14653-2 (2011) afirma que as variáveis independentes são as que estão relacionadas com as características físicas (como a área), econômicas (a condição de pagamento) e de localização (como o bairro). Assim, é fundamental que estas variáveis sejam escolhidas por meio de conhecimentos prévios, pelo senso comum e com hipóteses que já existem. Além disso, segundo Nadalini e Carvalho (2017), as variáveis independentes podem ser representadas na forma qualitativa (padrão construtivo, conservação, orientação solar, entre outros) e quantitativa (área privativa, área do terreno, números de quartos, por exemplo).

## 2.2 GRAUS DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR

O grau de fundamentação é o estudo do processo de avaliação, uma vez que afirma o nível de confiança, qualidade, e quantidade dos dados amostrais que estão disponíveis (ABNT, 2001). A qualidade e confiança do método escolhido, também tem a ver com o grau de precisão. Segundo a NBR 14653-1 (2001), esse grau permite verificar o erro que se pode tolerar num laudo de avaliação. Sendo que este, dependente da natureza do imóvel, do propósito da avaliação, da situação do mercado, da amplitude alcançada na coleta de dados (quantidade, qualidade e natureza), da metodologia, assim como das ferramentas utilizadas.

## 2.3 ANÁLISES DAS HIPÓTESES DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR

**Carpe Diem: Revista Cultural e Científica do UNIFACEX. v. 20, n. 01,2022. ISSN: 2237 –8685. Paper avaliado pelo sistema blindreview, recebido em 15 de Agosto de 2021; aprovado em 24 de Janeiro de 2022.**

A NBR 14653-2 (2011) explica a necessidade de realizar a verificação de pressupostos básicos ao utilizar o modelo de regressão linear, para que se obtenha avaliações mais precisas, eficientes e coerentes, tais como a linearidade, normalidade, homocedasticidade, verificação da autocorrelação, colinearidade ou multicolinearidade, pontos influenciadores ou *outliers*, testes de significância, poder de explicação, campo de arbítrio e códigos alocados.

### **2.3.1 Linearidade**

Inicialmente, deve ser verificado o comportamento do gráfico da variável dependente em relação a cada variável independente, para que o avaliador consiga se orientar para qual transformação linearizada adotar, uma vez que esta deve demonstrar o comportamento de mercado satisfatório. Assim, após realização das transformações lineares, é importante examinar a linearidade do modelo, com a construção de gráficos que tenham os valores para a variável dependente *versus* cada variável independente e com as suas devidas transformações (NBR 15653-2, 2011).

### **2.3.2 Normalidade**

Existem várias maneiras de analisar a normalidade, de acordo com a NBR 14653-2 (2011), mas os métodos que foram usados neste trabalho e que se destacam por serem os mais utilizados foram pela análise do gráfico de resíduos padronizados *versus* valores ajustados, que deve apresentar pontos dispostos aleatoriamente, com a grande maioria situados no intervalo  $[-2;+2]$  e o da comparação da frequência relativa dos resíduos amostrais padronizados, nos intervalos de  $-1;+1$ ,  $-1,64;+1,64$  e  $-1,96;+1,96$ , com as probabilidades da distribuição normal padrão nos mesmos intervalos, ou seja, 68%, 90% e 95%;

### **2.3.3 Homocedasticidade**

Segundo a NBR 14653-2 (2011), a análise da homocedasticidade pode ser realizada de algumas maneiras, sendo o método escolhido neste trabalho a análise gráfica dos resíduos *versus* valores ajustados, que devem apresentar pontos alocados aleatoriamente, sem nenhum padrão definido.

### **2.3.4 Verificação da autocorrelação**

A NBR 14653-2 (2011) recomenda que, para averiguar a autocorrelação primeiramente deve-se dispor os elementos amostrais em relação a cada uma das variáveis independentes possivelmente causadoras do problema ou em relação aos valores ajustados. Assim, deve ser feita:

- a) pela análise do gráfico dos resíduos cotejados com os valores ajustados, que deve apresentar pontos dispersos aleatoriamente, sem nenhum padrão definido;
- b) pelo Teste de Durbin-Watson, considerando a disposição dos elementos amostrais anteriormente citada.

### **2.3.5 Colinearidade ou multicolinearidade**

De acordo com a NBR 14653-2 (2011), quando existe uma grande dependência linear entre duas ou mais variáveis independentes, ocorre uma adulteração no modelo linear e isso torna sua utilização limitada. Pois, as variâncias das estimativas dos parâmetros utilizados podem ser grandes, fazendo com que a hipótese seja nula e ocorra a eliminação de variáveis fundamentais.

Sendo assim, a Norma ressalva que, primeiramente para examinar a multicolinearidade, deve-se observar a matriz das correlações, que espelha as dependências lineares de primeira ordem entre as variáveis independentes, com uma atenção maior para resultados superiores a 0,80. Como também é possível ocorrer multicolinearidade, mesmo quando a matriz de correlação apresenta coeficientes de valor baixo, recomenda-se, também, verificar o correlacionamento de cada variável com subconjuntos de outras variáveis independentes, por meio de regressões auxiliares.

A Norma ainda diz que, para os dados que possuem multicolinearidade, é fundamental tomar medidas que corrijam o modelo, como ampliar a amostra ou adotar técnicas mais avançadas. Além disso, se o imóvel avaliado segue os padrões do modelo e uma estimativa pontual, a multicolinearidade pode ser desprezada.

### **2.3.6 Pontos influenciadores ou *outliers***

De acordo com a NBR 14653-2 (2011), a existência desses pontos influenciadores é excepcional e pode ser analisada pelo gráfico dos resíduos *versus* cada variável independente, como também em relação aos valores ajustados, ou ainda usando técnicas estatísticas mais avançadas, como a estatística de Cook para detectar pontos influenciadores.

### **2.3.7 Testes de significância**

Em conformidade com a NBR 14653-2 (2011), a significância individual dos parâmetros das variáveis do modelo deve ser submetida ao teste t de Student, de acordo com as hipóteses estabelecidas do modelo. Sendo assim, a hipótese nula do modelo deve ser submetida ao teste F de Snedecor e rejeitada ao nível máximo de significância de 1%. Já a significância de subconjuntos de parâmetros, quando pertinente, pode ser testada pela análise da variância particionada, com a utilização do teste da razão de verossimilhança. Por fim, os níveis de significância utilizados nos testes citados serão compatíveis com a especificação da avaliação.

### **2.3.8 Poder de explicação**

Levando-se em consideração o que diz a NBR 14653-2 (2011), em uma mesma amostra, a explicação do modelo pode ser conferida através do seu coeficiente de determinação, uma vez que este coeficiente cresce quando há o aumento do número de variáveis independentes. Além disso, não leva em conta o número de graus de liberdade perdidos a cada parâmetro estimado, sendo recomendável considerar também o coeficiente de determinação ajustado.

### **2.3.9 Campo de arbítrio e códigos alocados**

Conforme a NBR 14653-2 (2011), o campo de arbítrio refere-se à semi-amplitude de 15% em torno da estimativa pontual adotada. Mas caso não seja



adotada a estimativa pontual, o engenheiro de avaliações deve fazer uma justificativa da sua escolha.

A Norma ainda fala sobre a existência de códigos alocados e recomenda considerar tantas variáveis dicotômicas quantas forem necessárias para descrever as diferenças qualitativas, em lugar da utilização de códigos alocados, especialmente quando a quantidade de dados é abundante e pode-se preservar os graus de liberdade necessários à modelagem estatística, definidos nesta Norma.

Dessa maneira, o uso de códigos alocados é permitido nos seguintes casos e na seguinte ordem de prioridade:

- a) quando seus valores são extraídos da amostra com a utilização de variáveis dicotômicas;
- b) quando são utilizados números naturais em ordem crescente das características possíveis, com valor inicial igual a 1, sem a utilização de transformações, ou seja, na escala original.

### 3 METODOLOGIA

Este estudo tem como finalidade analisar a precisão de resultados na avaliação de imóveis, de acordo com a quantidade e a qualidade de amostras utilizadas. O método utilizado para a comparação dos resultados foi o método comparativo direto de dados de mercado e a metodologia utilizada foi a regressão linear. O imóvel de estudo é a Escola Estadual Professor Varela Barca, localizada na zona urbana de Natal. Para tanto, no total utilizaram-se 14 (quatorze) amostras do Cadastro Imobiliário, que possuem um método similar de avaliação utilizado neste estudo, fornecidos pela Superintendência de Patrimônio (SUPAT) da Secretaria de Estado da Administração (SEAD), do Estado do Rio Grande do Norte (RN).

#### 3.1 ENTREVISTA COM PROFISSIONAIS DA ÁREA

Para nível de conhecimento geral e experiência de mercado, foram realizadas entrevistas (ANEXO A) com engenheiros especialistas **Engenheiro 1 e Engenheiro 2**, os quais possuem vasta experiência no ramo de avaliação de imóveis.

### 3.2 LAUDO DE AVALIAÇÕES

Para a elaboração do Laudo de Avaliações, devem ser seguidos os preceitos da NBR 14653-2 (2011). O laudo apresentado deve conter os seguintes tópicos:

- a) Identificação do solicitante;
- b) Finalidade do laudo;
- c) Objetivo da avaliação;
- d) Pressupostos, ressalvas e fatores limitantes;
- e) Identificação e caracterização do imóvel avaliando;
- f) Diagnóstico do mercado;
- g) Indicação do método e procedimento utilizado;
- h) Especificação da avaliação;
- i) Características da análise;
- j) Resultados obtidos.

Foram utilizadas as seguintes variáveis para fatores de cálculos: área e valor final de mercado dos imóveis. Para a escolha das variáveis, foram considerados critérios determinantes para a constituição de preço ao se analisar um imóvel. Já para a realização dos cálculos da regressão linear foi utilizado o software Excel.

### 3.3 COLETA DE DADOS AMOSTRAIS

A coleta de amostras foi realizada primeiramente através de buscas no software QGis. Posteriormente, foi verificado no sistema cada laudo de avaliação disponibilizado, com o fim de obter informações como valor de área da benfeitoria e valor de área do terreno, para obtenção do valor final de mercado do imóvel avaliado.

A partir dos dados de área e valor do imóvel, coletados nos laudos de avaliações das amostras escolhidas, realizou-se os cálculos através de planilhas do programa Excel. No Excel foram gerados planilhas e gráficos que complementam as informações de valores necessários para os processos investigativos do valor final de mercado.

## 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os cálculos para obtenção do valor final de mercado do imóvel avaliando Escola Estadual Professor Varela Barca, foram feitos primeiramente com os dados de sete amostras, no programa Excel, tendo em vista o valor de mercado do terreno e depois da benfeitoria (área construída total). Posteriormente, foi realizado o mesmo procedimento, mas com o aumento da quantidade de amostras, que passou a ser quatorze.

Através de ferramentas de análises (suplementos do programa Excel), foi possível gerar resultados que foram comparados com a NBR 14653-2 (2011), pelo método de regressão linear. Com isto, após feita a avaliação do valor de mercado do terreno e da benfeitoria, somou-se o valor deles para chegar no valor final de mercado do imóvel em avaliação citado.

Inicialmente, o cálculo foi feito com base nos terrenos dos imóveis de uma quantidade de sete amostras. Através das entrevistas realizadas com profissionais da área (ANEXO A), foi identificado que a melhor maneira da análise do imóvel a ser feita é com amostras de imóveis no raio de 1 (um) quilômetro do bem avaliado. Assim, analisou-se os imóveis no raio de 1 km, mas devido à falta de imóveis com características semelhantes neste raio, foi necessário aumentar o raio para 2,8 km. Apesar disso, de acordo com estes profissionais entrevistados, mesmo sendo importante manter um raio pequeno entre as amostras e o imóvel avaliando, não há problema em aumentar esse raio para 2,8km, já que ainda continua pequeno e a finalidade foi dar uma melhor precisão para os cálculos desse estudo.

Dessa forma, segundo os pressupostos básicos dessa Norma, para a realização do procedimento de regressão linear, é preciso avaliar o número mínimo de dados ( $n$ ), ou seja, a quantidade mínima de amostras para evitar micronumerosidade para a avaliação. Neste caso, a quantidade de variáveis independentes ( $k$ ) é igual a um, sendo a variável independente a área do imóvel. Então, seguindo o critério de que o  $n$  deve ser maior ou igual a soma de  $k$  mais 1 e depois multiplicado por três, chega-se à conclusão de que a quantidade mínima de amostras para essa avaliação é de seis.

Sendo assim, foi realizado o cálculo da média da área e do valor do terreno, junto com o desvio padrão. Depois, foi feito o cálculo do desvio padrão limite, o qual torna possível visualizar se o desvio (valor verificado em módulo) de alguma amostra foge do intervalo limite, para que seja excluída da análise. De acordo com o critério de

*Chauvenet*, há um valor de desvio padrão crítico para cada quantidade de amostras usadas no modelo, onde nesse caso, para sete amostras esse valor é de 1,80 (Tabela 1).

**Tabela 1:** Dados do Critério de *Chauvenet*, para identificação do desvio padrão crítico com sete amostras.

Tamanho da amostra N	Máximo "C" (em desvios)	Tamanho da amostra N	Máximo "C" (em desvios)
3	1,38	15	2,13
4	1,54	20	2,24
5	1,65	25	2,33
6	1,73	50	2,57
7	1,80	100	2,81
8	1,87	300	3,14
9	1,91	500	3,29
10	1,96	1000	3,48

Fonte: Soares, 2013.

De acordo com os resultados da Tabela 2, para descobrir o desvio padrão limite (D,Limite), o valor de desvio padrão da área do terreno (5.465,341226m<sup>2</sup>) e também o valor do terreno (R\$1.412.027,88) foi multiplicado por 1,80 (desvio padrão crítico). Com isso, a Tabela 2 abaixo, mostra que todos os desvios das amostras (últimas duas colunas) estão dentro do intervalo do valor de desvio padrão limite e, assim, não é necessária a retirada de nenhuma amostra, já que todas estão semelhantes entre si.

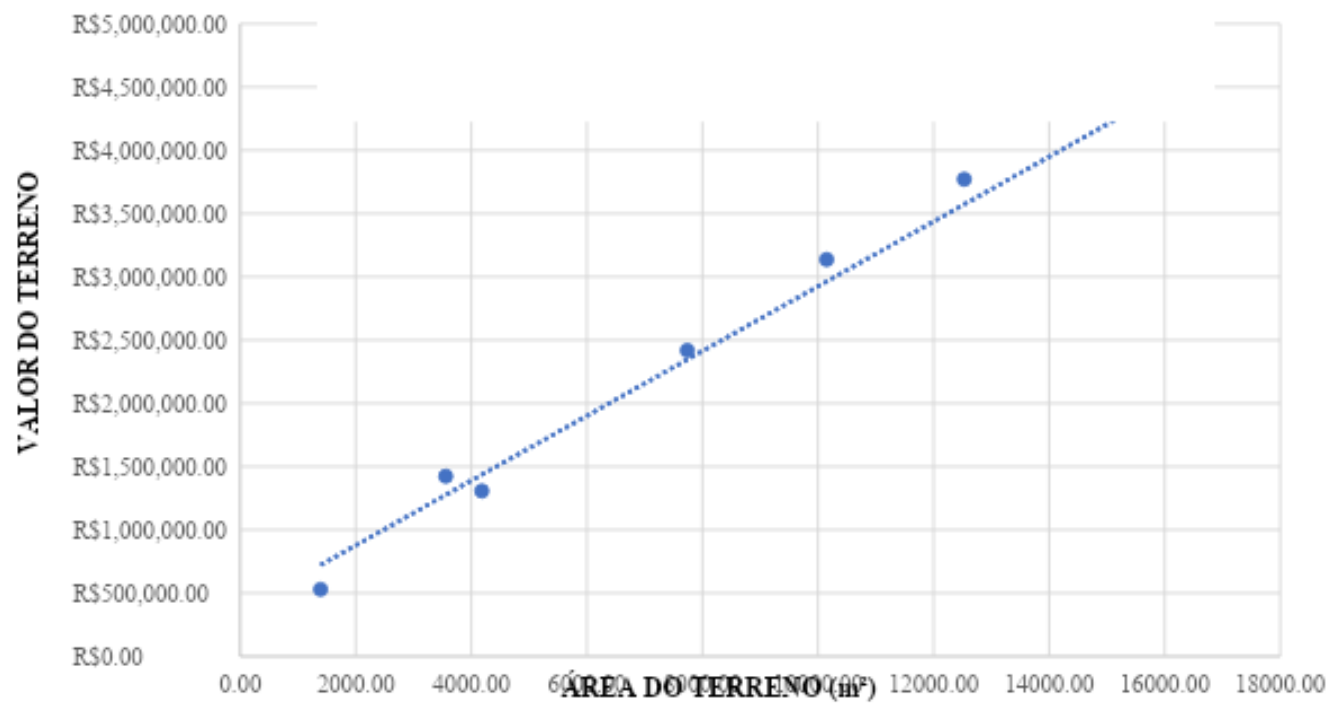
**Tabela 2:** Dados dos sete imóveis escolhidos, tais como área e valor do terreno, suas médias, desvios padrões e desvios padrões limite.

AMOSTRA	IMÓVEL	ÁREA DO TERRENO (m <sup>2</sup> )	VALOR DO TERRENO	DESVIO DA ÁREA DO TERRENO	DESVIO DO VALOR DO TERRENO
1	CENTRO MUNICIPAL DE ENSINO INFANTIL SELVA CAPISTRANO LOPES DA SILVA	1390,86	R\$ 529.000,00	-6647,45	-R\$ 1.893.647,14
2	ESCOLA ESTADUAL ESCRITOR PEREGRINO JÚNIOR	10149,80	R\$ 3.136.100,00	2111,49	R\$ 713.452,86
3	ESCOLA ESTADUAL RÔMULO WANDERLEY	4182,02	R\$ 1.306.960,00	-3856,29	-R\$ 1.115.687,14
4	ESCOLA ESTADUAL WALTER DUARTE PEREIRA	12531,11	R\$ 3.771.200,00	4492,80	R\$ 1.348.552,86
5	ESCOLA ESTADUAL GENERAL DIÓSCORO VALE	7737,85	R\$ 2.418.150,00	-300,46	-R\$ 4.497,14
6	ESCOLA ESTADUAL JOSINO MACÊDO	16718,78	R\$ 4.373.630,00	8680,47	R\$ 1.950.982,86
7	CENTRO EDUCACIONAL PADRE JOÃO MARIA	3557,72	R\$ 1.423.490,00	-4480,59	-R\$ 999.157,14
<b>MÉDIA</b>		<b>8038,31</b>	<b>R\$ 2.422.647,14</b>	-	-
<b>DESVIO PADRÃO</b>		<b>5465,341226</b>	<b>R\$ 1.412.027,88</b>	-	-
<b>D,LIMITE</b>		<b>9837,614207</b>	<b>R\$ 2.541.650,19</b>	-	-

**Fonte:** Próprio autor, 2020.

Com os dados informados na Tabela 2, como a área do terreno e o valor de mercado do terreno, foi possível gerar o gráfico de dispersão (Figura 1), o qual mostra que há uma forte relação entre a área do terreno e o valor de mercado do terreno, sendo que 98,13% da amostra (valor de  $R^2$  no gráfico) é explicada pelo modelo e tem uma relação positiva, pois aumentando a área do terreno, aumenta o valor de mercado também.

**Figura 1:** Análise e homogeneização dos dados de regressão linear.



Fonte: Próprio autor, 2020.

Além disso, com o cálculo de regressão linear, foi gerada uma tabela de estatística (Tabela 3), onde de acordo com a NBR 14653-2 (2011), quando o coeficiente de correlação R múltiplo é maior ou igual a 0,75, significa que a relação entre as variáveis é forte. Como neste caso o R múltiplo deu 0,99, essa verificação satisfaz a Norma. O R quadrado mostra que 98,13% da amostra é explicada pelo modelo. Já o coeficiente de determinação R<sup>2</sup> ajustado, mostra que é de 97,7% a variabilidade do valor do terreno em relação a sua área. O erro padrão é o desvio padrão do modelo.

**Tabela 3:** Dados estatísticos que explicam o modelo de regressão deste trabalho.

R múltiplo	0,990624692
R-Quadrado	0,981337281
R-quadrado ajustado	0,977604737
Erro padrão	211310,6337

Fonte: Próprio autor, 2020.

Em sequência, foram verificados os testes de significâncias, calculados também pela regressão linear. Assim, foi verificado o primeiro teste, que é o de modelo de melhor ajuste, com a hipótese básica verdadeira de que F é igual a 0.

De acordo com Pelli (2003), esse teste leva em consideração o valor F de significação, que na estatística, é um resultado que serve para confirmar se existe regressão linear de Y em X, ou seja, para mostrar que essas variáveis são importantes na obtenção do valor final de mercado do imóvel avaliando, caso dê um valor diferente de 0.

Desse modo, foi visto que como o F de significação deu  $1,62 \times 10^{-5}$ , sendo este menor que 0,01, o Grau de Fundamentação é III (nível de significância  $\alpha$  de 1% ou 0,01) de acordo com a NBR 14653-2 (2011), existe regressão de Y em X e a hipótese básica foi rejeitada, já que F deu diferente de 0. Além disso, para confirmar novamente que existe essa regressão de Y em X e se o Grau de Fundamentação é realmente III, foi analisado o F calc (F calculado pelo modelo), o qual deu 262,91 e o F tab (valor de F de acordo com os dados dessa avaliação, tais como nível de significância, número de variáveis do modelo e número de amostras). Após calculado o F tab, o qual deu 16,25, foi visto que F calc deu maior que F tab. Então sendo esta condição verdadeira, o Grau de Fundamentação é de fato III.



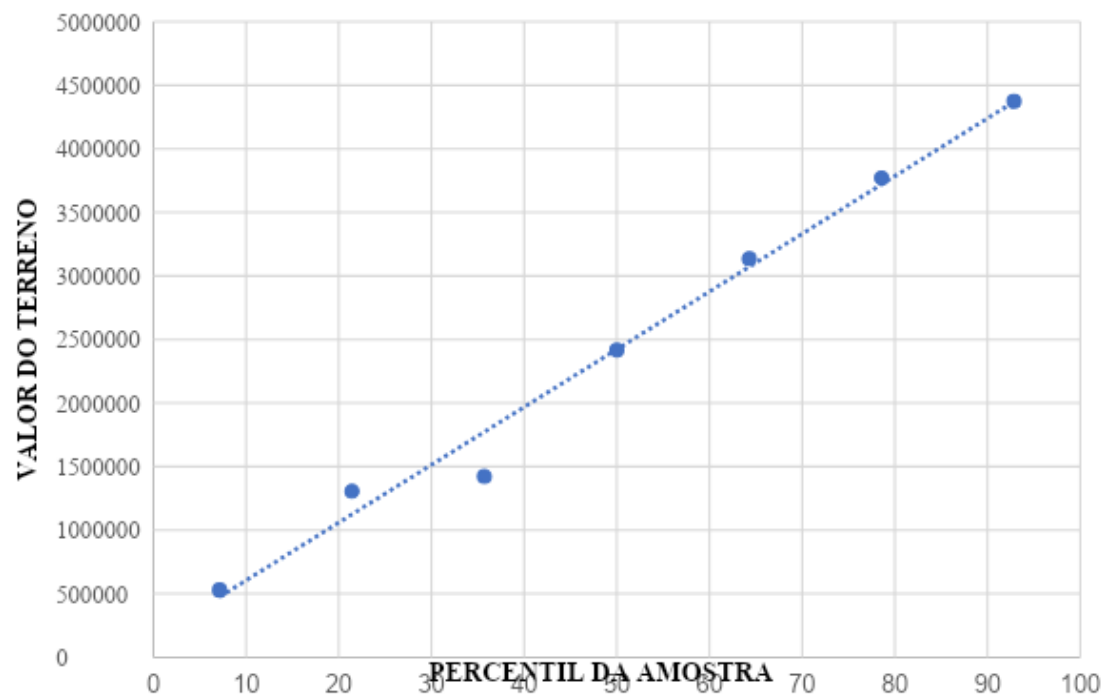
Posteriormente, foi analisado o valor -P que é um teste de significância. Esse teste é o da hipótese nula do regressor, sendo verdadeira se -P for igual a 0. Segundo Pelli (2003), para esse caso de avaliações de imóveis, esse teste considera que quando o valor -P é menor que 5% ou 0,05, significa uma elevada importância da variável independente (área do terreno) sobre a variável dependente (valor do terreno), caso a hipótese nula for rejeitada, ou seja, o valor -P seja diferente de zero.

Visto que, como o valor -P deu  $1,62 \times 10^{-5}$ , e este é menor que 0,1, o Grau de Fundamentação é III, de acordo com a NBR 14653-2 (2011) e a variável independente área do terreno é importante na regressão. Além disso, para fazer mais uma confirmação a respeito do Grau de Fundamentação, foi analisado o T calc (T calculado pelo modelo), o qual deu 16,21 e o T tab (valor de T de acordo com os dados dessa avaliação, tais como nível de significância, número de variáveis do modelo e número de amostras). Assim, após calculado o T tab, o qual deu 2,01, foi visto que T calc deu maior que T tab. Por esse motivo, o Grau de Fundamentação é realmente III. Contudo, ainda para confirmar se esse valor -P, atende ao critério de percentagem da Norma (Grau III sendo até 10% ou 0,1), foi calculado no Excel a área de probabilidade na distribuição de Student, correspondente ao T calc. Assim, como esse cálculo deu exatamente o mesmo valor que -P, afirma-se que o teste é verdadeiro e que o Grau de Fundamentação é III.

Contudo, o nível de significância define a probabilidade de ocorrer erros ao se rejeitar as duas hipóteses citadas anteriormente. É por esse motivo que foi observado que a probabilidade de erros nessa análise é pequena, pois o nível de significância deu 0,00162%.

Sucessivamente, foram averiguados os resultados de probabilidade normal (Figura 2), onde estes mostraram que quanto mais próximas a uma reta estão as amostras, mais elas se assemelham a uma boa distribuição normal. Dessa forma, os resultados de probabilidade normal foram considerados bons, pois a maior parte das amostras encontram-se próximas à reta.

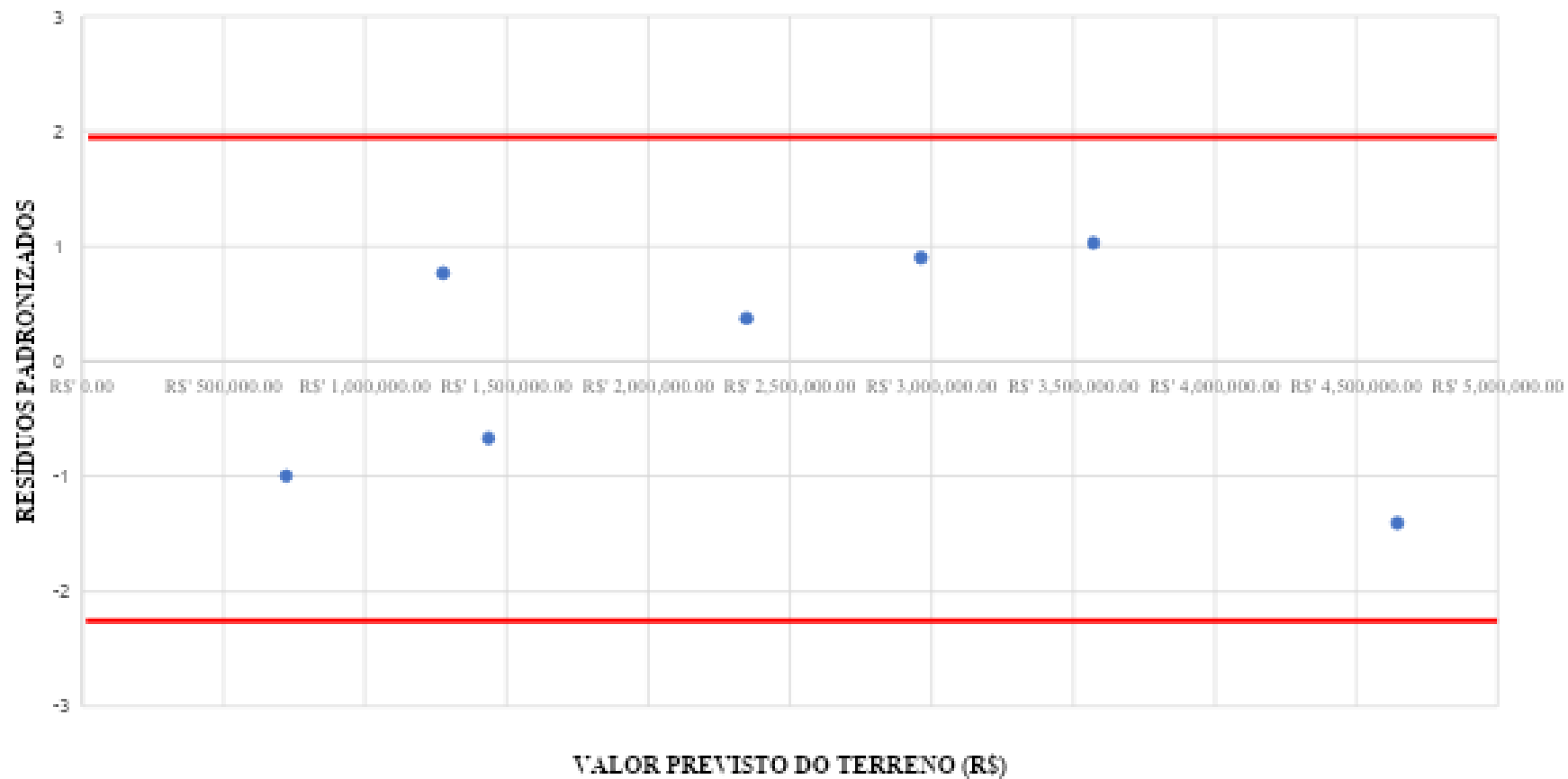
**Figura 2:** Plotagem de probabilidade normal.



**Fonte:** Próprio autor, 2020.

Em seguida, foi analisada a existência de *outliers* (Figura 3). Após realizado o cálculo dos resíduos padronizados das sete amostras, foi possível enxergar que os valores ficaram dentro do intervalo de  $|2|$  e que devido a isso, não ocorre a existência de *outliers* nessa regressão. Ou seja, os dados das amostras estão mais homogêneos.

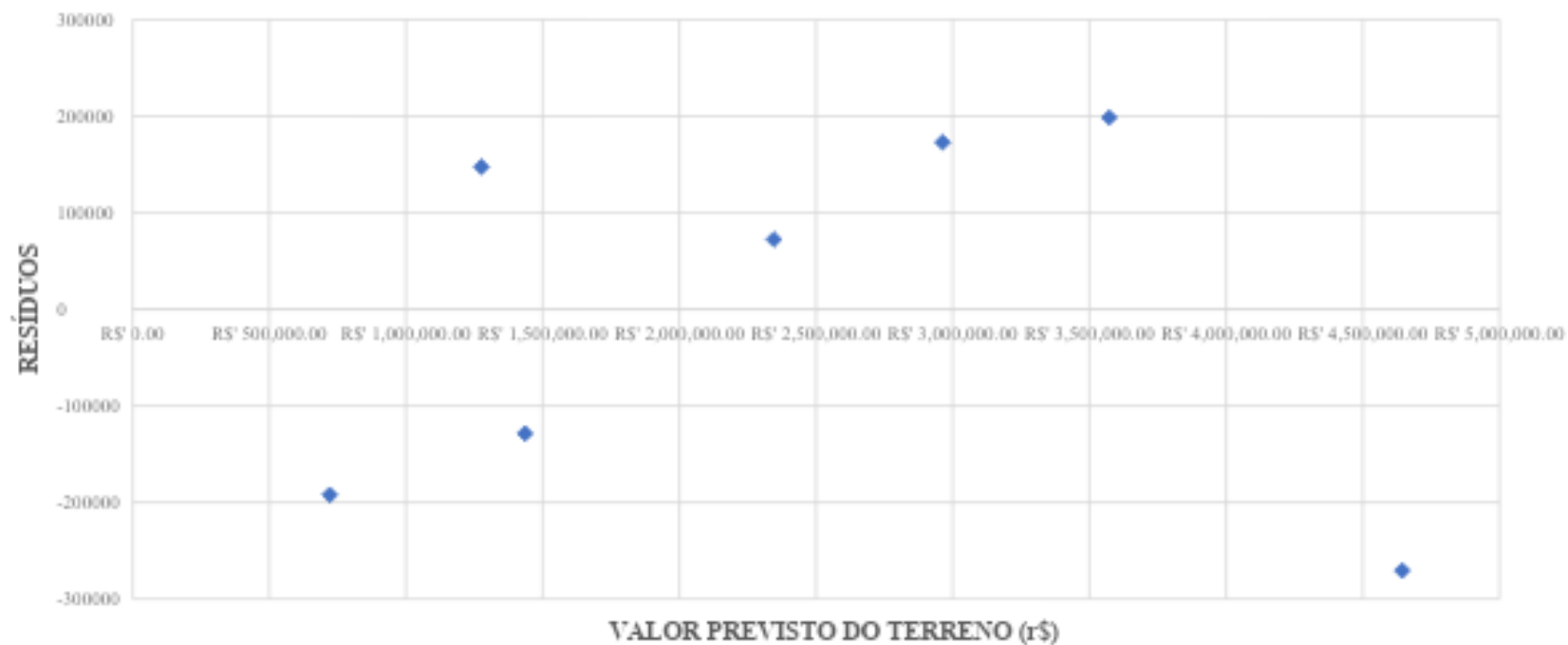
**Figura 3:** Verificação da existência de *outliers*, de acordo com o intervalo permitido.



**Fonte:** Próprio autor, 2020.

A próxima análise foi a de homocedasticidade do modelo, a qual consiste na verificação da hipótese de variância constante. Sendo assim, de acordo com o Figura 4, é possível ver que como não há uma constância e nem uma linearidade entre as amostras, uma vez que não ocorre aumento progressivo dos resíduos com o aumento do valor previsto do terreno, o modelo é homocedástico.

**Figura 4:** Verificação da homocedasticidade, com dados aleatórios.

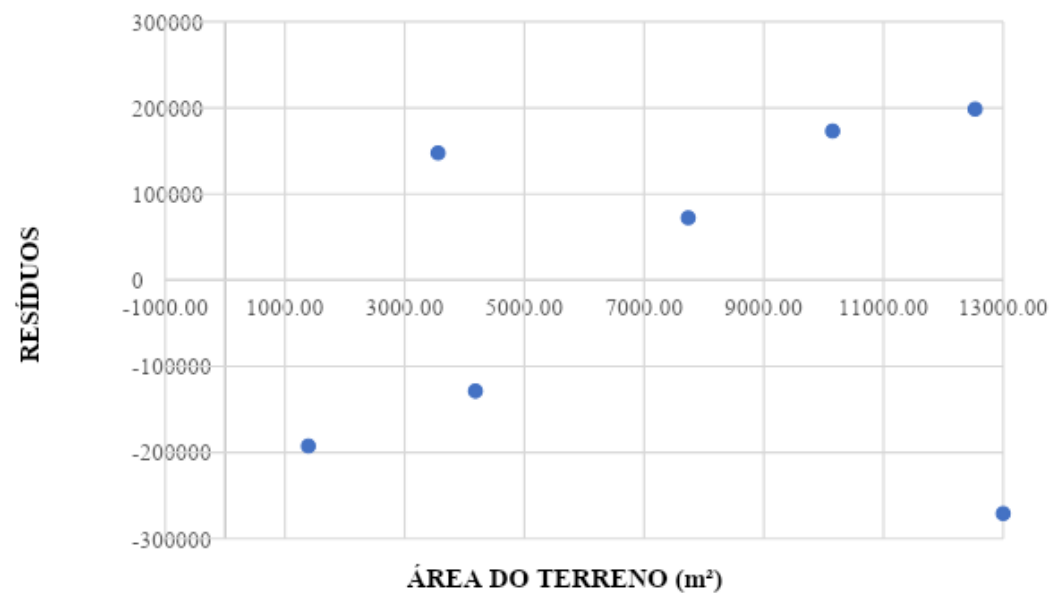


**Fonte:** Próprio autor, 2020.

Adiante, foi feita a verificação da colinearidade ou multicolinearidade, onde primeiramente foi visto que como a relação área do terreno *versus* valor do terreno, pelo cálculo de correlação deu 0,99, este valor ultrapassa o limite da Norma que é de 0,80. Por esse motivo, existe multicolinearidade entre as amostras. Esse fator pode ser explicado na Figura 5, de maneira mais clara, pois esta indica que os resíduos não possuem uma boa distribuição aleatória, uma vez que a maior parte deles formam quase uma reta, indicando uma linearidade.

Esse indicativo da existência de colinearidade ou de multicolinearidade, significa que ocorre uma forte dependência entre as variáveis. Esse fator faz com que ocorra degeneração do modelo utilizado (regressão linear) e limita essa utilização.

**Figura 5:** Indicativo de que há colinearidade ou multicolinearidade.



**Fonte:** Próprio autor, 2020.



Dando prosseguimento aos cálculos, foi realizado o Teste de Durbin-Watson, através da Fórmula 1 abaixo, conforme dados da Tabela 4. Assim, o resultado de dw foi igual a 2,87. Este teste possibilita ver a ocorrência ou não de correlação entre os resíduos da regressão linear. Assim, de acordo com Dantas (1998), a independência dos resíduos possui uma relação com a independência dos dados vistos no mercado, ou seja, com as características dos imóveis. Por esse motivo, a situação ideal é quando uma transação independe da outra, de modo que o preço e as condições de uma transação não dependem de uma outra.

$$d_w = \frac{\sum (v_i - v_{(i-1)})^2}{\sum v_i^2}$$

(1)

**Tabela 4:** Valores da autocorrelação entre os resíduos – Teste de Durbin-Watson.

<b>RESÍDUOS</b>	<b>V<sub>i</sub>-V<sub>i,1</sub></b>	<b>(V<sub>i</sub>-V<sub>i,1</sub>)<sup>2</sup></b>	<b>(V<sub>i</sub>)<sup>2</sup></b>
-192311,7434			36983806667
173040,7758	365352,5193	1,33482E+11	29943110096
-128716,2554	-301757,0312	91057305890	16567874404
198672,5418	327388,7972	1,07183E+11	39470778881
72400,95675	-126271,5851	15944513201	5241898538
-270682,2486	-343083,2054	1,17706E+11	73268879724
147595,9731	418278,2217	1,74957E+11	21784571266
<b>SOMA</b>	-	<b>640330463546,5860</b>	<b>223260919577,3470</b>

Fonte: Próprio autor, 2020.

Em seguida, foi considerado o nível de significância  $\alpha$  do Grau de Fundamentação III como 0,01, n (quantidade de amostras) igual a sete e k (quantidade de variáveis independentes) igual a 1, para a obtenção de du (máximo valor do teste), na tabela de Durbin-Watson (Tabela 5).

**Tabela 5:** Verificação dos intervalos  $d_L$  e  $d_U$ , para o teste de Durbin-Watson.

Sample Size	Probability in										
	Lower Tail (Significance Level= $\alpha$ )	$k = \text{Number of Regressors (Excluding the Intercept)}$									
		1		2		3		4		5	
		$d_L$	$d_U$	$d_L$	$d_U$	$d_L$	$d_U$	$d_L$	$d_U$	$d_L$	$d_U$
15	.01	.81	1.07	.70	1.25	.59	1.46	.49	1.70	.39	1.96
	.025	.95	1.23	.83	1.40	.71	1.61	.59	1.84	.48	2.09
	.05	1.08	1.36	.95	1.54	.82	1.75	.69	1.97	.56	2.21
20	.01	.95	1.15	.86	1.27	.77	1.41	.63	1.57	.60	1.74
	.025	1.08	1.28	.99	1.41	.89	1.55	.79	1.70	.70	1.87
	.05	1.20	1.41	1.10	1.54	1.00	1.68	.90	1.83	.79	1.99
25	.01	1.05	1.21	.98	1.30	.90	1.41	.83	1.52	.75	1.65
	.025	1.13	1.34	1.10	1.43	1.02	1.54	.94	1.65	.86	1.77
	.05	1.29	1.45	1.21	1.55	1.12	1.66	1.04	1.77	.95	1.89
30	.01	1.13	1.26	1.07	1.34	1.01	1.42	.94	1.51	.88	1.61
	.025	1.25	1.38	1.18	1.46	1.12	1.54	1.05	1.63	.98	1.73
	.05	1.35	1.49	1.28	1.57	1.21	1.65	1.14	1.74	1.07	1.83
40	.01	1.25	1.34	1.20	1.40	1.15	1.46	1.10	1.52	1.05	1.58
	.025	1.35	1.45	1.30	1.51	1.25	1.57	1.20	1.63	1.15	1.69
	.05	1.44	1.54	1.39	1.60	1.34	1.66	1.29	1.72	1.23	1.79
50	.01	1.32	1.40	1.28	1.45	1.24	1.49	1.20	1.54	1.16	1.59
	.025	1.42	1.50	1.38	1.54	1.34	1.59	1.30	1.64	1.26	1.69
	.05	1.50	1.59	1.46	1.63	1.42	1.67	1.38	1.72	1.34	1.77
60	.01	1.38	1.45	1.35	1.48	1.32	1.52	1.28	1.56	1.25	1.60
	.025	1.47	1.54	1.44	1.57	1.40	1.61	1.37	1.65	1.33	1.69
	.05	1.55	1.62	1.51	1.65	1.48	1.69	1.44	1.73	1.41	1.77
80	.01	1.47	1.52	1.44	1.54	1.42	1.57	1.39	1.60	1.36	1.62
	.025	1.54	1.59	1.52	1.62	1.49	1.65	1.47	1.67	1.44	1.70
	.05	1.61	1.66	1.59	1.69	1.56	1.72	1.53	1.74	1.51	1.77
100	.01	1.52	1.56	1.50	1.58	1.48	1.60	1.45	1.63	1.44	1.65
	.025	1.59	1.63	1.57	1.65	1.55	1.67	1.53	1.70	1.51	1.72
	.05	1.65	1.69	1.63	1.72	1.61	1.74	1.59	1.76	1.57	1.78

**Fonte:** Central Base, 2019.

Dessa maneira, como  $d_W$  deu 2,86 e  $d_U$  deu 1,07,  $d_W$  é maior que  $d_U$  e isto significa que não houve autocorrelação entre os resíduos e aceita-se a hipótese básica (os resíduos são independentes).

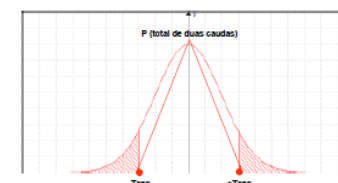
Feito isso, com os dados dos coeficientes obtidos no cálculo de regressão linear, onde  $a$  é 365337,51559 e  $b$  é 255,9382164, juntamente com o valor da área do terreno do imóvel avaliando o qual é 13.046,62m<sup>2</sup>, é possível chegar no provável valor de mercado do terreno. Para a obtenção desse valor multiplicou-se o coeficiente  $b$  pela área do terreno e depois somou-se com o coeficiente  $a$ . Assim o valor mais provável do terreno avaliando ficou estimado em R\$3.704.466,17 reais.

**Carpe Diem: Revista Cultural e Científica do UNIFACEX. v. 20, n. 01,2022. ISSN: 2237-8685. Paper avaliado pelo sistema blindreview, recebido em 15 de Agosto de 2021; aprovado em 24 de Janeiro de 2022.**

Posteriormente, foi calculado o intervalo de confiança, com o auxílio do valor de T de Student. Para achar esse valor T foi levado em consideração que a quantidade de graus de liberdade é 5 (calculado pela subtração das sete amostras, menos uma variável independente e menos um) e também que para um intervalo de confiança de 80%, a probabilidade para um teste T de Student, pode ser igual ou menor que 30%, e neste caso foi considerado 20% ou 0,20. Assim, chegou-se ao valor de T de 1,4759 (Tabela 6).

**Tabela 6:** Verificação do T de Student.

Nº de graus de liberdade	Probabilidade para um teste bicaudal													
	0,95	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
1	0,0787	0,1584	0,3249	0,5095	0,7265	1,0000	1,3764	1,9626	3,0777	6,3138	12,7062	31,8205	63,657	636,619
2	0,0708	0,1421	0,2887	0,4447	0,6172	0,8165	1,0607	1,3862	1,8856	2,9200	4,3027	6,9646	9,9248	31,5991
3	0,0681	0,1366	0,2767	0,4242	0,5844	0,7649	0,9785	1,2498	1,6377	2,3534	3,1824	4,5407	5,8409	12,9240
4	0,0667	0,1338	0,2707	0,4142	0,5686	0,7407	0,9410	1,1896	1,5332	2,1318	2,7764	3,7469	4,6041	8,6103
5	0,0659	0,1322	0,2672	0,4082	0,5594	0,7267	0,9195	1,1558	1,4759	2,0150	2,5706	3,3649	4,0321	6,8688
6	0,0654	0,1311	0,2648	0,4043	0,5534	0,7176	0,9057	1,1342	1,4398	1,9432	2,4469	3,1427	3,7074	5,9588
7	0,0650	0,1303	0,2632	0,4015	0,5491	0,7111	0,8960	1,1192	1,4149	1,8946	2,3646	2,9980	3,4995	5,4079
8	0,0647	0,1297	0,2619	0,3995	0,5459	0,7064	0,8889	1,1081	1,3968	1,8595	2,3060	2,8965	3,3554	5,0413
9	0,0645	0,1293	0,2610	0,3979	0,5435	0,7027	0,8834	1,0997	1,3830	1,8331	2,2622	2,8214	3,2498	4,7809
10	0,0643	0,1289	0,2602	0,3966	0,5415	0,6998	0,8791	1,0931	1,3722	1,8125	2,2281	2,7638	3,1693	4,5869
11	0,0642	0,1286	0,2596	0,3956	0,5399	0,6974	0,8755	1,0877	1,3634	1,7959	2,2010	2,7181	3,1058	4,4370
12	0,0640	0,1283	0,2590	0,3947	0,5386	0,6955	0,8726	1,0832	1,3562	1,7823	2,1788	2,6810	3,0545	4,3178
13	0,0639	0,1281	0,2586	0,3940	0,5375	0,6938	0,8702	1,0795	1,3502	1,7709	2,1604	2,6503	3,0123	4,2208
14	0,0638	0,1280	0,2582	0,3933	0,5366	0,6924	0,8681	1,0763	1,3450	1,7613	2,1448	2,6245	2,9768	4,1405



**Fonte:** Portal de Epidemiologia da Universidade Federal Fluminense, 2015.

Com isso, foram realizados os cálculos (Tabela 7) para a obtenção do valor máximo e mínimo do terreno avaliando. Para isso, foi gerado um valor em reais do intervalo de confiança para média T que, somou-se ao valor mais provável do terreno avaliando e depois subtraiu-se ao valor mais provável do terreno avaliando, conforme dados da Tabela 5.

**Tabela 7:** Dados para o cálculo do intervalo de confiança e do valor máximo e mínimo do terreno avaliando.

INTERVALO DE CONFIANÇA	
Área do terreno X (m <sup>2</sup> )	13046,62
Nível de confiança	80%
Número de dados da amostra (n)	7
Graus de liberdade (n-k-1)	5
Média da área em m <sup>2</sup> ( $\bar{X}$ )	8038,31
Variância da variável X ( $\sigma X_a^2$ )	29869954,72
Erro padrão da regressão (S)	211310,6337
Valor t tabelado $\alpha = 0,20$ ( $T_{(0,2;n-k-1)}$ )	1,4759
Desvio da área do terreno avaliando em relação a média $\sqrt{VX_a^2} = (X - \bar{X})^2$	25083211,98
Y <sup>^</sup> predito média pela regressão (valor mais provável do terreno avaliando)	R\$ 3.704.466,17
Intervalo de confiança para média T $T_{(0,2;n-k-1)} \cdot S \cdot \left(\frac{1}{n} + \frac{VX_a^2}{(n-1)\sigma X_a^2}\right)^{0,5}$	R\$ 161.526,18
Valor máximo do terreno avaliando	R\$ 3.865.992,35
Valor mínimo do terreno avaliando	R\$ 3.542.939,98
<b>FÓRMULA VALORES</b> MÁXIMOS MÍNIMOS	$Y^{\wedge} \pm T_{(0,2;n-k-1)} \cdot S \cdot \left(\frac{1}{n} + \frac{VX_a^2}{(n-1)\sigma X_a^2}\right)^{0,5}$

Fonte: Próprio autor, 2020.

Em seguida, foi calculada a predição para estimativa de tendência central, levando como base os mesmos dados para a obtenção do T de Student encontrado anteriormente, de 1,4759, para a obtenção do valor máximo e mínimo do terreno avaliando. Para isso, foi gerado um valor em reais do intervalo de confiança para média T, que, somou-se ao valor mais provável do terreno avaliando e depois subtraiu-se ao valor mais provável do terreno avaliando, conforme dados da Tabela 8.

Carpe Diem: Revista Cultural e Científica do UNIFACEX. v. 20, n. 01,2022. ISSN: 2237 –8685. Paper avaliado pelo sistema blindreview, recebido em 15 de Agosto de 2021; aprovado em 24 de Janeiro de 2022.

**Tabela 8:** Dados para o cálculo de estimativa de tendência central  $\hat{Y}$  e do valor máximo e mínimo do terreno avaliando.

INTERVALO DE PREDIÇÃO PARA $\hat{Y}$	
Área da benfeitoria X (m <sup>2</sup> )	13046,62
Nível de confiança	80%
Número de dados da amostra (n)	7
Graus de liberdade (n-k-1)	5
Média da área em m <sup>2</sup> ( $\bar{X}$ )	8038,31
Variância da variável X ( $\sigma_{X_a}^2$ )	29869954,72
Erro padrão da regressão (S)	211310,6337
Valor t tabelado $\alpha = 0,20$ ( $T_{(0,2;n-k-1)}$ )	1,4759
Desvio da área do terreno avaliando em relação a média $\sqrt{VX_a^2} = (X - \bar{X})^2$	25083211,98
$\hat{Y}$ predito média pela regressão (valor mais provável do terreno avaliando)	R\$ 3.704.466,17
Intervalo de confiança para média T $T_{(0,2;n-k-1)} \cdot S \cdot \left(1 + \frac{1}{n} + \frac{VX_a^2}{(n-1)\sigma_{X_a}^2}\right)^{0,5}$	R\$ 377.055,78
Valor máximo do terreno avaliando	R\$ 4.081.521,95
Valor mínimo do terreno avaliando	R\$ 3.327.410,38
<b>FÓRMULA VALORES</b> MÁXIMOS MÍNIMOS	$\hat{Y} \pm T_{(0,2;n-k-1)} \cdot S \cdot \left(1 + \frac{1}{n} + \frac{VX_a^2}{(n-1)\sigma_{X_a}^2}\right)^{0,5}$

Fonte: Próprio autor, 2020.

Em sequência, foi calculado o campo de arbítrio, o qual levou-se em consideração 15% a mais e menos do valor mais provável do terreno avaliando (R\$3.704.466,17 reais), conforme a Tabela 9.

**Tabela 9:** Valor máximo e mínimo do terreno avaliando com o cálculo do campo de arbítrio.

<b>CAMPO DE ARBÍTRIO ± 15% EM RELAÇÃO A MÉDIA</b>	
Valor máximo do terreno avaliando	R\$ 4.260.136,09
Valor mínimo do terreno avaliando	R\$ 3.148.796,24

Fonte: Próprio autor, 2020.

Depois disso, para que pudesse ser feita uma melhor análise do valor final de mercado do terreno avaliando, foi feito um cálculo de 1% para mais e depois de 1% para menos, sobre o valor mais provável do terreno avaliando (R\$3.704.466,17 reais), conforme a Tabela 10.

**Tabela 10:** Dados para melhor análise do valor final de mercado.

<b>VALOR A SER ADOTADO NO LAUDO - VALOR DE MERCADO MAIS PROVÁVEL</b>	
ARREDONDADO EM +1% DE R\$3.704.466,17	R\$ 3.741.510,83
ARREDONDADO EM -1% DE R\$3.704.466,17	R\$ 3.667.421,51

Fonte: Próprio autor, 2020.

Por fim, com os resultados dos intervalos das Tabelas 7,8, 9 e 10, foi adotado que o valor final de mercado do terreno da Escola Estadual Professor Varela Barca, foi de R\$3.670.000 reais.

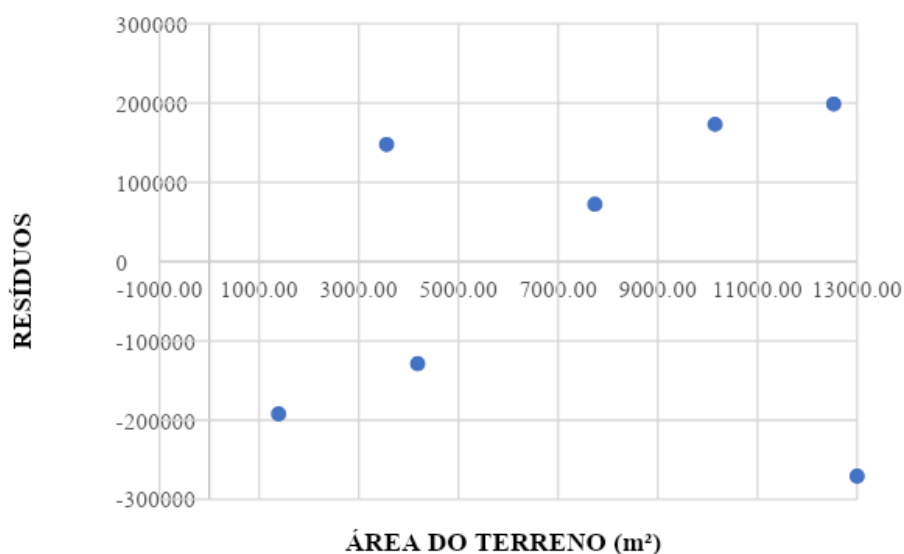
Após realizados todos esses cálculos, foi calculado no Excel todo o procedimento descrito anteriormente, ainda com sete amostras, para a obtenção do valor final de mercado da benfeitoria (área construída) da Escola Estadual Professor Varela Barca. Depois, foi realizado também o mesmo procedimento, tanto para o valor do terreno quanto para o valor da benfeitorial, mas sendo que com quatorze amostras.

Diante do exposto, foi possível fazer as comparações com os quatro resultados encontrados. Assim, quando foram comparados os resultados do terreno com as sete e quatorze amostras, verificou-se que conforme foi aumentada a quantidade e a qualidade de amostras, não houve mais colinearidade ou multicolinearidade nos resultados,



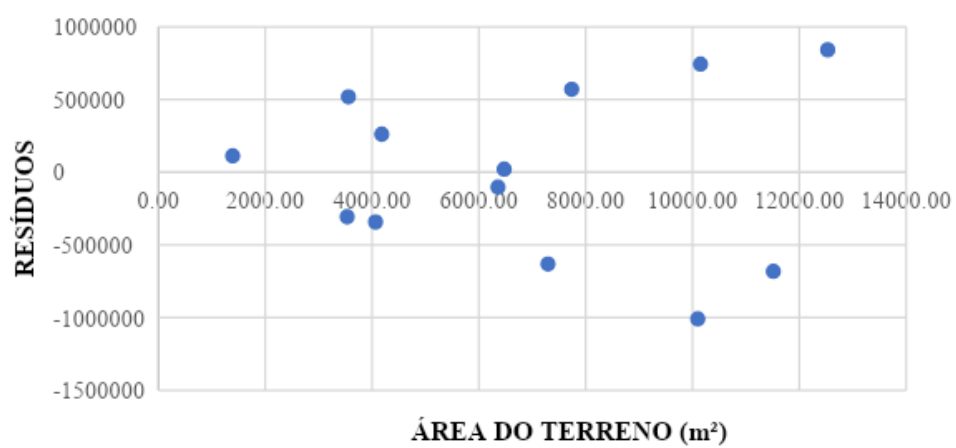
conforme as Figuras 6 e 7 mostram. Além disso, o cálculo da correlação deu 0,80 e ficou dentro do valor estabelecido pela Norma. Esse indicativo da não existência de colinearidade ou de multicolinearidade, significa que não há uma forte dependência entre as variáveis e o modelo de regressão linear já se torna mais adequado para ser utilizado, sem a necessidade de uma mudança de método.

**Figura 6:** Indicativo de que há colinearidade ou multicolinearidade, com sete amostras.



**Fonte:** Próprio autor, 2020.

**Figura 7:** Indicativo de que não há colinearidade ou multicolinearidade, com quatorze amostras.



**Fonte:** Próprio autor, 2020.

Por outro lado, o Teste de Durbin-Watson deu inconclusivo para o cálculo do terreno com quatorze amostras. Isso mostra que os resíduos são dependentes. Logo, não seria o resultado de avaliação ideal, pois levaria em consideração que as transações no mercado imobiliário dependem uma da outra e isso na realidade não acontece.

Por conseguinte, após todos os cálculos, o valor de mercado da Escola Estadual Professor Varela Barca pela análise de sete amostras, foi a soma do valor de terreno (R\$3.670.000 reais) com o valor da benfeitoria (R\$1.430.000 reais) e este resultou em R\$5.100.000 reais. Já os cálculos com quatorze amostras, resultou na soma do valor de terreno (R\$3.045.000 reais) com o valor da benfeitoria (R\$1.410.000 reais) e este resultou em R\$4.455.000 reais.

Todo esse procedimento de cálculo foi comparado com o Laudo de Avaliação existente da Escola Estadual Professor Varela Barca, fornecido pela SUPAT. Visto que a empresa que realiza esses Laudos é a NIP do Brasil, Estudos e Projetos Ltda. (NIP), e utiliza também o Critério de *Chauvenet* em seus cálculos, realiza também o cálculo do terreno e depois da benfeitoria, assim como os procedimentos que foram feitos nesse estudo. Apesar disso, esse Laudo usa o Método Evolutivo para a avaliação. Nesse Laudo da NIP o valor final de mercado da escola deu R\$5.000.870,00 reais, conforme a Figura 8.

**Figura 8:** Demonstração dos resultados do Laudo de Avaliação fornecido pela SUPAT, realizado pela empresa NIP.

VALOR BENFEITORIA								
Valor Benfeitoria	=	Área equivalente	x	CUB	x	Fator ajuste itens não computados	x	Depreciação Física
		1.147,84	x	1200,36	x	1,40	x	0,74
			CSL8-N	28/02/2018	SINDUSCON-RN			
						<b>Total</b>	<b>R\$</b>	<b>1.427.421,54</b>
						<b>Valor final</b>		<b>1.427.420,00</b>
(UFIR de 2017 =	R\$ 1,0641 )					<b>Valor em UFIR</b>		<b>1.341.434,08</b>
VALOR TERRENO								
R\$	273,90	/m <sup>2</sup>	x	13.046,62	m <sup>2</sup>	=	R\$	3.573.447,33
						<b>Valor final</b>		<b>3.573.450,00</b>
						<b>Valor em UFIR</b>		<b>3.358.190,02</b>
VALOR IMÓVEL								
Valor da Benfeitoria	R\$	1.427.420,00	+	Valor do Terreno	R\$	3.573.450,00		R\$ 3.573.450,00
					<b>Total</b>	<b>R\$</b>		<b>5.000.870,00</b>
					<b>Valor em UFIR</b>			<b>4.699.624,10</b>
VALOR FINAL PARA EFEITO DE:								
<b>VALOR DE MERCADO</b>		<b>R\$ 5.000.870,00</b>		<b>Cinco Milhões, Oitocentos e Setenta Reais</b>				

Fonte: NIP do Brasil, 2018.

## 5 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo analisar a variação dos resultados de acordo com a quantidade de amostras, pelo método da regressão linear.

Na avaliação de imóveis, o método executado possibilita aos profissionais do ramo imobiliário determinar o valor de mercado do imóvel.

Neste estudo foi possível identificar, através de diversos testes, que o Grau de Fundamentação do trabalho é classificado como III, apesar das amostras que foram utilizadas para esse estudo serem de Grau de Fundamentação I. Esse Grau indica a qualidade e confiabilidade do resultado do valor final de mercado do imóvel avaliando, ou seja, quanto maior for o Grau, melhor a confiança do resultado. Portanto, como esse estudo teve como resultado o Grau de Fundamentação III, é bastante confiável.

Os resultados mais notórios durante a execução do trabalho, foram do valor do cálculo de correlação que ultrapassou os 0,80 da Norma, em três dos quatro cálculos executados (Cálculo da Benfeitoria para 7 e 14 amostras e Cálculo do Terreno para 7 e 14 amostras). Com esses valores foi possível identificar a multicolinearidade das amostras. No cálculo do terreno com 7 amostras, a multicolinearidade ficou fora da Norma, mas com 14 amostras o resultado já ficou dentro do intervalo da Norma. Apesar disso, o Teste de Durbin-Watson ficou inconclusivo e fora da realidade das transações imobiliárias.

Assim, foi possível identificar através das análises, que as amostras utilizadas não forneceram resultados 100 % (cem por cento) satisfatórios, afastando-se da Norma em dois tipos de teste. Além disso, foi preciso aumentar o raio do imóvel em relação às amostras, não seguindo o que foi recomendado inicialmente por profissionais da área, devido à falta de amostras com características semelhantes no raio recomendado.

Conclui-se que, apesar de aumentar para 14 a quantidade de amostras para a realização do cálculo de regressão, esse não é o único fator que pode influenciar em uma melhor precisão do valor de mercado do bem avaliando. Outros fatores podem ajudar a aumentar essa precisão, como o aumento da quantidade de variáveis independentes (quantidade de banheiros, por exemplo), amostras com melhor qualidade (com características físicas mais semelhantes), redução do raio entre as amostras e o imóvel avaliando e até mesmo a mudança de método.

Por fim, o mais ideal é usar a maior quantidade de amostras possíveis. Pois, é notório que aumentando-se a quantidade de amostras para 14 e também com uma boa qualidade de semelhança entre essas amostras, o resultado da regressão linear melhorou significativamente, visto que entre todos os testes, apenas um deu inconclusivo, que foi o de Durbin-Watson.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14653**: Avaliação de bens Parte 1: Procedimentos gerais. 1 ed. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14653**: Avaliação de bens Parte 2: Imóveis urbanos. 1 ed. Rio de Janeiro, 2011.

BRASÍLIA. CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. (org.). **COLETÂNEA DE ARTIGOS DE AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS CAIXA**: avaliação de imóveis. Brasília, 2018. 247 p.

BRAULIO, S. N. **Proposta de Uma Metodologia Para Avaliação de Imóveis Urbanos Baseado em Métodos Estatísticos Multivariados**. Curitiba, 2005. 130 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

CENTRAL BASE. Exercício de regressão simples utilizando o software excel. Natal, 2019.

DANTAS, R. A.; Engenharia de avaliações: uma introdução à metodologia científica. São Paulo: Pini, 1998.

DODT, Emanuele Ferreira. **AVALIAÇÃO DE IMÓVEL: ELABORAÇÃO DO LAUDO DE AVALIAÇÃO PELO MÉTODO COMPARATIVO DIRETO**. 2016. 67 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

MELO, Luciano Werton Torres de. **AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS PELO MÉTODO COMPARATIVO DE DADOS E REGRESSÃO LINEAR: Análise do m<sup>2</sup> de uma região que recebeu grandes investimentos públicos e privados em Fortaleza**. 2018. 65 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

NADALINI, Ana Carolina Valerio; CARVALHO, Ednelson Teles. ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA VARIÁVEL INDEPENDENTE "VAGAS DE GARAGEM" NA DETERMINAÇÃO DO VALOR UNITÁRIO DO IMÓVEL. In: CONGRESSO

Carpe Diem: Revista Cultural e Científica do UNIFACEX. v. 20, n. 01,2022. ISSN: 2237 –8685. Paper avaliado pelo sistema blindreview, recebido em 15 de Agosto de 2021; aprovado em 24 de Janeiro de 2022.

BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÃO E PERÍCIAS, XIX, 2017, Foz do Iguaçu. Foz do Iguaçu: Ibape, 2017. p. 1-38.

NIP DO BRASIL. Laudo de avaliação. Natal, 2018.

NUNES, D. B.; BARROS NETO, J. de P.; FREITAS, S. M. de. Modelo de regressão linear múltipla para avaliação do valor de mercado de apartamentos residenciais em Fortaleza, CE. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 19, n. 1, p. 89- 104, jan./mar. 2019.

PELLI NETO, A., Curso de Engenharia de Avaliação Imobiliária – Fundamentos e Aplicação da Estatística Inferencial, Belo Horizonte/MG, 2003.

PORTAL DE EPIDEMIOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE. Tabela T. Maio de 2015. Disponível em:  
<<http://www.epi.uff.br/wp-content/uploads/2015/05/Tabela-T.pdf>>.

QUEIROZ, Matheus Vinícius Francelino. **CORRELAÇÃO LINEAR E REGRESSÃO LINEAR SIMPLES NO CONTEÚDO DE MATEMÁTICA DO ENSINO MÉDIO**. 2020. 84 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2020.

SOARES, M. Informações Técnicas: Critério de Chauvenet. 02 de dezembro 2013. Disponível em: < <http://www.mspc.eng.br/tecdiv/med200.shtml> >.

## ANEXO A – Transcrição das entrevistas

### ENTREVISTAS COM ENGENHEIROS DA ÁREA DE AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS

#### ENTREVISTA 1: ENGENHEIRO 1

1. Qual sua experiência na área de Avaliação de Imóveis?

**R.** Me formei ano passado em engenharia civil, fiz o curso de avaliação de imóveis por inferência estatística, pela central base, entrei na subcoordenadoria do patrimônio do estado e atualmente trabalho auxiliando a comissão especial de avaliação na análise de laudos de avaliação que a empresa NIP do Brasil fornece, no levantamento.

2. Qual a importância da Avaliação de Imóveis?

**R.** Um dos pontos principais que revela a importância da avaliação de imóveis é sobre o controle físico e econômico quando do sentido patrimonial. Nesses aspectos estão envolvidos a depreciação anual do imóvel tanto física (estrutural) como de valor venal e a partir desses pontos consegue-se ter informações suficientes para promover melhorias do imóvel (reformas, interferências físicas) e conseqüentemente uma valorização deste bem. Esse aspecto vale em todos os sentidos desde uma empresa imobiliária, até mesmo um bem particular.

3. A Norma Brasileira Regulamentadora 14653, recomenda que seja utilizado no mínimo 5 amostras. Qual a quantidade de amostras que você julga necessária?

**R.** A quantidade de amostras que julgo necessária para fazer esse levantamento amostral é de pelo menos quinze amostras. Dependendo do tipo do imóvel e das especificidades, a partir de quinze amostras a gente tem um intervalo de confiança muito bom. Entre o ponto máximo e o mínimo, diminuindo a quantidade de *outliers*, pode ser considerado entre sete e quinze amostras. No



caso das sete amostras pode gerar mais erros, mas para casos experimentais, como um trabalho de conclusão de curso ou artigos, é válida essa análise.

4. Com relação ao raio de coleta das amostras, qual seria o ideal?

**R.** Normalmente o raio considerado é a partir de 1 km de distância, das amostras para o imóvel avaliando. Em casos de não ter amostras dentro desse raio, são consideradas amostras que coincidam com as especificidades do imóvel avaliando. Em casos específicos, é necessário abranger para outras regiões, como, por exemplo, o imóvel do Arena das Dunas, você não tem dentro de um raio de 1 km uma amostra com as mesmas especificidades, então deve-se fazer o comparativo levando em consideração a idade do imóvel, o ano que foi construído, então, pode-se abranger para outras cidades ou estados, a coleta de amostras que tenham as mesmas características desse imóvel.

## **ENTREVISTA 2: ENGENHEIRO 2**

1. Qual sua experiência na área de Avaliação de Imóveis?

**R.** Eu comecei a trabalhar com avaliação de imóveis a partir de 1976, quando me formei em engenharia civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e comecei a trabalhar na Companhia de Habitação Popular do Rio Grande do Norte (COHAB), nesse período eu fiz parte da comissão de avaliação de imóveis que a COHAB tinha para a aquisição de terrenos para as construções de conjuntos habitacionais. Então, durante o período de 1976 até 1995, que foi quando a COHAB foi extinta, eu sempre fiz parte da comissão de avaliação de imóveis. Na área da Engenharia de Avaliação, sou sócio do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE) do RN. A maioria dos terrenos que foram construídos os conjuntos habitacionais da COHAB, tanto aqui em Natal, como no estado, eu fiz parte das avaliações, então essa é minha experiência na área de avaliação de imóveis.

2. Qual a importância da Avaliação de Imóveis?

**R.** É para que a gente tenha conhecimento do mercado imobiliário da cidade. Para nós que trabalhamos com construção é muito importante ter esse conhecimento, porque para fazer qualquer obra, o primeiro investimento que precisamos ter em mente é exatamente a aquisição do terreno e isso envolve a questão de avaliação. Hoje, por exemplo, o Governo do Estado por obrigação legal deve ter um inventário dos bens, os imóveis que ele possui. Então, para o estado do Rio Grande do Norte, aliás, para todos os estados é muito importante a gente atuar na área de avaliação de imóveis, para que se tenha conhecimento do bem patrimonial do estado, que é o caso do nosso trabalho na secretaria de administração e de um modo geral para todas as empresas que trabalham na área de construção civil.

3. A Norma Brasileira Regulamentadora 14653, recomenda que seja utilizado no mínimo 5 amostras. Qual a quantidade de amostras que você julga necessária?

**R.** A quantidade de amostras para uma avaliação é muito variada, embora a norma permita o mínimo de cinco amostras, quanto maior o número dessas amostras melhor, porque você tendo um número grande de amostras, tem como trabalhá-las de modo a ter um valor bem representativo do preço do mercado. Quando se está fazendo uma avaliação, não existe número ideal, mas acima de trinta amostras seria um número razoável para que você tivesse uma amostra bem representativa do valor do mercado. Nós sabemos que é muito difícil colher essas informações, por isso a norma permite que se trabalhe com até cinco amostras, mas é importante salientar que quanto maior o número de amostras, mais representativo será o valor calculado.

4. Com relação ao raio de coleta das amostras, qual seria o ideal?

**R.** Não existe uma regra fixa para definir se 1 km é uma distância aceitável para que você faça a comparação entre a amostra e o imóvel avaliando. Dependendo do local, por exemplo, em áreas residenciais é muito provável que quando utilizada a distância de 1 km da amostra para o imóvel avaliando, que as amostras realmente tenham características muito parecidas com o local do

imóvel avaliando, mas isso não é regra fixa, depende muito do conhecimento de mercado do avaliador e também das características específicas das amostras em relação ao imóvel avaliando. Por exemplo, se você está fazendo a avaliação de um imóvel na avenida Hermes da Fonseca e tem uma amostra na rua Ângelo Varela, dependendo da distância, quanto mais próxima essa amostra estiver da avenida Hermes da Fonseca, mais valorizada será e mais próximo do valor do imóvel avaliando terá, de modo que é preciso que o avaliador tenha conhecimento para que faça um estudo de entender que um imóvel na avenida Hermes da Fonseca normalmente é mais valorizado que um imóvel localizado na rua Ângelo Varela. A distância de 1 km pode ser utilizada quando se está fazendo uma avaliação em áreas muito semelhantes, em áreas eminentemente residenciais. Porém, em comparações entre uma área residencial e uma área comercial, deve-se ter parâmetros mais aproximados, ou seja, em vez de trabalhar com distâncias de 1 km para áreas residenciais, deve-se trabalhar com distâncias bem menores, porque dependendo uma maior ou menor aproximação de um imóvel localizado em uma área comercial, o imóvel pode ser mais ou menos valorizado que o valor da amostra.