

**XVIII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE
AVALIAÇÕES E PERÍCIAS - IBAPE/MG – 2015**

NATUREZA DO TRABALHO: TRABALHO DE AVALIAÇÃO

Resumo:

O estudo de caso em questão refere-se a análise da importância do uso de Variáveis de Interação, quando da construção de modelos estatísticos mais representativos do mercado imobiliário, pois, além de seguir o disposto na Norma de Avaliações vigente NBR 14653 e suas partes, marco regulatório da ciência avaliadora, visa sensibilizar o Engenheiro de Avaliações no aperfeiçoamento da construção de modelos estatísticos mais robustos, menos subjetivos, menos genéricos e mais fiéis ao comportamento do mercado imobiliário .

Seu uso permite evitar a micronumerosidade de dados nos modelos de regressão, sendo útil principalmente em localidades com poucos dados de mercado para cotejo, bem como diminui a possibilidade de que se extraia conclusões viesadas sobre o comportamento do mercado imobiliário, além da versatilidade de se poder determinar , utilizando um único modelo estatístico, valores distintos (p.ex.: valor de venda e valor de locação) . Possibilita também estudar comportamentos distintos do valor de mercado conforme as características do avaliando (variáveis que deveriam ser teoricamente independentes) , e a adoção da melhor alternativa visando a maior rentabilidade entre várias possibilidades de investimento de um capital (p. ex.: reformar para vender ou reformar para locar), estimando taxas de rentabilidade que subsidiarão a tomada de decisão .

Palavras-chave: *Modelos de regressão linear Múltipla, Variáveis de Interação, Variáveis Especiais, Interações de Variáveis.*

EXPOSIÇÃO

1.INTRODUÇÃO

A popularidade alcançada pela utilização da metodologia científica na Engenharia de Avaliações cresceu vertiginosamente nas últimas três décadas , mais precisamente no uso da análise estatística por regressão múltipla para tratamento de dados , que indiscutivelmente é a técnica preferida quando o objetivo é o de minimizar a subjetividade na avaliação de bens.

Existem atualmente diversos softwares de regressão múltipla aplicados à Engenharia de Avaliações desenvolvidos nacionalmente, criados com o objetivo de propiciar, com ganho de qualidade, tempo e precisão ,a análise para determinar, na grande maioria dos casos, a incógnita ou variável dependente “Valor de Avaliação “ de um bem.

O estudo em questão refere-se a retratar a importância do uso de Variáveis de Interação ou informalmente chamadas de “Variáveis Gambiarra”, quando da construção de modelos estatísticos mais representativos do mercado imobiliário.

Isto porque, apesar de bons resultados estatísticos um modelo estatístico (normalidade, homocedasticidade, não multicolinearidade, não-autocorrelação, independência ou inexistência de pontos atípicos, etc...), pode ocorrer que carência na análise mais profunda do comportamento das variáveis independentes leve o Engenheiro de Avaliações a conclusões viesadas .

Embora o modelo de regressão seja uma representação simplificada do mercado imobiliário, por não possuir todas as suas informações, deve permitir ao avaliador inferir corretamente quanto ao seu comportamento.

Desta forma , em função da carência de dados de mercado de um mesmo tipo, opta-se , com o objetivo de não incorrer em micronumerosidade de dados, pela inserção de mais de um tipo de agrupamento num mesmo modelo, geralmente com a utilização de variáveis “dummy” (também conhecidas como binárias ou dicotômicas) para diferenciar um agrupamento do outro.

Porém, conforme disposto na norma de avaliações NBR 14653, marco regulatório da ciência avaliatória, o estudo de variáveis de interação visa contemplar as diferenças significativas entre esses grupos, sendo obrigatória a verificação da influência das interações entre as variáveis.

O que, em função dos prazos exíguos exigidos pelos contratantes para a elaboração de um Laudo de Avaliação, aliado a carência de dados de mercado de uma ou mais características, inúmeras vezes não é feito, gerando conclusões errôneas e desastrosas, como por exemplo, subavaliação ou superavaliação de um imóvel com característica de um dos agrupamentos em relação ao outro agrupamento, ou levando o investidor a tomada de decisão lesiva ao seu patrimônio e a seus investimentos (p. ex.: reformar para vender ou reformar para locar ; demolir e reincorporar ou vender), estimando taxas de rentabilidade que subsidiarão a tomada de decisão .

Este estudo visa sensibilizar o Engenheiro de Avaliações no aperfeiçoamento da construção de modelos estatísticos mais robustos, menos subjetivos, não tendenciosos , não viesados e mais fiéis ao comportamento do mercado imobiliário.

2. FUNDAMENTAÇÃO

Para a elaboração de um modelo de regressão fidedigno do comportamento do mercado imobiliário para uma ou mais de uma tipologias ou finalidades ou características (dois ou mais agrupamentos de dados num mesmo modelo) os pressupostos básicos como especificação, linearidade, normalidade, homocedasticidade, não multicolinearidade, não-autocorrelação, independência ou inexistência de pontos atípicos devem estar presentes.

Para tanto, a qualidade da amostra é fundamental, e conforme disposto na **NBR 14653 – parte 2, item 8.2.1.4 Tratamento de dados**, a qualidade da amostra deve esta assegurada quanto a:

a) correta identificação de dados de mercado, com especificação e quantificação das principais variáveis levantadas, mesmo aquelas não utilizadas no modelo;

b) isenção das fontes de informação;

c) identificação das fontes de informação, observada a exceção contida no item 8.2.1.3.3;

d) Número de dados efetivamente utilizados, de acordo com o grau de fundamentação;

e) sua semelhança com o imóvel objeto da avaliação, no que diz respeito à sua situação, à destinação, ao grau de aproveitamento e às características físicas; diferenças relevantes perante o avaliando devem ser tratadas adequadamente nos modelos adotados;

f) inserção de mais de um tipo de agrupamento num mesmo modelo. Nestes casos, o engenheiro de avaliações deve se certificar de ter contemplado as diferenças significativas entre esses grupos, sendo obrigatória a verificação da influência das interações entre as variáveis.

Embora a adoção de variáveis quantitativas seja o mais indicado no intuito de minimizar o subjetivismo de um estudo, as variáveis qualitativas dificilmente podem ser preteridas, sendo que, conforme a NBR 14653-2, no item 8.2.1.2.2 Variáveis Independentes, é indicado por ordem de prioridade o emprego de tantas variáveis “dummy” quantas forem necessárias. Ex: numa mesma amostra constam dados de locações e vendas; ofertas e transações; de lotes e glebas; salas comerciais e lojas; apartamentos térreos, de andar tipo e apartamentos de cobertura, entre outros.

Em todos estes casos observa-se a existência de dicotomia, atribuindo-se, geralmente, valor 1 (um) para a variável quando determinada característica estiver presente, e zero em caso contrário; caso existam mais características a serem estudadas, pode-se utilizar a dicotomia múltipla (p. ex. padrão de acabamento, podendo ser alto, normal alto, normal, normal-baixo, baixo e mínimo; ou estado de conservação, podendo assumir a situação de ruim, regular, bom e novo).

Pode-se atribuir níveis como por exemplo 0, 1 e 2 para a variável, mas o fato de que a diferença entre um nível e o subsequente sempre será igual pode não ser coerente com o comportamento do mercado imobiliário na formação do valor dos imóveis nestas situações. Logo, é imprescindível aplicar mais de uma variável tipo “dummy” para evitar a tendenciosidade do modelo.

Em Dantas (AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS UTILIZANDO MODELOS ESPECIAIS - IX COBREAP), “A introdução de uma variável “dummy” no modelo, divide uma amostra em duas subamostras e igualmente em dois “submodelos”.

Num modelo estatístico sem variáveis de interação, a utilização de variáveis “dummy” para diferenciar elementos e /ou características em relação a outras equivale a assumir a condição de que as características e/ou elementos de um agrupamento influiriam na mesma proporção na formação do valor de avaliação de características e /ou elementos de outro agrupamento , ambos pertencentes a submodelos dentro de um único modelo estatístico..Isto que pode ou não ocorrer, havendo a necessidade de se fazer a verificação se isto é ou não verdadeiro, evitando as conclusões viesadas e as projeções de valor incoerentes com a realidade do mercado.

3. DESENVOLVIMENTO DE CASO PRÁTICO

Na sequência, apresenta-se caso prático de avaliação de imóvel comercial (sala comercial com 41 m² de área privativa principal construída), localizado em bairro expressivo de grande capital brasileira com perfil de locação e venda de salas comerciais para profissionais liberais , com padrão construtivo Alto, estado de conservação como nvo, ocupadas por escritórios de advocacia, consultórios médicos, seguradoras, imobiliárias, firmas de engenharia e arquitetura,entre outros tipos de atividade, com toda a infra-estrutura urbana e de serviços existente na cidade e próxima a um dos centros comerciais mais pujantes da capital, com fácil acesso ao centro da cidade e aos demais bairros.

A amostra efetivamente utilizada é de 55 (cinquenta e cinco) dados de mercado de salas comerciais .Foram utilizadas 6 (seis) variáveis independentes que se mostraram significativas no modelo em questão.

Foram elaborados dois modelos estatísticos de regressão linear múltipla, ambos utilizando variáveis “dummy “ chamada de Mercado, sendo seu valor igual a “1” indicando que trata-se de dados do mercado de compra e venda e quando assume o valor “0” .

Os modelos são denominados de MODELO A (sem variáveis de interação) e MODELO B (com variáveis de interação).

O software utilizado é o CastleR que permite o estudo de diversas variáveis de interação ao mesmo tempo, através de seu módulo especial de análise de modelos de regressão misto, que permite ajustar modelos de regressão linear múltipla utilizando dados de mercado de locação ou de compra e venda em uma mesma base de dados .

A incógnita ou variável independente é o valor unitário de Venda ou Valor de Locação mensal, expressa em R\$/m², para um mesmo imóvel avaliando.

Abaixo se apresenta a tabela 01 completa das variáveis independentes utilizadas no modelo de regressão estudado:

Nome	Código	Descrição
Preço Unitário	Y	Preço de Venda ou de Locação / Área Privativa Principal Construída
Mercado	X1	Indica se o dado apresenta preço de venda ou de aluguel, em um modelo misto. Valores assumidos: 0(aluguel) e 1(venda).
Data do Evento	X2	Período de contagem: mensal. Tem como referência inicial o dado mais antigo.
dist. ao pólo: 'Calçadão da Rua XV'	X3	Quantitativa - Variável que conterà a distância de cada dado ao Calçadão da Rua XV, no centro de Curitiba.
Renda IBGE 2010	X4	Qualitativa - Variável proxy para localização. Kriging - Determinada por método de regressão usando geoestatística espacial na interpolação de valores (Renda, por setor censitário, IBGE 2010). Parâmetros Base de interpolação espacial: Método Ordinário, Modelo Esférico de Semi-Variograma e 12 metros de Tamanho de Célula de saída.
Padrão de Acabamento Automático	X5	Qualitativa. De comportamento Proxy. Tem valor calculado automaticamente, cruzando-se informações sobre as características de acabamento do imóvel com as tipologias padrões atuais do SINAPI, para a unidade da federação referente. Paraná: Coleta SINAPI de setembro de 2014 (mínimo: R\$ 534,04, baixo: R\$ 713,40, normal: R\$ 860,09 e alto: R\$ 936,33).
Área Privativa Principal Construída	X6	Quantitativa. Área da unidade autônoma de uso exclusivo, destinada à moradia, atividade ou uso principal da edificação, situada em determinado andar ou em dois ou mais andares interligados por acesso também privativo.

TABELA 1: Variáveis consideradas nos modelos de regressão linear múltipla

Entretanto, foram analisadas outras variáveis independentes para explicar o comportamento do mercado imobiliário estudado, conforme ilustrado na tabela 02:

Nome	Tipo	Descrição
* Tipo do Negócio (Transação)	Dicotômica Grupo	em-
* Tipo do Negócio (Oferta)	Dicotômica Grupo	em Assume os valores: 1(presente) e 0(ausente).
* Idade Real/Estimada	Discreta	Quantitativa. Aproximação da idade real do imóvel, levando-se em consideração as suas características construtivas.
* Intensidade do Tráfego de Veículos	Código alocado	Qualitativa. Valores assumidos: 1(entre Regular e Fraco), 2(Regular), 3(entre Forte e Regular) e 4(Forte).
* Intensidade do Tráfego de Pedestres	Código alocado	Qualitativa. Valores assumidos: 1(Regular, Fraco, entre Regular e Fraco), 2(entre Forte e Regular) e 3(Forte).
* Pé-direito	Contínua	Quantitativa. Medida que indica a distância do pavimento ao teto.
* Testada Principal	Contínua	Quantitativa. Medida da frente do imóvel.
* Mercado x Data#	Contínua	Resultado da multiplicação entre a variável 'Mercado' e a variável 'Data do Evento'. Variável de Interação Mercado com Data
* Mercado x Intensidade de Traf de Pedestres#	Contínua	Resultado da multiplicação entre a variável 'Mercado' e a variável 'Intensidade do Tráfego de Pedestres'. Variável de interação entre mercado e Intensidade de Traf. Pedestres
* Ln dist Calçada da XV#	Contínua	Resultado da logaritmização entre a variável 'dist. ao polo: 'Calçada da Rua XV' e 2,71828182845905.

TABELA 2: Variáveis independentes analisadas e desconsideradas dos modelos de regressão

O critério adotado para o cálculo do modelo de regressão com variáveis de interação foi de que primeiramente se determinaria um modelo de regressão linear múltipla, sem considerar as interações entre as variáveis chamado de modelo A, obtendo as melhores transformações de escala para ajustamento do modelo, segundo as exigências quanto a normalidade, homocedasticidade, ausência de autocorrelação, significâncias estatísticas da NBR 14653.

Após a determinação do modelo sem variáveis de interação, se identifica as melhores variáveis e as transformações de escala que melhor se ajustam aos dados de mercado pesquisado.

Considerando que os dados de mercado apresentam dois agrupamentos, composto de dados do mercado de locação e de venda, é necessário efetuar as análises das variáveis de interação entre os dois agrupamentos para atendimento das exigências da ABNT NBR 14653-2:2011.

As variáveis de interação consideradas são resultantes da multiplicação da variável dicotômica "MERCADO" por todas as demais variáveis independentes, conforme ilustrado na tabela 3 que segue:

Nome	Tipo	Descrição
* Mercado x ln (dist pólo calçada da XV)#	Contínua	Resultado da multiplicação entre a variável 'Mercado' e a variável 'ln dist Calçada da XV'.
Mercado * INVPadrão de Acabamento	Contínua	Resultado da divisão entre 1 e a variável 'Padrão de Acabamento Automático'.
Mercado * Data do Evento	Contínua	Resultado da divisão entre 1 e a variável 'Área Privativa Principal Construída'.
Mercado x Inv padrão#	Contínua	Resultado da multiplicação entre a variável 'Mercado' e a variável 'INVPadrão'.
Mercado x INv Area#	Contínua	Resultado da multiplicação entre a variável 'Mercado' e a variável 'INVArea'.
Mercado x Renda Ibge	Contínua	Resultado da multiplicação entre a variável 'Mercado' e a variável 'Renda IBGE'.

Tabela 03: Variáveis especiais de interação analisadas

Onde:

INVPadrão = 1/Padrão de Acabamento

INVArea = 1/Área Privativa construída

3.1 MODELO A (sem variável de interação)

As variáveis aplicadas no modelo estatístico apresentam as seguintes características:

Variável	Transf. unidade	tipo	coeficiente	t	Significância	Crescimento
Y	ln(y) R\$/m ²	Variável dependente	-	-	-	-
X1	x	Dicotômica Isolada	5,5821	71,671	0,01%	26462,88543%

Variável	Transf. unidade	tipo	coeficiente	t	Significância	Crescimento
X2	x		de-0,033766	-2,168	3,51402%	-2,66515%
		Variável Tempo				
X3	ln(x)	m	--0,152224	-5,107	0,01%	-4,00712%
		Contínua geoespacial				
X4	x	R\$	-8,4E-05	5,616	0,01%	8,19329%
		Contínua geoespacial				
X5	1/x	R\$	-3695,425764	-9,247	0,01%	12,11597%
		Contínua				
X6	1/x	m ²	7,082963	2,235	3,0072%	-2,58249%
		Contínua				

Equações

As funções de ajuste calculadas são as seguintes:

Tipo	Função
Função Estimativa	$Y = e^{(8,30484288747892 + 5,58210004973213 * X1 - 0,0337663863985376 * X2 - 0,152224199727097 * \ln(X3) + 8,38659201103436E-05 * X4 - 3695,42576403895 / X5 + 7,082962725882 / X6)}$
Equação de Regressão	$\ln(Y) = 8,30484288747892 + 5,58210004973213 * X1 - 0,0337663863985376 * X2 - 0,152224199727097 * \ln(X3) + 8,38659201103436E-05 * X4 - 3695,42576403895 / X5 + 7,082962725882 / X6$

Todos os resultados estatísticos e gráficos são apresentados nos anexos.

Características do Avaliando:

Nome	Código	Valor
Preço Unitário	Y	Preço de Venda ou de Locação / Área Privativa Principal Construída
Mercado	X1	1 (venda) e 0 (Locação)
Data do Evento	X2	9 (Fev/2015)
dist. ao pólo: 'Calçadão da Rua XV'	X3	2449 m
Renda IBGE 2010	X4	7.585,44
Padrão de Acabamento Automático	X5	875
Área Privativa Principal Construída	X6	41 m ²

VALORES CALCULADOS:

Aluguel:

Inferido: Valor

Nível de Confiança: 80%

Estimador Pontual: Mediana

Precisão do Avaliando: grau III

Estimador pontual - Valor Mediano (Unitário): R\$ 29,92 / m² (0%)

Intervalo de Confiança (Unitário): R\$ 26,39 / m² (-11,81%) à R\$ 33,93 / m² (13,39%)

Campo de Arbítrio (Unitário): R\$ 25,44 / m² (-15%) à R\$ 34,41 / m² (15%)

Amplitude (Unitário): R\$ 7,54 / m² (25,19%)

Valor Definido (Unitário): R\$ 29,92 / m² (0%)

Estimador pontual - Valor Mediano (Total): R\$ 1.226,86 (0%)

Intervalo de Confiança (Total): R\$ 1.082,01 (-11,81%) à R\$ 1.391,11 (13,39%)

Campo de Arbítrio (Total): R\$ 1.042,84 (-15%) à R\$ 1.410,89 (15%)

Amplitude (Total): R\$ 309,09 (25,19%)

Valor Definido (Total): R\$ 1.226,86 (0%)

Venda:

Inferido: Valor

Nível de Confiança: 80%

Estimador Pontual: Mediana

Precisão do Avaliando: grau III

Estimador pontual - Valor Mediano (Unitário): R\$ 7.948,55 / m² (0%)

Intervalo de Confiança (Unitário): R\$ 7.339,40 / m² (-7,66%) à R\$ 8.608,27 / m² (8,3%)

Campo de Arbítrio (Unitário): R\$ 6.756,27 / m² (-15%) à R\$ 9.140,84 / m² (15%)

Amplitude (Unitário): R\$ 1.268,87 / m² (15,96%)

Valor Definido (Unitário): R\$ 7.948,55 / m² (0%)

Estimador pontual - Valor Mediano (Total): R\$ 325.890,67 (0%)

Intervalo de Confiança (Total): R\$ 300.915,25 (-7,66%) à R\$ 352.939,01 (8,3%)

Campo de Arbítrio (Total): R\$ 277.007,07 (-15%) à R\$ 374.774,27 (15%)

Amplitude (Total): R\$ 52.023,76 (15,96%)

Valor Definido (Total): R\$ 325.890,67 (0%)

Resumo dos Valores

Valor de Aluguel :R\$ 1.226,86

Valor de Venda : R\$ 325.890,67

Taxa de rentabilidade estimada: 0,37646% a.m

3.2 MODELO B (com variável de interação)

Adotando o conjunto de variáveis independentes selecionadas no modelo A (sem variáveis de interação), e as escalas das variáveis após a inclusão das variáveis de interação no modelo, uma de cada vez, para o conjunto de dados foi selecionada a interação em MERCADO e RENDA, indicando que é esta a melhor interação entre todas as variáveis analisadas;

Mostraram-se significativas e estão presentes, no modelo estatístico, as seguintes variáveis:

Nome		Descrição
Preço Unitário	Y	Preço de Venda ou de Locação / Área Privativa Principal Construída
Mercado	X1	Indica se o dado apresenta preço de venda ou de aluguel, em um modelo misto. Valores assumidos: 0(aluguel) e 1(venda).
Data do Evento	X2	Período de contagem: mensal. Tem como referência inicial o dado mais antigo.
dist. ao polo: 'Calçadão da Rua XV'	X3	Quantitativa - Variável que conterà a distância de cada dado ao Calçadão da Rua XV, no centro de Curitiba.
Renda IBGE 2010	X4	Qualitativa - Variável proxy para localização. Kriging - Determinada por método de regressão usando geoestatística espacial na interpolação de valores (Renda, por setor censitário, IBGE 2010). Parâmetros Base de interpolação espacial: Método Ordinário, Modelo Esférico de Semi-Variograma e 12 metros de Tamanho de Célula de saída.
Padrão de Acabamento Automático	X5	Qualitativa. De comportamento Proxy. Tem valor calculado automaticamente, cruzando-se informações sobre as características de acabamento do imóvel com as tipologias padrões atuais do SINAPI, para a unidade da federação referente. Paraná: Coleta SINAPI de setembro de 2014 (mínimo: R\$ 534,04, baixo: R\$ 713,40, normal: R\$ 860,09 e alto: R\$ 936,33).
Área Privativa Principal Construída	X6	Quantitativa. Área da unidade autônoma de uso exclusivo, destinada à moradia, atividade ou uso principal da edificação, situada em determinado andar ou em dois ou mais andares interligados por acesso também

Nome	Descrição
	privativo.
Mercado x Renda# X7	Resultado da multiplicação entre a variável 'Mercado' e a variável 'Renda IBGE 2010'. Variável de Interação Mercado com Renda

Parâmetros dos Regressores

As variáveis aplicadas no modelo estatístico apresentam as seguintes características:

	unidade	tipo	coeficiente	t	significância	acrescimento	
Y	ln(y)	R\$/m ²	Variável dependente	-	-	-	-
X1	x		Dicotômica Isolada	5,266556	25,5160	0,01%	19274,75096%
X2	x		Variável Tempo	-0,030761	-1,996	5,17631%	-2,43086%
X3	ln(x)	m	Contínua geoespacial	-0,14102	-4,69	0,01%	-3,71773%
X4	x	R\$	Contínua geoespacial	-4,2E-05	1,459	15,11431%	4,06942%
X5	1/x	R\$	Contínua	-3862,948008	-9,523	0,01%	12,69873%
X6	1/x	m ²	Contínua	6,651376	2,129	3,85408%	-2,42705%
X7	x		Contínua variável própria, calculada	-5,1E-05	1,646	10,64026%	6,42734%

Equações

As funções de ajuste calculadas são as seguintes:

Tipo	Função
Função Estimativa	$Y = e^{(8,67168020207379 + 5,26655581429591 * X1 - 0,0307611954529547 * X2 - 0,141019597315386 * \ln(X3) + 4,24796812441425E-05 * X4 - 3862,94800787893 / X5 + 6,65137627287658 / X6 + 5,07436165079062E-05 * X7)}$
Equação de Regressão	$\ln(Y) = 8,67168020207379 + 5,26655581429591 * X1 - 0,0307611954529547 * X2 - 0,141019597315386 * \ln(X3) + 4,24796812441425E-05 * X4 - 3862,94800787893 / X5 + 6,65137627287658 / X6 + 5,07436165079062E-05 * X7$

Características do Imóvel Avaliado

Nome		Descrição
Mercado	X1	Indica se o dado apresenta preço de venda ou de aluguel, em um modelo misto. Valores assumidos: 0(aluguel) e 1(venda).
Data do Evento	X2	9 (Fev/2015)
dist. ao polo: 'Calçada da Rua XV'	X3	2449 m
Renda IBGE 2010	X4	7585,44
Padrão de Acabamento Automático	X5	875
Área Privativa Construída	X6	41 m ²
Mercado x Renda#	X7	Resultado da multiplicação entre a variável 'Mercado' e a variável 'Renda IBGE 2010'. Variável de Interação Mercado com Renda, valores: 7585,44 (Venda) e 0 (Aluguel)

Variável de Interação (X7) : MERCADO x RENDA

VALORES CALCULADOS:

Aluguel:

Inferido: Valor

Nível de Confiança: 80%

Estimador Pontual: Mediana

Precisão do Avaliando: grau III

Estimador pontual - Valor Mediano (Unitário): R\$ 28,91 / m² (0%)

Intervalo de Confiança (Unitário): R\$ 25,47 / m² (-11,88%) à R\$ 32,80 / m² (13,48%)

Campo de Arbítrio (Unitário): R\$ 24,57 / m² (-15%) à R\$ 33,24 / m² (15%)

Amplitude (Unitário): R\$ 7,33 / m² (25,36%)

Valor Definido (Unitário): R\$ 28,91 / m² (0%)

Estimador pontual - Valor Mediano (Total): R\$ 1.185,15 (0%)

Intervalo de Confiança (Total): R\$ 1.044,34 (-11,88%) à R\$ 1.344,94 (13,48%)

Campo de Arbítrio (Total): R\$ 1.007,38 (-15%) à R\$ 1.362,92 (15%)

Amplitude (Total): R\$ 300,59 (25,36%)

Valor Definido (Total): R\$ 1.185,15 (0%)

Venda:

Inferido: Valor

Nível de Confiança: 80%

Estimador Pontual: Mediana

Precisão do Avaliando: grau III

Estimador pontual - Valor Mediano (Unitário): R\$ 8.229,81 / m² (0%)

Intervalo de Confiança (Unitário): R\$ 7.573,99 / m² (-7,97%) à R\$ 8.942,43 / m² (8,66%)

Campo de Arbítrio (Unitário): R\$ 6.995,34 / m² (-15%) à R\$ 9.464,29 / m² (15%)

Amplitude (Unitário): R\$ 1.368,44 / m² (16,63%)

Valor Definido (Unitário): R\$ 8.229,81 / m² (0%)

Estimador pontual - Valor Mediano (Total): R\$ 337.422,37 (0%)

Intervalo de Confiança (Total): R\$ 310.533,43 (-7,97%) à R\$ 366.639,61 (8,66%)

Campo de Arbítrio (Total): R\$ 286.809,02 (-15%) à R\$ 388.035,73 (15%)

Amplitude (Total): R\$ 56.106,18 (16,63%)

Valor Definido (Total): R\$ 337.422,37 (0%)

Valor de Aluguel :R\$ 1.185,15

Valor de Venda : R\$ 337.422,37

Taxa de rentabilidade estimada: 0,35123% a.m

O modelo B, considerando variável de interação, tem todos os resultados estatísticos apresentados nos anexos.

3.3 COMPARAÇÕES ENTRE MODELO A (sem variável de interação) e MODELO B (com variável de interação):

Fazendo um comparativo entre os modelos, conclui-se que a variável de interação deve ser inserida num modelo estatístico de regressão que possua variável “dummy” pois, sem sua análise, chegar-se-ia a percentual de rentabilidade do aluguel sobre a venda superestimado em 0,3765 % a.m, divergente do que ocorre no mercado imobiliário quando se considera a interação entre a variável Mercado e Renda IBGE 2010 que resulta na taxa de rentabilidade do aluguel sobre a venda de 0,3512% a.m. Quanto maior esta diferença, maior risco de emitir conclusões viesadas correrá o Engenheiro de Avaliações ao determinar o valor de mercado ou o estudo de viabilidade , com relação a um capital a ser imobilizado ou investido.

Tal conclusão indica que quanto melhor a localização do avaliando, ou seja, quanto maior a renda IBGE 2010 de onde se localiza o avaliando, maior é seu o valor de mercado e menor o valor de locação reduzindo a atratividade deste para venda, pois, ao locador, a renda a ser auferida é inferior a taxa de rentabilidade de qualquer aplicação financeira comum no mercado, pois a taxa de rentabilidade se reduz , para esta tipologia, quando considerada a interação, a medida que a localização melhora.

Por outro lado, na visão do inquilino, considerando que a taxa de rentabilidade é menor quando se considera a interação Mercado x Renda , é vantajoso alugar imóvel comercial ao invés de adquiri-lo, em locais de grande valorização, na Capital estudada.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Do estudo do caso apresentado, pode-se concluir sobre a importância da consideração das variáveis de interação na elaboração de modelos estatísticos de regressão múltipla que utilizam variáveis “dummy”, pois a simples utilização das mesmas pode não ser suficiente para explicar a variação do valor de avaliação conforme o agrupamento em que se encontram os dados.

Outras tipologias imobiliárias podem ser estudadas, como por exemplo: casas pertencentes ou não a condomínios, apartamentos localizados em empreendimentos com infra-estrutura de clube e aqueles que só possuem play-ground , terrenos para incorporação e terrenos unifamiliares, lojas localizadas fora e dentro de shoppings, imóveis com financiamento garantido por instituição financeira e os não garantido, entre outros. Outros estudos também podem ser feitos sobre o comportamento do mercado com a análise de dados utilizando-se as variáveis de interação, como por exemplo, o estado de conservação de um imóvel é mais importante para locação ou para a venda do mesmo? Existe retorno financeiro para o vendedor /locatário em disponibilizar para venda ou locação uma kitinete mobiliada? Vale a pena reformar um imóvel comercial, seja sala ou loja, com o intuito de locá-lo ou vendê-lo, ou se tratará de uma despesa que onerará o proprietário, e não facilitará o negócio , pois o inquilino ou futuro proprietário certamente o adaptará à especificidade do ramo de negócios no qual atua ? Somente após a inclusão das variáveis prováveis de interação num modelo estatístico, poder-se-á testar as diferentes hipóteses possíveis e influenciadoras para alteração de valores em proporção coerente com o mercado imobiliário e verificar não só “se influencia”, mas “o quanto influencia”, minimizando a subjetividade e o risco inerentes à tomada de decisão, bem como apontando a alternativa mais rentável para a aplicação do capital.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DANTAS, R. A. . - **AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS UTILIZANDO MODELOS ESPECIAIS – IX COBREAP**

KMENTA, J. (1978) – **ELEMENTOS DE ECONOMETRIA - ATLAS**

ABNT - **NBR-14653 NORMA BRASILEIRA DE AVALIAÇÃO DE BENS** Parte 1- Avaliação de bens- Procedimentos Gerais e Parte 2 – Avaliação de Bens – Imóveis Urbanos.

CASAROTTO FILHO, N. e KOPITKE, B.H.(1996) – **ANÁLISE DE INVESTIMENTOS – ATLAS**

GUJARATI, Damodar N. **Econometria Básica**; tradução da quarta edição por Maria José Cyhlar Monteiro – Rio de Janeiro: Elsevier, 2006

HAIR, Jr., J.F.; Anderson, R.E.; TATHAN, R.L.; BLACK, W.C. **Análise Multivariada de Dados** – Porto Alegre: Bookman, 2005.

STOCK, James H.; WATSON, Mark W.
Wesley, 2004.

Econometria - São Paulo: Addison

WOOLDRIDGE, Jeffrey M. **Introdução à Econometria: uma abordagem moderna** – São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006.

6. ANEXOS – Memoriais de Cálculo Estatístico

MODELO A - Sem Variável de Interação

Tipologia Escritório

1 Caracterização

Caracterização da Avaliação:

- Identificação: Modelo Artigo
- Tipo de Valor a ser Inferido: Misto (Venda e Aluguel)
- Descrição: Modelo Artigo

2 Resultado

Valor atribuído Escritório:

Imóvel Avaliado	Valor de Aluguel	Valor de Venda
Rua Padre Anchieta, 2050	R\$ 1.226,86/mês	R\$ 325.890,67

Taxa de rentabilidade = 0,3765% a.m

3 Discussão Estatística

3.1 Regressão Linear

Após execução de todos os testes e cálculos necessários, utilizando-se de 6(SEIS) variáveis independentes efetivas, que se mostraram as mais representativas, em conjunto, nesta análise, elaborou-se modelo de regressão linear e tratamento estatístico aplicável, baseado na amostra de 55(CINQUENTA E CINCO) dados de mercado, cujos resultados elementares foram:

- Coeficiente de Determinação (R^2): 0,994302983146163(er)
- Coeficiente de Determinação Ajustado (R ajustado²): 0,993590856039433(er)
- Coeficiente de Correlação (R): 0,99714742297524(er)

3.2 Coeficiente de Determinação

Medida de ajuste utilizada na inferência estatística e que se pode obter da soma dos quadrados dos resíduos (SQR), sendo, também, a proporção da melhoria que pode ser debitada ao nosso modelo em relação à Soma dos Quadrados Totais (SQT).

O coeficiente de determinação representa o poder de explicação das variáveis independentes, sobre a variável dependente.

Na análise de regressão linear múltipla, o coeficiente de determinação R^2 , na maioria das vezes, aumenta (e nunca diminui) quando é adicionada nova variável independente, exceto quando este estiver perfeitamente correlacionado com as demais variáveis independentes, visto que, ao se acrescentar novas variáveis ao modelo, estas diminuem o SQR.

O modelo adotado responde por 99,43%(er) e por 91,29%(fe) da formação dos preços pertencentes à amostra.

3.3 Coeficiente de Correlação

O coeficiente de correlação (ou R) é obtido do R^2 e nos fornece uma medida de força de correlação entre as variáveis do modelo estatístico.

Para efeitos de classificação, quanto à intensidade de correlação entre as variáveis, utiliza-se a seguinte escala:

- Correlação Perfeita: $R = 1,00$
- Correlação Forte: $1,00 > R \geq 0,75$
- Correlação Média: $0,75 > R \geq 0,50$
- Correlação Fraca: $0,50 > R > 0,00$
- Correlação Inexistente: $R = 0$

O modelo de regressão, aqui ajustado, indica um coeficiente de correlação Forte para a Equação de Regressão (99,71%) e também para a Função Estimativa (95,54%).

3.4 Análise da Variância

Uma parte importante da análise de variância é a estatística F (Fisher-Snedecor) e sua significância estatística, trata-se de uma medida da qualidade de ajuste do modelo.

A estatística F mede quanto o modelo matemático melhorou na previsão dos valores, comparando-se com o seu nível de não precisão.

Testada a hipótese nula da não representatividade do modelo, obteve-se:

- Equação de Regressão: F calculado em 1396,24369547217, correspondendo ao nível de significância de 0,01% e confiabilidade mínima de 99,99%.
- Função Estimativa: F calculado em 83,8226597121668, correspondendo ao nível de significância de 0,01% e confiabilidade mínima de 99,99%.

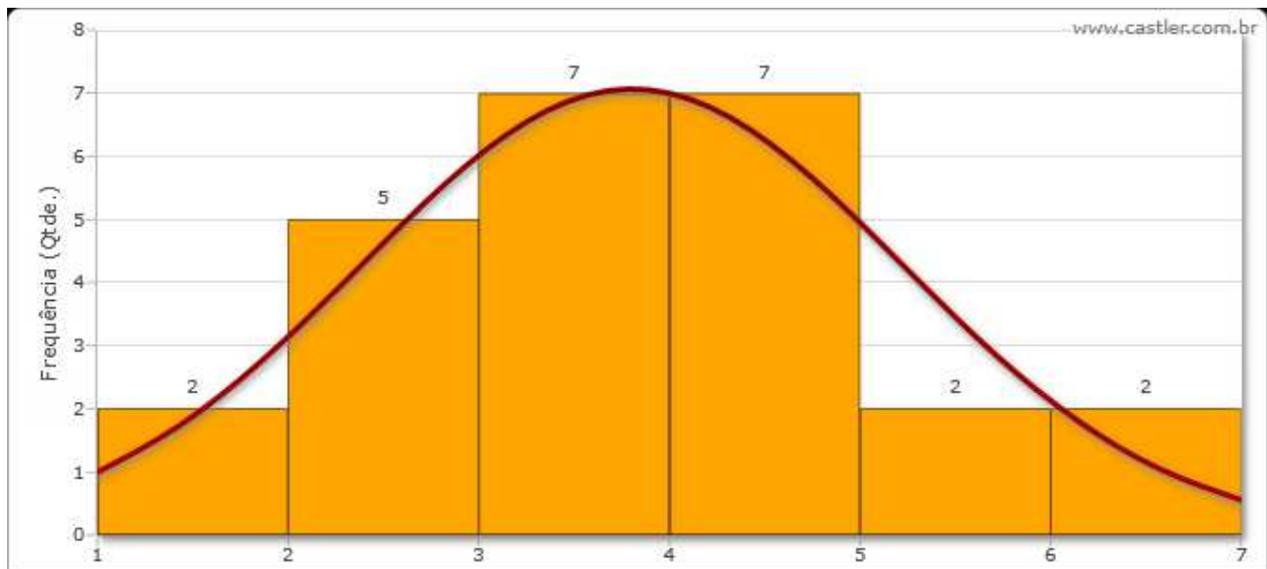
3.5 Normalidade dos Resíduos

A existência da normalidade dos resíduos é uma suposição essencial para que os resultados do ajuste do modelo de regressão linear sejam confiáveis.

Em uma distribuição normal de resíduos, a probabilidade de o valor estar no intervalo que dista um desvio-padrão da média é cerca de 68%; a probabilidade de estar no intervalo que dista 1,64 desvio padrões da média é de 90% e a probabilidade de estar no intervalo que dista dois desvios-padrão da média é cerca de 95%.

Os valores, aqui obtidos, são:

- -1dp à 1dp: 73%(er)
- -1,64dp à 1,64dp: 89%(er)
- -1,96dp à 1,96dp: 98%(er)



Histograma dos Resíduos

3.6 Outliers

São os resíduos extremos que apresentam alto afastamento dos restantes, sendo considerados, também, pontos atípicos à massa de dados.

Identifica-se, no presente modelo de regressão estatística, 1 (1,82%) outlier(s) acima de $\pm 2DP$ para a Equação de Regressão e 4 (7,27%) para a Função Estimativa.

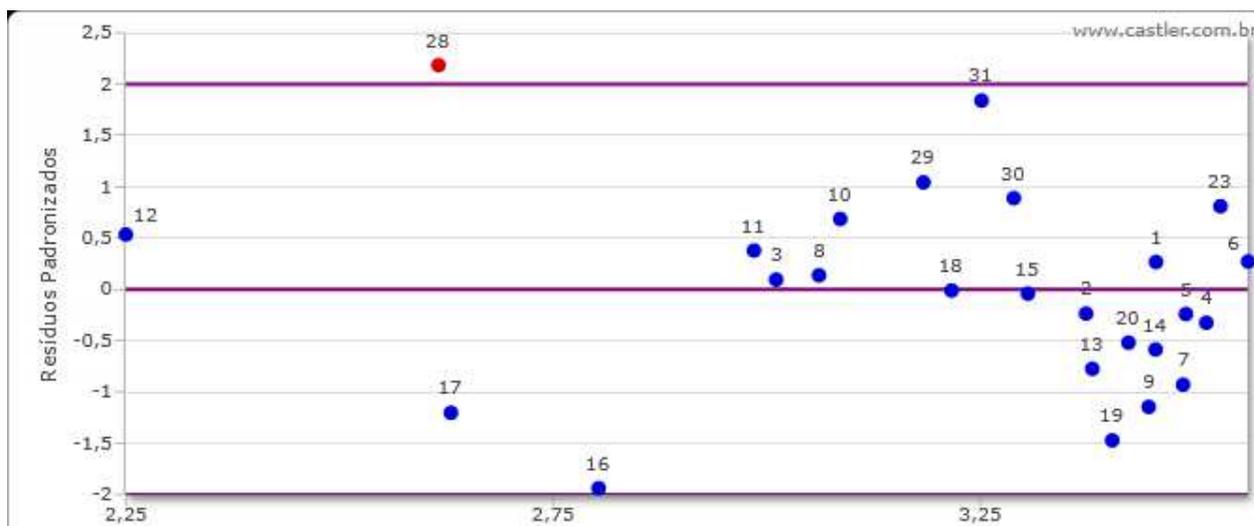
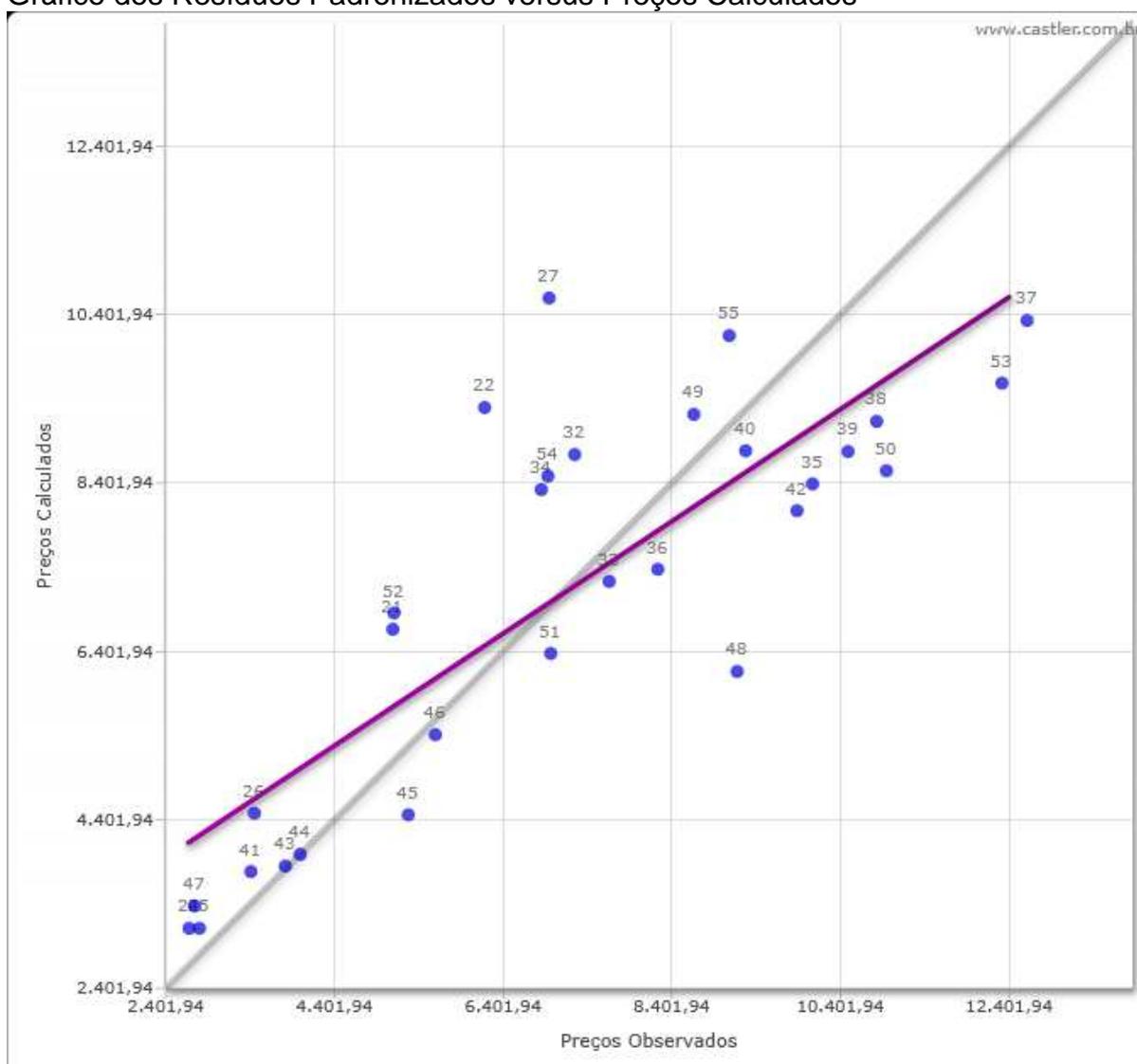


Gráfico dos Resíduos Padronizados versus Preços Calculados



Teste de Aderência: Preços Calculados versus Preços Observados

4 Variáveis

4.1 Aplicadas

Mostraram-se significativas e estão presentes, no modelo estatístico, as seguintes variáveis:

Nome		Descrição
Preço Unitário	Y	Preço de Venda ou de Locação / Área Privativa Principal Construída
Mercado	X1	Indica se o dado apresenta preço de venda ou de aluguel, em um modelo misto. Valores assumidos: 0(aluguel) e 1(venda).
Data do Evento	X2	Período de contagem: mensal. Tem como referência inicial o dado mais antigo.
dist. ao polo: 'Calçadão da Rua XV'	X3	Quantitativa - Variável que conterà a distância de cada dado ao Calçadão da Rua XV, no centro de Curitiba.
Renda IBGE 2010	X4	Qualitativa - Variável proxy para localização. Kriging - Determinada por método de regressão usando geoestatística espacial na interpolação de valores (Renda, por setor censitário, IBGE 2010). Parâmetros Base de interpolação espacial: Método Ordinário, Modelo Esférico de Semi-Variograma e 12 metros de Tamanho de Célula de saída.
Padrão de Acabamento Automático	X5	Qualitativa. De comportamento Proxy. Tem valor calculado automaticamente, cruzando-se informações sobre as características de acabamento do imóvel com as tipologias padrões atuais do SINAPI, para a unidade da federação referente. Paraná: Coleta SINAPI de setembro de 2014 (mínimo: R\$ 534,04, baixo: R\$ 713,40, normal: R\$ 860,09 e alto: R\$ 936,33).
Área Privativa Principal Construída	X6	Quantitativa. Área da unidade autônoma de uso exclusivo, destinada à moradia, atividade ou uso principal da edificação, situada em determinado andar ou em dois ou mais andares interligados por acesso também privativo.

4.2 Parâmetros dos Regressores

As variáveis aplicadas no modelo estatístico apresentam as seguintes características:

	unidade	tipo		coeficiente	t	significância	acrescimento
Y	ln(y)	R\$/m ²	Variável dependente	-	-	-	-
X1	x		Dicotômica Isolada	5,5821	71,671	0,01%	26462,88543%
X2	x		Variável de Tempo	-0,033766	-2,168	3,51402%	-2,66515%
X3	ln(x)	m	Contínua - geoespacial	-0,152224	-5,107	0,01%	-4,00712%
X4	x	R\$	Contínua - geoespacial	8,4E-05	5,616	0,01%	8,19329%
X5	1/x	R\$	Contínua	-3695,425764	-9,247	0,01%	12,11597%
X6	1/x	m ²	Contínua	7,082963	2,235	3,0072%	-2,58249%

5 Equações

As funções de ajuste calculadas são as seguintes:

Tipo	Função
Função Estimativa	$Y = e^{(8,30484288747892 + 5,58210004973213 * X1 - 0,0337663863985376 * X2 - 0,152224199727097 * \ln(X3) + 8,38659201103436E-05 * X4 - 3695,42576403895 / X5 + 7,082962725882 / X6)}$
Equação de Regressão	$\ln(Y) = 8,30484288747892 + 5,58210004973213 * X1 - 0,0337663863985376 * X2 - 0,152224199727097 * \ln(X3) + 8,38659201103436E-05 * X4 - 3695,42576403895 / X5 + 7,082962725882 / X6$

6 Multicolinearidade

Deve-se investigar se há dependências entre os regressores, pois existem situações em que essas dependências são significativas, causando efeitos nocivos de multicolinearidade.

A multicolinearidade pode ser um problema no ajuste do modelo de regressão, podendo causar sérios impactos nas estimativas dos parâmetros e degenerações em seu comportamento.

A correlação prejudicial pode ocorrer da forma isolada ou de forma múltipla.

Diagnostica-se a correlação múltipla, de forma preliminar, por meio do FIV (Fator de Inflação de Variância), que é uma medida do grau em que cada variável independente é explicada pelas demais variáveis também independentes.

Pode ocorrer a multicolinearidade nociva mesmo quando os coeficientes de correlação isolada são baixos, no momento em que existirem uma ou mais variáveis independentes altamente correlacionadas entre si, de forma múltipla. Verifica-se este comportamento por intermédio de regressões auxiliares de cada X_i contra as demais X 's, obtendo-se os respectivos coeficientes de correlação (r). Cada uma dessas regressões é chamada de regressão auxiliar em relação à equação de regressão principal, que tem Y como variável dependente dos X 's.

A seguir, mostram-se os parâmetros de multicolinearidade obtidos:

Variável em Análise		r	FIV	F	Significância
Mercado	X1	61,62%	1,6123	6	0,02%

Acessória		Isolada	Coef.	t	Signif.
Data do Evento	X2	55,6%	0,086	3,336	0,16% +
dist. ao polo: 'Calçadão da Rua XV'	X3	18,73%	0,084	1,566	12,38% +
Renda IBGE 2010	X4	19,62%	1,554e-005	0,569	57,18% +
Padrão de Acabamento Automático	X5	-2,6%	-28,141	-0,038	96,95% +
Área Privativa Principal Construída	X6	38,3%	5,774	1,004	32,04% -

Variável em Análise		r	FIV	F	Significância
Data do Evento	X2	71,23%	2,03	10,094	0,01%

Acessória		Isolada	Coef.	t	Signif.
Mercado	X1	55,6%	2,151	3,336	0,16% +
dist. ao polo: 'Calçadão da Rua XV'	X3	-8,68%	-0,245	-0,903	37,12% -
Renda IBGE 2010	X4	7,81%	1,659e-004	1,23	22,46% +
Padrão de Acabamento Automático	X5	15,73%	2269,119	0,621	53,72% -
Área Privativa Principal Construída	X6	59,83%	97,425	3,819	0,04% -

Variável em Análise		r	FIV	F	Significância
dist. ao polo: 'Calçadão da Rua XV'	X3	61,24%	1,6	5,88	0,02%

Acessória		Isolada	Coef.	t	Signif.
-----------	--	---------	-------	---	---------

Acessória		Isolada	Coef.	t	Signif.	
Mercado	X1	18,73%	0,57	1,566	12,38%	+
Data do Evento	X2	-8,68%	-0,067	-0,903	37,12%	-
Renda IBGE 2010	X4	47,34%	1,773e-004	2,648	1,09%	+
Padrão de Acabamento Automático	X5	-47,05%	-4785,519	-2,675	1,01%	+
Área Privativa Principal Construída	X6	-18,08%	-6,744	-0,445	65,83%	+

Variável em Análise		r	FIV	F	Significância
Renda IBGE 2010	X4	53,14%	1,3936	3,857	0,5%

Acessória		Isolada	Coef.	t	Signif.	
Mercado	X1	19,62%	422,672	0,569	57,18%	+
Data do Evento	X2	7,81%	180,483	1,23	22,46%	+
dist. ao polo: 'Calçadão da Rua XV'	X3	47,34%	706,138	2,648	1,09%	+
Padrão de Acabamento Automático	X5	-31,26%	-3,355e+006	-0,885	38,07%	+
Área Privativa Principal Construída	X6	-14,69%	-40831,909	-1,373	17,61%	+

Variável em Análise		r	FIV	F	Significância
Padrão de Acabamento Automático	X5	50,05%	1,3342	3,275	1,25%

Acessória		Isolada	Coef.	t	Signif.	
Mercado	X1	-2,6%	-1,069e-006	-0,038	96,95%	+
Data do Evento	X2	15,73%	3,446e-006	0,621	53,72%	-
dist. ao polo: 'Calçadão da Rua XV'	X3	-47,05%	-2,662e-005	-2,675	1,01%	+
Renda IBGE 2010	X4	-31,26%	-4,685e-009	-0,885	38,07%	+
Área Privativa Principal Construída	X6	19,87%	3,252e-004	0,287	77,5%	+

Variável em Análise		r	FIV	F	Significância
Área Privativa Principal Construída	X6	64,07%	1,6962	6,822	0,01%
Acessória		Isolada	Coef.	t	Signif.
Mercado	X1	38,3%	0,003	1,004	32,04% -
Data do Evento	X2	59,83%	0,002	3,819	0,04% -
dist. ao polo: 'Calçada da Rua XV'	X3	-18,08%	-0,001	-0,445	65,83% +
Renda IBGE 2010	X4	-14,69%	-9,070e-007	-1,373	17,61% +
Padrão de Acabamento Automático	X5	19,87%	5,174	0,287	77,5% +

7. Tabelas ANOVA

A tabela ANOVA é uma forma usual de se representar a Análise de Variância de uma amostra populacional. Para o caso do modelo estatístico, aqui descrito, tem-se as seguintes tabelas:

8.1 Equação de Regressão

Variação	Graus	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F Calculado	Significância
Explicada	6	429,817552001	71,636258667	1396,2437	0,01%
Não Explicada	48	2,462707926	0,051306415		
Total	54	432,280259927			

8.2 Função Estimativa

Variação	Graus	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F Calculado	Significância
Explicada	6	857739242,221705142956540,37028483,82266			0,01%
Não Explicada	48	81862278,78399861705464,1413333			
Total	54	939601521,005704			

8 Avaliando

Os parâmetros obtidos, para o avaliando, são os seguintes:

Rua Padre Anchieta, 2050

Coordenadas (Sirgas2000 / WGS84)	Latitude - y	Longitude - x	Fuso
UTM	7186017 m	671021 m	22J
Geodésica Decimal	-25,432983°	-49,299358°	-
Geodésica Sexagesimal	-25° 25' 58,74"	-49° 17' 57,69"	-

	Inferido	Nível de Confiança	Estimador Pontual	Precisão
Aluguel	Valor	80%	Mediana	grau III
Venda	Valor	80%	Mediana	grau III

	Valor Unitário
Aluguel - Estimador pontual - Valor Mediano (Unitário)	R\$ 29,92 / m ² (0%)
Aluguel - Intervalo de Confiança (Unitário)	R\$ 26,39 / m ² (-11,81%) à R\$ 33,93 / m ² (13,39%)
Aluguel - Campo de Arbítrio (Unitário)	R\$ 25,44 / m ² (-15%) à R\$ 34,41 / m ² (15%)
Aluguel - Amplitude (Unitário)	R\$ 7,54 / m ² (25,19%)
Aluguel - Valor Definido (Unitário)	R\$ 29,92 / m ² (0%)
Venda - Estimador pontual - Valor Mediano (Unitário)	R\$ 7.948,55 / m ² (0%)
Venda - Intervalo de Confiança (Unitário)	R\$ 7.339,40 / m ² (-7,66%) à R\$ 8.608,27 / m ² (8,3%)
Venda - Campo de Arbítrio (Unitário)	R\$ 6.756,27 / m ² (-15%) à R\$ 9.140,84 / m ² (15%)
Venda - Amplitude (Unitário)	R\$ 1.268,87 / m ² (15,96%)
Venda - Valor Definido (Unitário)	R\$ 7.948,55 / m ² (0%)

	Valor Total
Aluguel - Estimador pontual - Valor Mediano (Total)	R\$ 1.226,86 (0%)

	Valor Total
Aluguel - Intervalo de Confiança (Total)	R\$ 1.082,01 (-11,81%) à R\$ 1.391,11 (13,39%)
Aluguel - Campo de Arbítrio (Total)	R\$ 1.042,84 (-15%) à R\$ 1.410,89 (15%)
Aluguel - Amplitude (Total)	R\$ 309,09 (25,19%)
Aluguel - Valor Definido (Total)	R\$ 1.226,86 (0%)
<hr/>	
Venda - Estimador pontual - Valor Mediano (Total)	R\$ 325.890,67 (0%)
Venda - Intervalo de Confiança (Total)	R\$ 300.915,25 (-7,66%) à R\$ 352.939,01 (8,3%)
Venda - Campo de Arbítrio (Total)	R\$ 277.007,07 (-15%) à R\$ 374.774,27 (15%)
Venda - Amplitude (Total)	R\$ 52.023,76 (15,96%)
Venda - Valor Definido (Total)	R\$ 325.890,67 (0%)

9 Descarte

Quanto às variáveis, 16(DEZESSEIS) não tiveram a significância desejada e não foram consideradas, são elas:

Nome	Tipo	Descrição
* Tipo do Negócio (Transação)	Dicotômica em Grupo	-
* Tipo do Negócio (Oferta)	Dicotômica em Grupo	Assume os valores: 1(presente) e 0(ausente).
* Idade Real/Estimada	Discreta	Quantitativa. Aproximação da idade real do imóvel, levando-se em consideração as suas características construtivas.
* Intensidade do Tráfego de Veículos	Código alocado	Qualitativa. Valores assumidos: 1(entre Regular e Fraco), 2(Regular), 3(entre Forte e Regular) e 4(Forte).
* Intensidade do Tráfego de Pedestres	Código alocado	Qualitativa. Valores assumidos: 1(Regular, Fraco, entre Regular e Fraco), 2(entre Forte e Regular) e 3(Forte).

Nome	Tipo	Descrição
* Pé-direito	Contínua	Quantitativa. Medida que indica a distância do pavimento ao teto.
* Testada Principal	Contínua	Quantitativa. Medida da frente do imóvel.
* Mercado x Data#	Contínua	Resultado da multiplicação entre a variável 'Mercado' e a variável 'Data do Evento'. Variável de Interação Mercado com Data
* Mercado x Renda#	Contínua	Resultado da multiplicação entre a variável 'Mercado' e a variável 'Renda IBGE 2010'. Variável de Interação Mercado com Renda
* Mercado x Intensidade de Traf de Pedestres#	Contínua	Resultado da multiplicação entre a variável 'Mercado' e a variável 'Intensidade do Tráfego de Pedestres'. Variável de interação entre mercado e Intensidade de Traf. Pedestres
* Ln dist Calçada da XV#	Contínua	Resultado da logaritmização entre a variável 'dist. ao polo: 'Calçada da Rua XV" e 2,71828182845905.
* Mercado x Ln dist pólo calçada XV#	Contínua	Resultado da multiplicação entre a variável 'Mercado' e a variável 'Ln dist Calçada da XV'.
* INVPadrão#	Contínua	Resultado da divisão entre 1 e a variável 'Padrão de Acabamento Automático'.
* INVArea#	Contínua	Resultado da divisão entre 1 e a variável 'Área Privativa Principal Construída'.
* Mercado x Inv padrão#	Contínua	Resultado da multiplicação entre a variável 'Mercado' e a variável 'INVPadrão'.
* Mercado x INv Area#	Contínua	Resultado da multiplicação entre a variável 'Mercado' e a variável 'INVArea'.

Memorial da Avaliação

MODELO B – sem variável de interação

Tipologia Escritório

1 Caracterização

Caracterização da Avaliação:

- Identificação: Modelo Artigo
- Tipo de Valor a ser Inferido: Misto (Venda e Aluguel)
- Descrição: Modelo Artigo

2 Resultado

Valor atribuído Escritório:

Imóvel Avaliado	Valor de Aluguel	Valor de Venda
Rua Padre Anchieta, 2050	R\$ 1.185,15	R\$ 337.422,37

Taxa de rentabilidade = 0,3512%a.m

3 Discussão Estatística

3.1 Regressão Linear

Após execução de todos os testes e cálculos necessários, utilizando-se de 7(SETE) variáveis independentes efetivas, que se mostraram as mais representativas, em conjunto, nesta análise, elaborou-se modelo de regressão linear e tratamento estatístico aplicável, baseado na amostra de 55(CINQUENTA E CINCO) dados de mercado, cujos resultados elementares foram:

- Coeficiente de Determinação (R^2): 0,994613545742958(er)
- Coeficiente de Determinação Ajustado (R ajustado²): 0,993811307874888(er)
- Coeficiente de Correlação (R): 0,997303136334664(er)

3.2 Coeficiente de Determinação

Medida de ajuste utilizada na inferência estatística e que se pode obter da soma dos quadrados dos resíduos (SQR), sendo, também, a proporção da melhoria que pode ser debitada ao nosso modelo em relação à Soma dos Quadrados Totais (SQT).

O coeficiente de determinação representa o poder de explicação das variáveis independentes, sobre a variável dependente.

Na análise de regressão linear múltipla, o coeficiente de determinação R^2 , na maioria das vezes, aumenta (e nunca diminui) quando é adicionada nova variável independente, exceto quando este estiver perfeitamente correlacionado com as

demais variáveis independentes, visto que, ao se acrescentar novas variáveis ao modelo, estas diminuem o SQR.

O modelo adotado responde por 99,46%(er) e por 91,19%(fe) da formação dos preços pertencentes à amostra.

3.3 Coeficiente de Correlação

O coeficiente de correlação (ou R) é obtido do R^2 e nos fornece uma medida de força de correlação entre as variáveis do modelo estatístico.

Para efeitos de classificação, quanto à intensidade de correlação entre as variáveis, utiliza-se a seguinte escala:

- Correlação Perfeita: $R = 1,00$
- Correlação Forte: $1,00 > R \geq 0,75$
- Correlação Média: $0,75 > R \geq 0,50$
- Correlação Fraca: $0,50 > R > 0,00$
- Correlação Inexistente: $R = 0$

O modelo de regressão, aqui ajustado, indica um coeficiente de correlação Forte para a Equação de Regressão (99,73%) e também para a Função Estimativa (95,49%).

3.4 Análise da Variância

Uma parte importante da análise de variância é a estatística F (Fisher-Snedecor) e sua significância estatística, trata-se de uma medida da qualidade de ajuste do modelo.

A estatística F mede quanto o modelo matemático melhorou na previsão dos valores, comparando-se com o seu nível de não precisão.

Testada a hipótese nula da não representatividade do modelo, obteve-se:

- Equação de Regressão: F calculado em 1239,79879949534, correspondendo ao nível de significância de 0,01% e confiabilidade mínima de 99,99%.
- Função Estimativa: F calculado em 69,5173694548867, correspondendo ao nível de significância de 0,01% e confiabilidade mínima de 99,99%.

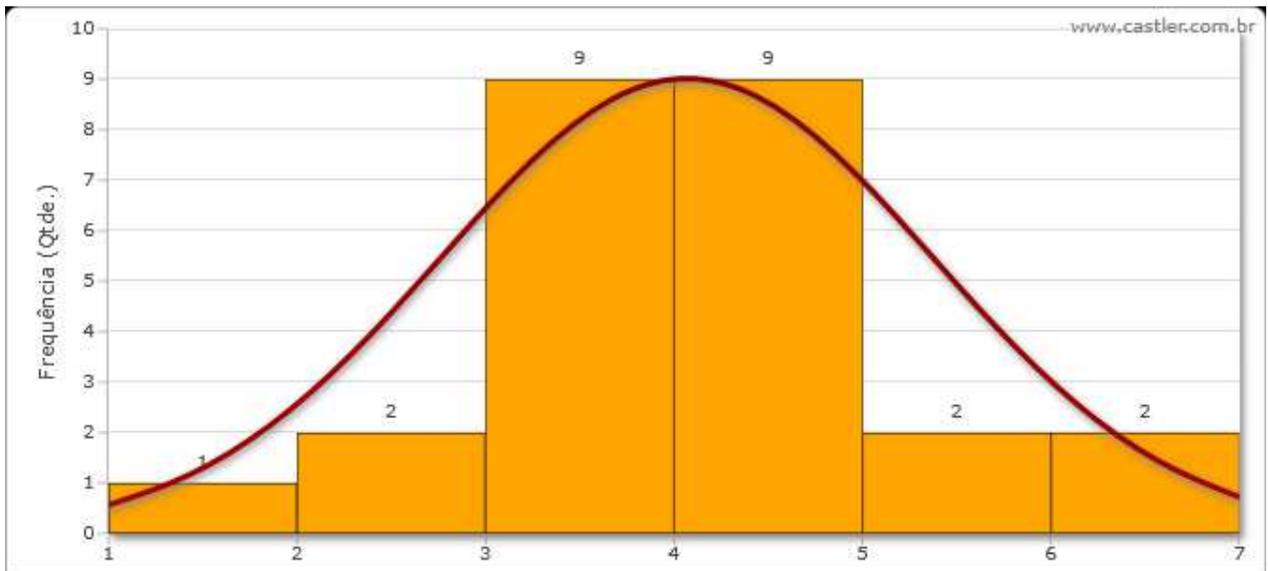
3.5 Normalidade dos Resíduos

A existência da normalidade dos resíduos é uma suposição essencial para que os resultados do ajuste do modelo de regressão linear sejam confiáveis.

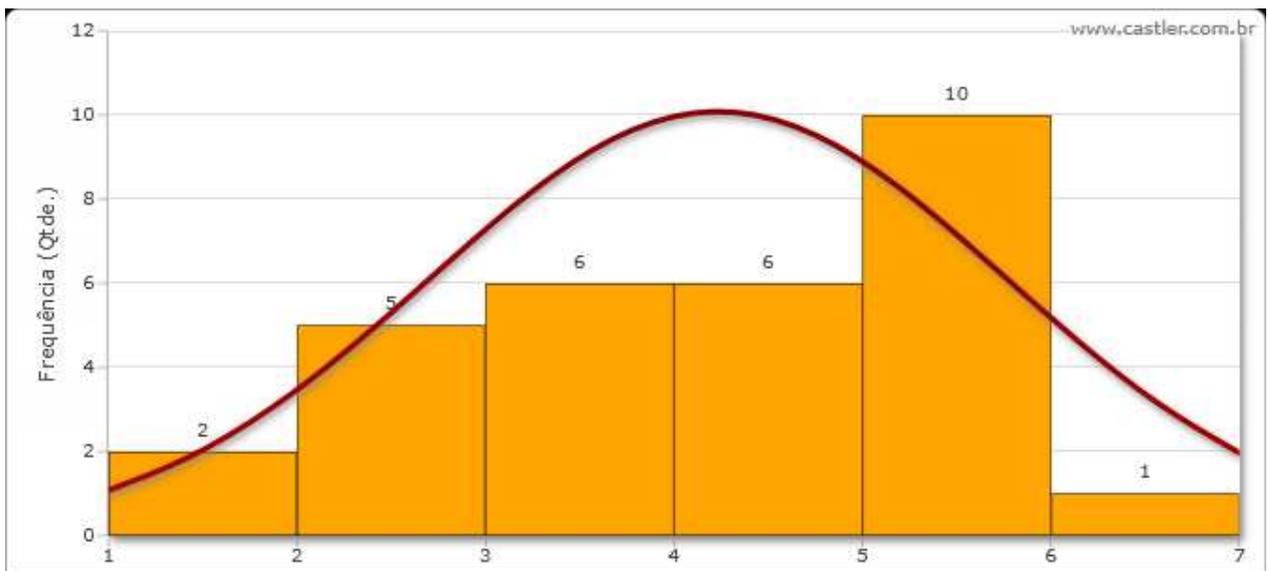
Em uma distribuição normal de resíduos, a probabilidade de o valor estar no intervalo que dista um desvio-padrão da média é cerca de 68%; a probabilidade de estar no intervalo que dista 1,64 desvios padrões da média é de 90% e a probabilidade de estar no intervalo que dista dois desvios-padrão da média é cerca de 95%.

Os valores, aqui obtidos, são:

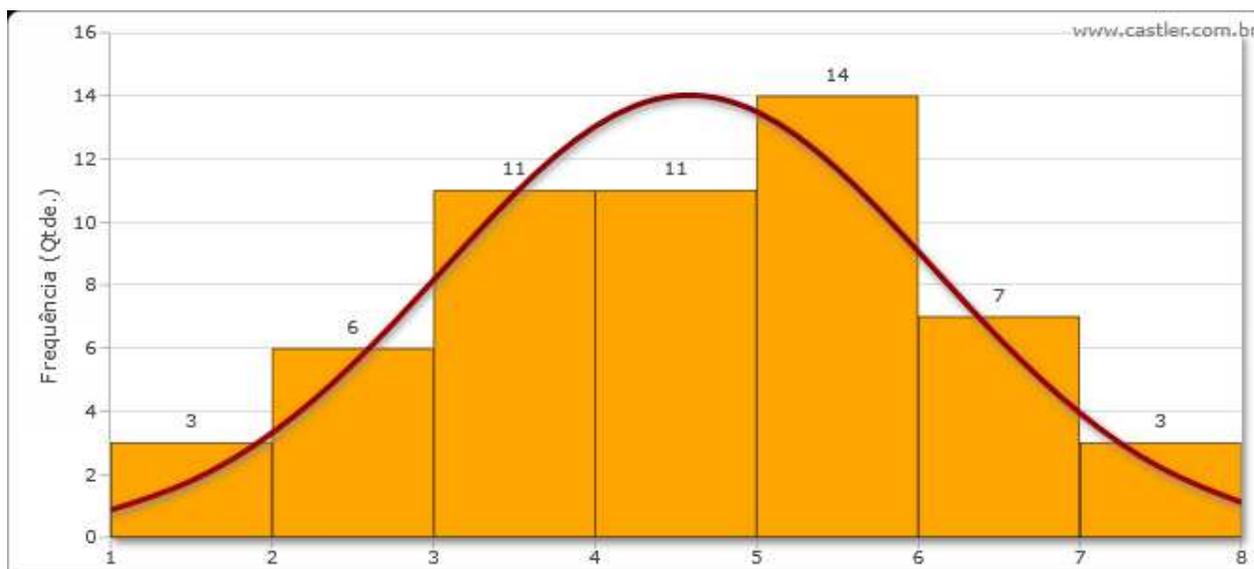
- -1dp à 1dp: 71%(er)
- -1,64dp à 1,64dp: 91%(er)
- -1,96dp à 1,96dp: 95%(er)



Histograma dados de aluguel



Histograma dados de Venda

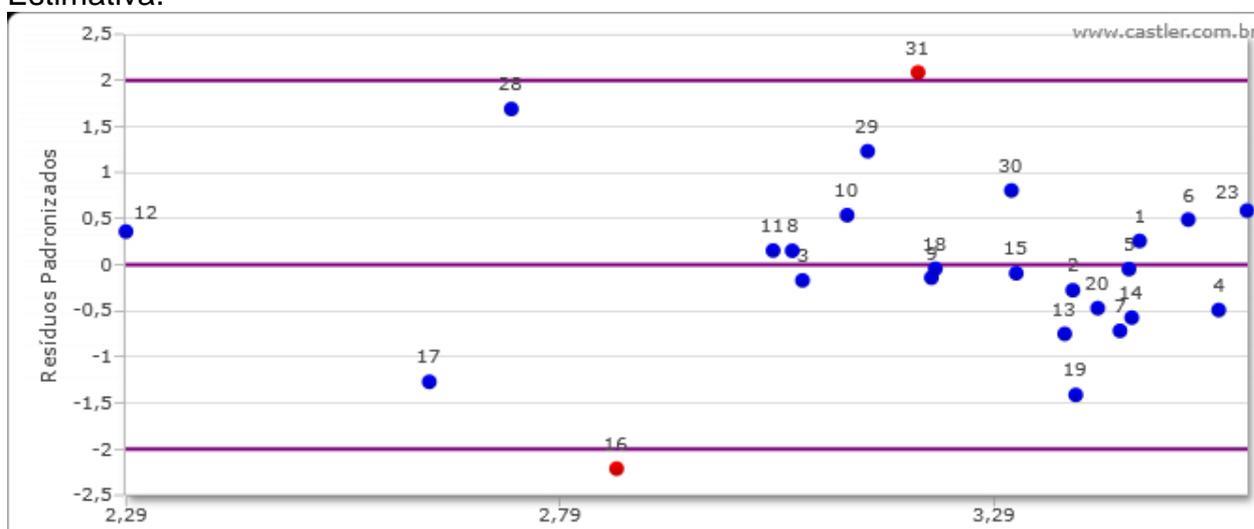


Histograma de todos os dados

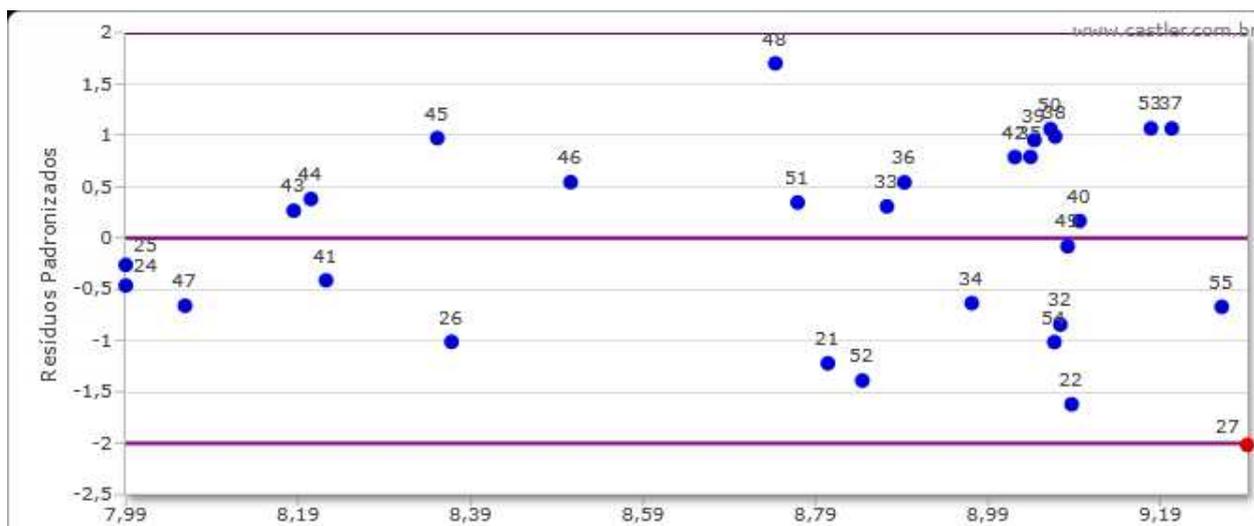
3.6 Outliers

São os resíduos extremos que apresentam alto afastamento dos restantes, sendo considerados, também, pontos atípicos à massa de dados.

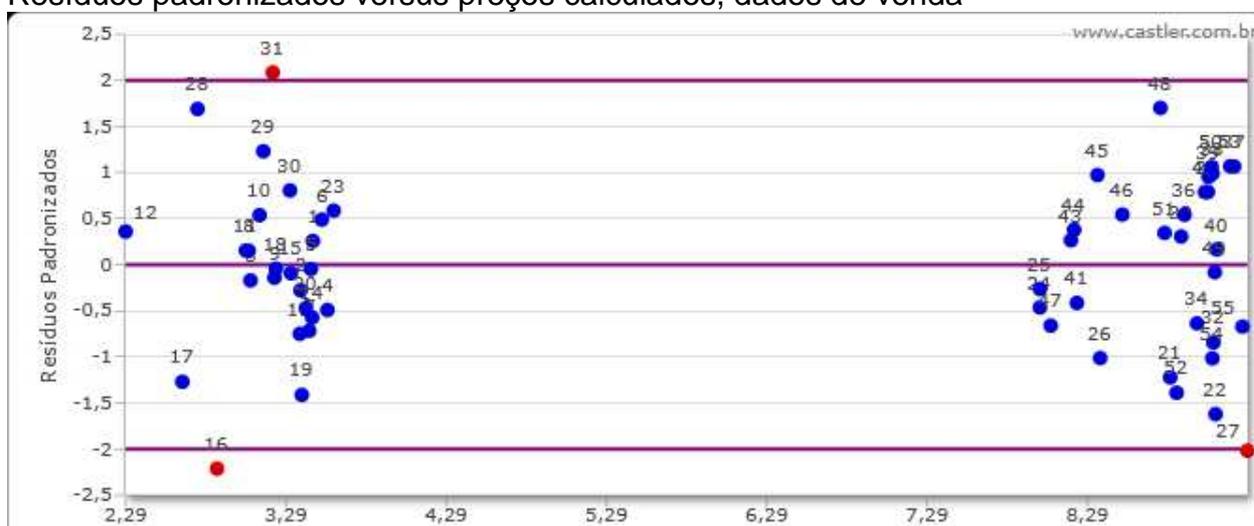
Identifica-se, no presente modelo de regressão estatística, 3 (5,45%) outlier(s) acima de $\pm 2DP$ para a Equação de Regressão e 4 (7,27%) para a Função Estimativa.



Resíduos Padronizados versus preços calculados, dados de locação



Resíduos padronizados versus preços calculados, dados de venda



Resíduos Padronizados versus preços calculados, todos os dados

4 Variáveis

4.1 Aplicadas

Mostraram-se significativas e estão presentes, no modelo estatístico, as seguintes variáveis:

Nome		Descrição
Preço Unitário	Y	Preço de Venda ou de Locação / Área Privativa Principal Construída
Mercado	X1	Indica se o dado apresenta preço de venda ou de aluguel, em um modelo misto. Valores assumidos: 0(aluguel) e 1(venda).
Data do Evento	X2	Período de contagem: mensal. Tem como referência inicial o dado mais antigo.

Nome		Descrição
dist. ao polo: 'Calçadão da Rua XV'	X3	Quantitativa - Variável que conterà a distância de cada dado ao Calçadão da Rua XV, no centro de Curitiba.
Renda IBGE 2010	X4	Qualitativa - Variável proxy para localização. Kriging - Determinada por método de regressão usando geoestatística espacial na interpolação de valores (Renda, por setor censitário, IBGE 2010). Parâmetros Base de interpolação espacial: Método Ordinário, Modelo Esférico de Semi-Variograma e 12 metros de Tamanho de Célula de saída.
Padrão de Acabamento Automático	X5	Qualitativa. De comportamento Proxy. Tem valor calculado automaticamente, cruzando-se informações sobre as características de acabamento do imóvel com as tipologias padrões atuais do SINAPI, para a unidade da federação referente. Paraná: Coleta SINAPI de setembro de 2014 (mínimo: R\$ 534,04, baixo: R\$ 713,40, normal: R\$ 860,09 e alto: R\$ 936,33).
Área Privativa Principal Construída	X6	Quantitativa. Área da unidade autônoma de uso exclusivo, destinada à moradia, atividade ou uso principal da edificação, situada em determinado andar ou em dois ou mais andares interligados por acesso também privativo.
Mercado x Renda#	X7	Resultado da multiplicação entre a variável 'Mercado' e a variável 'Renda IBGE 2010'. Variável de Interação Mercado com Renda

4.2 Parâmetros dos Regressores

As variáveis aplicadas no modelo estatístico apresentam as seguintes características:

	unidade	tipo	coeficiente	t	significância	acrescimento	
Y	ln(y)	R\$/m ²	Variável dependente	-	-	-	-
X1	x		Dicotômica Isolada	5,266556	25,5160,01%	19274,75096%	
X2	x		Variável de Tempo	-0,030761	-1,996	5,17631%	-2,43086%

	unidade tipo			coeficiente	t	significância	acrescimento
X3	ln(x)	m	Contínua - geoespacial	-0,14102	-4,69	0,01%	-3,71773%
X4	x	R\$	Contínua - geoespacial	4,2E-05	1,459	15,11431%	4,06942%
X5	1/x	R\$	Contínua	- 3862,948008	-9,523	0,01%	12,69873%
X6	1/x	m ²	Contínua	6,651376	2,129	3,85408%	-2,42705%
X7	x		Contínua - variável própria, calculada	5,1E-05	1,646	10,64026%	6,42734%

5 Equações

As funções de ajuste calculadas são as seguintes:

Tipo	Função
Função Estimativa	$Y = e^{(8,67168020207379 + 5,26655581429591 * X1 - 0,0307611954529547 * X2 - 0,141019597315386 * \ln(X3) + 4,24796812441425E-05 * X4 - 3862,94800787893 / X5 + 6,65137627287658 / X6 + 5,07436165079062E-05 * X7)}$
Equação de Regressão	$\ln(Y) = 8,67168020207379 + 5,26655581429591 * X1 - 0,0307611954529547 * X2 - 0,141019597315386 * \ln(X3) + 4,24796812441425E-05 * X4 - 3862,94800787893 / X5 + 6,65137627287658 / X6 + 5,07436165079062E-05 * X7$

6 Multicolinearidade

Deve-se investigar se há dependências entre os regressores, pois existem situações em que essas dependências são significativas, causando efeitos nocivos de multicolinearidade.

A multicolinearidade pode ser um problema no ajuste do modelo de regressão, podendo causar sérios impactos nas estimativas dos parâmetros e degenerações em seu comportamento.

A correlação prejudicial pode ocorrer da forma isolada ou de forma múltipla.

Diagnostica-se a correlação múltipla, de forma preliminar, por meio do FIV (Fator de Inflação de Variância), que é uma medida do grau em que cada variável independente é explicada pelas demais variáveis também independentes.

Pode ocorrer a multicolinearidade nociva mesmo quando os coeficientes de correlação isolada são baixos, no momento em que existirem uma ou mais variáveis independentes altamente correlacionadas entre si, de forma múltipla. Verifica-se este comportamento por intermédio de regressões auxiliares de cada X_i contra as

demais X's, obtendo-se os respectivos coeficientes de correlação (r). Cada uma dessas regressões é chamada de regressão auxiliar em relação à equação de regressão principal, que tem Y como variável dependente dos X's.

A seguir, mostram-se os parâmetros de multicolinearidade obtidos:

Variável em Análise		r	FIV	F	Significância	
Mercado	X1	95,64%	11,7259	85,807	0,01%	
Acessória		Isolada	Coef.	t	Signif.	
Data do Evento	X2	55,6%	0,02	1,93	5,95%	+
dist. ao polo: 'Calçadão da Rua XV'	X3	18,73%	0,042	2,092	4,18%	+
Renda IBGE 2010	X4	19,62%	-1,110e-004	-8,836	0,01%	-
Padrão de Acabamento Automático	X5	-2,6%	-461,771	-1,675	10,05%	+
Área Privativa Principal Construída	X6	38,3%	-0,386	-0,177	86,06%	+
Mercado x Renda#	X7	85,97%	1,387e-004	17,352	0,01%	+

Variável em Análise		r	FIV	F	Significância	
Data do Evento	X2	71,71%	2,0588	8,471	0,01%	
Acessória		Isolada	Coef.	t	Signif.	
Mercado	X1	55,6%	3,594	1,93	5,95%	+
dist. ao polo: 'Calçadão da Rua XV'	X3	-8,68%	-0,294	-1,055	29,69%	-
Renda IBGE 2010	X4	7,81%	3,568e-004	1,333	18,89%	+
Padrão de Acabamento Automático	X5	15,73%	3019,363	0,8	42,76%	-
Área Privativa Principal Construída	X6	59,83%	98,073	3,83	0,04%	-
Mercado x Renda#	X7	47,05%	-2,369e-004	-0,826	41,26%	-

Variável em Análise		r	FIV	F	Significância	
dist. ao polo: 'Calçadão da Rua XV'	X3	63,8%	1,6864	5,491	0,02%	
Acessória		Isolada	Coef.	t	Signif.	

Acessória		Isolada	Coef.	t	Signif.	
Mercado	X1	18,73%	1,984	2,092	4,18%	+
Data do Evento	X2	-8,68%	-0,077	-1,055	29,69%	-
Renda IBGE 2010	X4	47,34%	3,574e-004	2,752	0,83%	+
Padrão de Acabamento Automático	X5	-47,05%	-3774,242	-2,019	4,91%	+
Área Privativa Principal Construída	X6	-18,08%	-4,425	-0,295	76,9%	+
Mercado x Renda#	X7	27,65%	-2,320e-004	-1,61	11,39%	-

Variável em Análise		r	FIV	F	Significância
Renda IBGE 2010	X4	90,42%	5,4841	35,873	0,01%

Acessória		Isolada	Coef.	t	Signif.	
Mercado	X1	19,62%	-5579,547	-8,836	0,01%	-
Data do Evento	X2	7,81%	100,024	1,333	18,89%	+
dist. ao polo: 'Calçadão da Rua XV'	X3	47,34%	381,373	2,752	0,83%	+
Padrão de Acabamento Automático	X5	-31,26%	-3,872e+006	-2,004	5,08%	+
Área Privativa Principal Construída	X6	-14,69%	-18154,107	-1,189	24,03%	+
Mercado x Renda#	X7	59,22%	0,915	11,87	0,01%	+

Variável em Análise		r	FIV	F	Significância
Padrão de Acabamento Automático	X5	54,56%	1,4238	3,39	0,72%

Acessória		Isolada	Coef.	t	Signif.	
Mercado	X1	-2,6%	-1,195e-004	-1,675	10,05%	+
Data do Evento	X2	15,73%	4,358e-006	0,8	42,76%	-
dist. ao polo: 'Calçadão da Rua XV'	X3	-47,05%	-2,074e-005	-2,019	4,91%	+
Renda IBGE 2010	X4	-31,26%	-1,994e-008	-2,004	5,08%	+

Acessória		Isolada	Coef.	t	Signif.	
Área Privativa Principal Construída	X6	19,87%	1,426e-004	0,128	89,84%	+
Mercado x Renda#	X7	-7,01%	1,906e-008	1,795	7,89%	-

Variável em Análise		r	FIV	F	Significância
Área Privativa Principal Construída	X6	64,39%	1,7082	5,666	0,02%

Acessória		Isolada	Coef.	t	Signif.	
Mercado	X1	38,3%	-0,002	-0,177	86,06%	+
Data do Evento	X2	59,83%	0,002	3,83	0,04%	-
dist. ao polo: 'Calçadão da Rua XV'	X3	-18,08%	-4,098e-004	-0,295	76,9%	+
Renda IBGE 2010	X4	-14,69%	-1,576e-006	-1,189	24,03%	+
Padrão de Acabamento Automático	X5	19,87%	2,405	0,128	89,84%	+
Mercado x Renda#	X7	25,87%	8,279e-007	0,583	56,23%	-

Variável em Análise		r	FIV	F	Significância
Mercado x Renda#	X7	96,87%	16,2113	121,69	0,01%

Acessória		Isolada	Coef.	t	Signif.	
Mercado	X1	85,97%	6218,403	17,352	0,01%	+
Data do Evento	X2	47,05%	-59,223	-0,826	41,26%	-
dist. ao polo: 'Calçadão da Rua XV'	X3	27,65%	-220,808	-1,61	11,39%	-
Renda IBGE 2010	X4	59,22%	0,816	11,87	0,01%	+
Padrão de Acabamento Automático	X5	-7,01%	3,301e+006	1,795	7,89%	-
Área Privativa Principal Construída	X6	25,87%	8505,236	0,583	56,23%	-

7 Tabelas ANOVA

A tabela ANOVA é uma forma usual de se representar a Análise de Variância de uma amostra populacional. Para o caso do modelo estatístico, aqui descrito, tem-se as seguintes tabelas:

7.1 Equação de Regressão

Variação	Graus	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F Calculado	Significância
Explicada	7	429,951802081	61,421686012	1239,7988	0,01%
Não Explicada	47	2,328457846	0,049541656		
Total	54	432,280259927			

7.2 Função Estimativa

Variação	Graus	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F Calculado	Significância
Explicada	7	856843865,336161122406266,47659469,51737		0,01%	
Não Explicada	47	82757655,66954321760801,18445837			
Total	54	939601521,005704			

8 Avaliando

Os parâmetros obtidos, para o avaliando, são os seguintes:

Rua Padre Anchieta, 2050

Coordenadas (Sirgas2000 / WGS84)	Latitude - y	Longitude - x	Fuso
UTM	7186017 m	671021 m	22J
Geodésica Decimal	-25,432983°	-49,299358°	-
Geodésica Sexagesimal	-25° 25' 58,74"	-49° 17' 57,69"	-

	Inferido	Nível de Confiança	Estimador Pontual	Precisão
Aluguel	Valor	80%	Mediana	grau III
Venda	Valor	80%	Mediana	grau III

Valor Unitário

	Valor Unitário
Aluguel - Estimador pontual - Valor Mediano (Unitário)	R\$ 28,91 / m ² (0%)
Aluguel - Intervalo de Confiança (Unitário)	R\$ 25,47 / m ² (-11,88%) à R\$ 32,80 / m ² (13,48%)
Aluguel - Campo de Arbítrio (Unitário)	R\$ 24,57 / m ² (-15%) à R\$ 33,24 / m ² (15%)
Aluguel - Amplitude (Unitário)	R\$ 7,33 / m ² (25,36%)
Aluguel - Valor Definido (Unitário)	R\$ 28,91 / m ² (0%)
<hr/>	
Venda - Estimador pontual - Valor Mediano (Unitário)	R\$ 8.229,81 / m ² (0%)
Venda - Intervalo de Confiança (Unitário)	R\$ 7.573,99 / m ² (-7,97%) à R\$ 8.942,43 / m ² (8,66%)
Venda - Campo de Arbítrio (Unitário)	R\$ 6.995,34 / m ² (-15%) à R\$ 9.464,29 / m ² (15%)
Venda - Amplitude (Unitário)	R\$ 1.368,44 / m ² (16,63%)
Venda - Valor Definido (Unitário)	R\$ 8.229,81 / m ² (0%)
<hr/>	
	Valor Total
Aluguel - Estimador pontual - Valor Mediano (Total)	R\$ 1.185,15 (0%)
Aluguel - Intervalo de Confiança (Total)	R\$ 1.044,34 (-11,88%) à R\$ 1.344,94 (13,48%)
Aluguel - Campo de Arbítrio (Total)	R\$ 1.007,38 (-15%) à R\$ 1.362,92 (15%)
Aluguel - Amplitude (Total)	R\$ 300,59 (25,36%)
Aluguel - Valor Definido (Total)	R\$ 1.185,15 (0%)
<hr/>	
Venda - Estimador pontual - Valor Mediano (Total)	R\$ 337.422,37 (0%)
Venda - Intervalo de Confiança (Total)	R\$ 310.533,43 (-7,97%) à R\$ 366.639,61 (8,66%)
Venda - Campo de Arbítrio (Total)	R\$ 286.809,02 (-15%) à R\$ 388.035,73 (15%)

	Valor Total
Venda - Amplitude (Total)	R\$ 56.106,18 (16,63%)
Venda - Valor Definido (Total)	R\$ 337.422,37 (0%)

9 Descarte

Quanto às variáveis, 15(QUINZE) não tiveram a significância desejada e não foram consideradas, são elas:

Nome	Tipo	Descrição
* Tipo do Negócio (Transação)	Dicotômica em Grupo	-
* Tipo do Negócio (Oferta)	Dicotômica em Grupo	Assume os valores: 1(presente) e 0(ausente).
* Idade Real/Estimada	Discreta	Quantitativa. Aproximação da idade real do imóvel, levando-se em consideração as suas características construtivas.
* Intensidade do Tráfego de Veículos	Código alocado	Qualitativa. Valores assumidos: 1(entre Regular e Fraco), 2(Regular), 3(entre Forte e Regular) e 4(Forte).
* Intensidade do Tráfego de Pedestres	Código alocado	Qualitativa. Valores assumidos: 1(Regular, Fraco, entre Regular e Fraco), 2(entre Forte e Regular) e 3(Forte).
* Pé-direito	Contínua	Quantitativa. Medida que indica a distância do pavimento ao teto.
* Testada Principal	Contínua	Quantitativa. Medida da frente do imóvel.
* Mercado x Data#	Contínua	Resultado da multiplicação entre a variável 'Mercado' e a variável 'Data do Evento'. Variável de Interação Mercado com Data
* Mercado x Intensidade de Traf de Pedestres#	Contínua	Resultado da multiplicação entre a variável 'Mercado' e a variável 'Intensidade do Tráfego de Pedestres'. Variável de interação entre mercado e Intensidade de Traf. Pedestres

Nome	Tipo	Descrição
* Ln dist Calçada da XV#	Contínua	Resultado da logaritmização entre a variável 'dist. ao polo: 'Calçada da Rua XV" e 2,71828182845905.
* Mercado x ln dist pólo calçada XV#	Contínua	Resultado da multiplicação entre a variável 'Mercado' e a variável 'Ln dist Calçada da XV'.
* INVPadrão#	Contínua	Resultado da divisão entre 1 e a variável 'Padrão de Acabamento Automático'.
* INVArea#	Contínua	Resultado da divisão entre 1 e a variável 'Área Privativa Principal Construída'.
* Mercado x Inv padrão#	Contínua	Resultado da multiplicação entre a variável 'Mercado' e a variável 'INVPadrão'.
* Mercado x INv Area#	Contínua	Resultado da multiplicação entre a variável 'Mercado' e a variável 'INVArea'.