

MODELO DE REGRESSÃO MÚLTIPLA PARA AVALIAÇÃO DE TERRENOS NA CIDADE DO BALNEÁRIO RINCÃO, SC

André Rocha Philippi (1), Evelise Chemale Zancan (2).

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense
(1)Andrerph@yahoo.com.br, (2)ecz@unesc.net

RESUMO

O presente estudo apresenta a equação de regressão com múltiplas variáveis para avaliação de terrenos no Município do Balneário Rincão (SC). O modelo foi obtido por meio de uma amostra de 37 (trinta e sete) dados coletados e 32 (trinta e dois) terrenos considerados e identificados em fichas de pesquisa, aferidos e interpretados por 5 (cinco) variáveis independentes formadoras de valores, tais como: área total; distância ao mar; frente; infraestrutura; e oferta ou transação; buscando, assim, o comportamento do mercado imobiliário de terrenos na cidade ora mencionada. Após determinadas combinações, em busca do melhor ajustamento da equação de regressão, o coeficiente de correlação obtido foi de 90,36%, indicando forte correlação entre a variável dependente e as independentes. O modelo gerado mostrou-se de fácil aplicabilidade, compatível com a realidade do mercado imobiliário dos terrenos da cidade do Balneário Rincão, o que possibilitou o enquadramento da equação de regressão no Grau III de precisão e fundamentação de acordo com a NBR 14653-2: 2011.

Palavras-Chave: Engenharia de Avaliações, Regressão Linear Múltipla, Terrenos.

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho trata de avaliações de imóveis do tipo terreno aplicando o método comparativo direto de dados de mercado que utiliza o tratamento científico por inferência estatística. O método comparativo direto de dados de mercado, é a comparação direta do imóvel avaliado com demais outros de mesma característica, que estão inseridos no mercado imobiliário em análise, no entanto, este método apenas será utilizado havendo um conjunto de dados considerado, estatisticamente, como amostra de mercado. Este método tem como finalidade a obtenção de um valor médio representativo dentro de um intervalo de confiança (valor máximo e mínimo) adotado para imóveis. Segundo Gonzalez (2000, p. 20), uma avaliação



pode ser considerada como a abrangência de operações que levam à formação do juízo sobre o valor de determinado imóvel ou de um direito sobre ele. O valor de um bem é representado pelo valor atribuído pelo mercado onde ocorre determinada transação. O valor de mercado é a resultante de um método matemático e estatístico que analisa dados obtidos na coleta de informações de preços de imóveis com semelhanças características ao imóvel a ser avaliado. Existem diferentes formas de metodologia avaliatória, cabendo ao profissional de engenharia de avaliações optar pelo método que melhor se adequa ao mercado. Adotando-se o método comparativo, buscou-se construir um modelo para avaliação de terrenos localizados na cidade do Balneário Rincão, SC, em função de uma amostra coletada, buscando as variáveis relevantes na formação do valor, testando-as em diferentes combinações, para, então, adotar o melhor modelo de regressão e analisar sua sensibilidade no mercado imobiliário da cidade em estudo. De acordo com, Coelho (2011, p. 3), outro importante processo no entendimento da avaliação é o conhecimento das variáveis, medidas que assumem valores diferentes, em diferentes pontos de observação, e podem ter uma relação de dependência ou independência sobre algum aspecto. As variáveis independentes serão aquelas formadoras do valor. Conforme a NBR 14653-2 (2011, p.14), estas variáveis fazem menção às características físicas (área, frente, infraestrutura), de localização (bairro, distância a polo de valorização) ou econômicas (à vista ou a prazo, oferta ou venda). A referida Norma define como variável qualitativa todas variáveis que não podem ser medidas e contadas, somente hierarquizadas, como, por exemplo, padrão e conservação. Essas, por sua vez, podem ser codificadas por meio de:

- 1) Variáveis Dummy ou dicotômicas – são variáveis que serão atribuídas apenas duas hipóteses: sim ou não; atribuindo-se o valor 0 (zero) quando não possuir a característica e valor 1 (um), caso possua (ZANCAN, 1996, p. 70).
- 2) Variáveis Proxy – conforme a NBR 14653-2 (2011, p. 15), a presente variável é aplicada para substituir outra de difícil mensuração e que se presume guardar com ela relação de pertinência. É alcançada por intermédio de indicadores publicados ou inferidos em demais estudos de mercado (SINAPI, CUB, Ross Heideck, dentre outros.).

3) Códigos alocados – a NBR 14653-2 (2011, p. 15) define esta variável como a escala lógica ordenada para diferenciar características qualitativas de imóveis. O estado de conservação do imóvel usa-se, 1 (um) para ruim, 2 (dois) para regular e 3 (três) para bom, por exemplo (GONZÁLEZ, 2000, p. 60).

Conforme Zancan (1996, p. 28), no que concerne às variáveis dependentes, estas são representativas do valor de mercado do imóvel: valor unitário ou valor total. O modelo de regressão linear tem por objetivo estimar uma função que explique a variação de uma variável dependente Y em relação a outras variáveis independentes, que são responsáveis pelo seu valor. Pode ser simples quando possui apenas uma variável, ou múltipla quando a variabilidade é explicada por mais de uma variável. Segundo Dantas (2005, p. 114), os parâmetros para analisar a dependência entre a variável explicada e a explicativa são o Coeficiente de Correlação (r), que expressa quão bem essas variáveis estão relacionadas entre si, podendo variar de -1 (um negativo – correlação inversa) a +1 (um positivo – correlação direta), quão maior for a proximidade de 1 em módulo, maior será a dependência linear entre as variáveis, conforme mostra Tabela 1, sustenta Mendonça (1998, apud FERMO, 2006, p. 29) que valores abaixo de 0,60 não explicam o modelo e devem ser descartados. O outro parâmetro é o Coeficiente de Determinação (r^2), que define o quanto a equação de regressão explica a variável dependente. É um número no intervalo de 0 (zero) a 1 (um) e, assim, $0 \leq r^2 \leq 1$, quanto mais próximo de 1 (um), maior será a explicação da variável dependente.

Tabela 1 – Níveis de Correlação

Coeficiente	Correlação
$r = 0$	Nula
$0 < r \leq 0,30$	Fraca
$0,30 < r \leq 0,60$	Média
$0,60 < r \leq 0,90$	Forte
$0,90 < r < 1$	Fortíssima
$r = 1$	Perfeita

Fonte: Dantas (2005, p. 115)



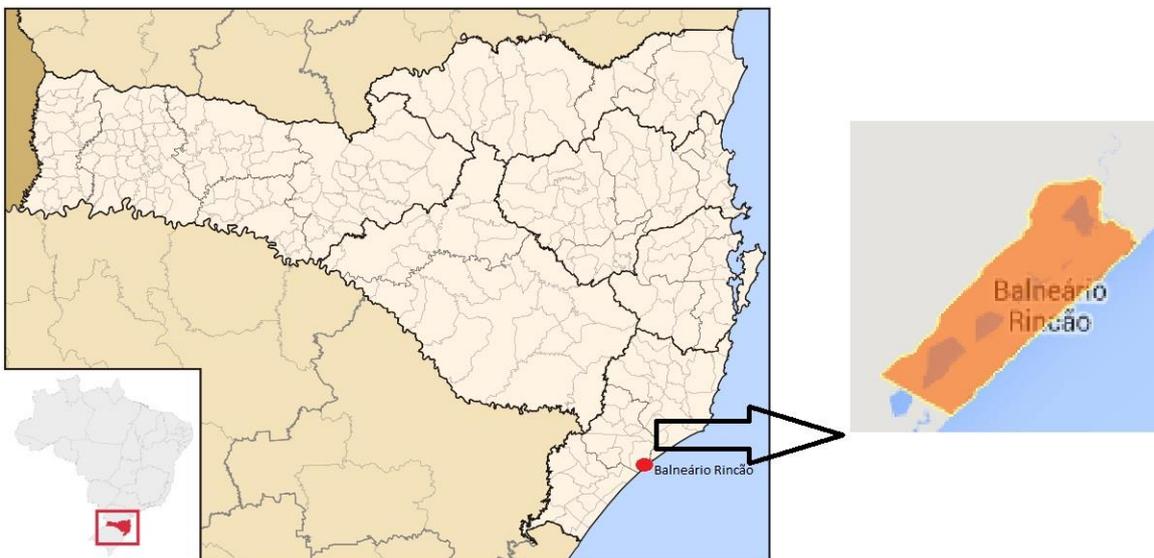
Seguindo essa linha, conforme González (2000, p. 91), a análise dos resíduos é analisada para definição de intervalos de confiança e testes de significância e se observa percentuais dos resíduos que obrigatoriamente devem apresentar uma tendência à distribuição normal, verificando a aderência da amostra aos percentuais verificados na Curva Normal Reduzida, permanecendo distribuídos da seguinte forma: 68% da curva entre $-1s + 1s$; 90% da curva entre $-1,64s + 1,64s$; 95% da curva entre $-1,96s + 1,96s$. Segundo González (2000, p. 83), existem diferentes testes que envolvem as especificações de um modelo de regressão múltipla. Para a verificação da hipótese de regressão usa-se o teste de análise de variância que constata a significância ou incerteza do modelo, conforme Fermo (2006, p. 30) esta análise tem por fim constatar a relação existente entre as variáveis independentes X e a variável dependente Y . Para haver regressão de Y em X , deve-se, necessariamente, testar a hipótese de $\beta_1 = 0, \beta_2 = 0, \beta_3 = 0, \dots, \beta_n = 0$, ao mesmo tempo, ao passo de que se for aceita a hipótese, não haverá equação de regressão. A NBR14653-2: 2011, no seu item 9.2.1, estabelece níveis de significância para o Grau de Fundamentação I (5%), II (2%) e III (1%). Em se tratando do Grau de Fundamentação III, deve-se testar a hipótese de $\beta_1 = 0, \beta_2 = 0, \beta_3 = 0, \dots, \beta_n = 0$, a um nível de incerteza de 1%; no que toca ao Grau de Fundamentação II, a um nível de significância de 2%; e no Grau de Fundamentação I, a um nível de incerteza de 5%. Os testes em estudo podem ser realizados por meio da distribuição F de Fischer Snedecor, que compara a variação explicada com a variação não explicada da variável dependente, ou pela distribuição t de Student, que tem a objetivo de testar se o efeito de cada uma das variáveis independentes sobre a dependente é, ou não, estatisticamente significativo. A NBR 14653-2: 2011 também pontua, no seu item 9.1.1, que a especificação de uma avaliação está relacionada tanto com o empenho do engenheiro de avaliações, como com o mercado e informações que dele possam vir a ser extraídas. Assim, o grau de fundamentação terá por finalidade determinar o empenho do avaliador no trabalho, ou seja, quanto menor a subjetividade presente na avaliação, maior o grau de fundamentação e precisão. Deste modo, os trabalhos de avaliações, podem ser classificados como: Grau I, Grau II e Grau III. A motivação para o estudo do mercado imobiliário de terrenos do recém criado município do Balneário Rincão, SC, deve-se ao número de cadastros imobiliários e a intenção de

contribuir com uma das ferramentas para o cálculo do IPTU (Imposto Predial e Territorial Urbano).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A cidade do Balneário Rincão localiza-se no litoral sul do Estado de Santa Catarina (SC), conforme pode-se verificar na Figura 1.

Figura 1: Cidade do Balneário Rincão, Santa Catarina, Brasil.



Fonte: Do Autor (2014)

Balneário Rincão está localizado na região sul do Brasil, no estado de Santa Catarina. De acordo com o censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2012), sua população é de 11.628 habitantes. O município foi criado inicialmente como distrito de Içara em 15 de julho de 1999. Em primeiro de janeiro de 2013 foi oficialmente instalado, através da Lei 001/2013. Faz divisa com Içara, Jaguaruna e Araranguá, distante apenas 25 km dos principais municípios da AMREC, Associação dos Municípios da Região Carbonífera. Conta com uma área total de 63 Km². Possui 13 quilômetros de orla marítima, com duas plataformas de pesca e sete lagoas (Urussanga Velha, Lagoa dos Freitas, Lagoa do Jacaré, Lagoa do Faxinal, Lagoa dos Esteves, Lagoa Mãe Luzia e Lagoa do Rincão.). Dentre os pontos turísticos de Balneário Rincão, podemos mencionar: Parque Aquático;

Mirante da Caixa D'Água; Campestre late Clube e o Museu arqueológico, que abriga o acervo histórico do município. Sua principal atividade econômica é o turismo. Além do comércio e da agricultura, a piscicultura tem forte importância na economia local. Possui relevante produção de melancia, milho, laranja, maracujá, aviários e hortifrutigranjeiros, que abastecem os mercados da região. Por ser um município novo, o mesmo carece de infraestrutura básica para o seu desenvolvimento. Após breve análise ao contexto geográfico e econômico do município, a amostra da pesquisa dos dados dos terrenos da cidade do Balneário Rincão (SC), foi realizada nas imobiliárias locais e internet. Obteve-se uma amostra com 37 (trinta e sete) dados de ofertas e transações de terrenos. Com o fim de facilitar a coleta dos dados, elaborou-se uma ficha de pesquisa, conforme Figura 2, contendo informações relevantes que explicam o comportamento dos valores dos terrenos.

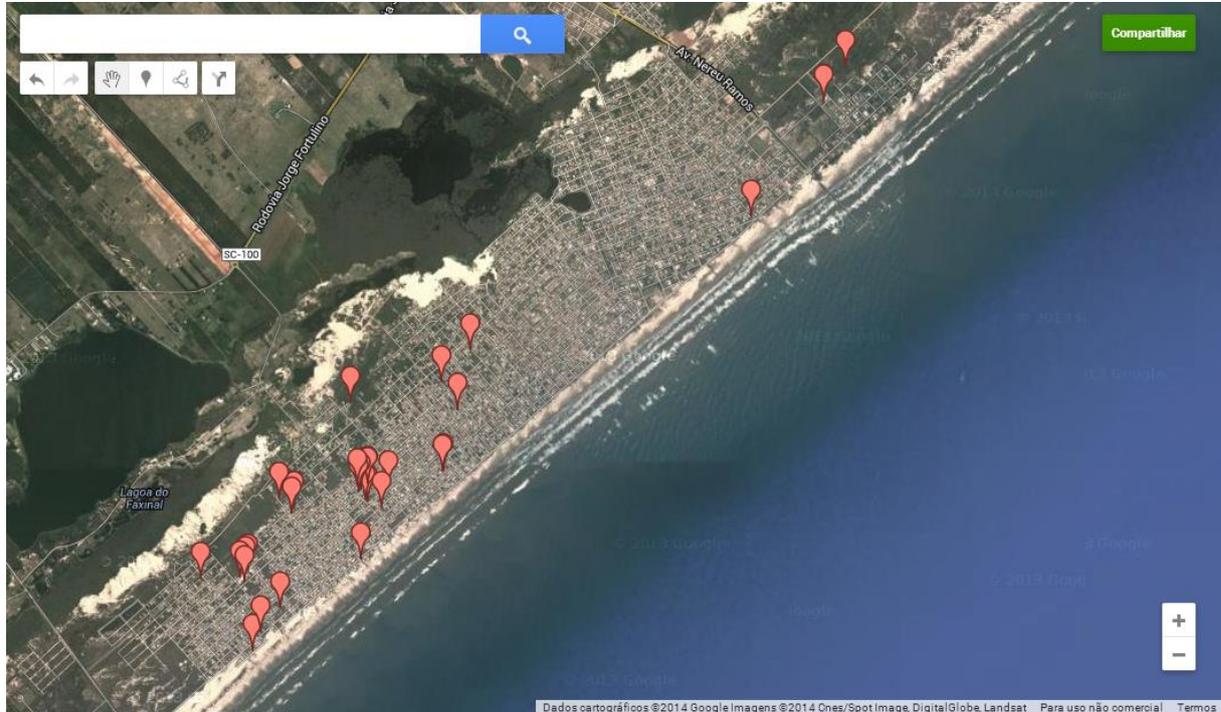
Figura 2: Ficha de pesquisa.

Amostra nº	Data:		
Cidade:	Lote:	Quadra:	
Zoneamento:	Esquina		Meio de Quadra
Infraestrutura:	Profundidade:		
Frente:			
Área Total:	Valor Total:		
Distância ao Mar:			
Fonte:			

Fonte: Do Autor (2014).

Os dados pesquisados constantes nas fichas foram devidamente localizados, como se observa na Figura 3, vistoriados e fotografadas suas frentes, mostradas na Figura 4.

Figura 3: Localização dos dados coletados



Fonte: Google Earth (adaptado).

Na Figura 4 mostra-se as frentes de alguns terrenos ofertados no Balneário Rincão pertencentes amostra de dados que compõe a pesquisa realizada.

Figura 4: Frentes de alguns terrenos pesquisados



Fonte: André Rocha Philippi (2014).

Os dados foram coletados por intermédio de pesquisas junto à internet e apresentaram informações incompletas, onde houve a necessidade de buscar complementação em imobiliárias. No que se refere às características detalhadas dos imóveis, houve a obrigatoriedade de observar os terrenos in loco. Tais atributos valorativos foram devidamente descritos mediante as suas variáveis como foram enquadrados todos os dados constantes na pesquisa. Através dos dados das fichas de pesquisa dos 37 (trinta e sete) terrenos coletados e completos, organizou-se planilha eletrônica com o auxílio do software Microsoft Office Excel 2010 definindo-se em colunas as variáveis que, por hipótese, explicam o mercado de terrenos do Município do Balneário Rincão (SC). Entre as informações gerais coletadas verificou-se: o endereço, o zoneamento e a fonte. A variável área é do tipo quantitativa, e que, por hipótese, à medida que incrementa um metro quadrado, o valor unitário diminui. Foram utilizados dados com áreas entre 288,00 m² e 646,00 m². A variável dependente - valor unitário - foi obtida pela razão do valor total dividido pela área do terreno. A testada corresponde à largura do terreno, caso seja um terreno de esquina a testada corresponde ao acesso principal do terreno. Esta variável foi indicada como quantitativa, em metros. Profundidade do terreno foi utilizada com as mesmas características da testada, sendo uma variável quantitativa obtida em



metros. A distância ao mar foi tratada como variável quantitativa, em metros, medida em linha reta da frente do terreno até a beira do mar com o auxílio do Google Earth. Dados coletados estavam no intervalo de 193,60 metros a 1106,00 metros. Após a coleta de dados de mercado construiu-se uma planilha com as variáveis consideradas relevantes com o uso do software Microsoft Office Excel 2010. Na planilha as variáveis independentes qualitativas estavam devidamente codificadas juntamente com as quantitativas. Para a modelagem da equação o uso das ferramentas do Excel possibilitou, num primeiro momento, a análise exploratória de verificação da influência de cada variável independente sobre a variável dependente valor, e, assim, verificar, por meio dos parâmetros estatísticos, se algumas variáveis não são relevantes. Por conseguinte, utilizou-se o software Sisren Windows a fim de desenvolver modelos com combinações das variáveis e suas transformações por artifícios aritméticos, uma vez que algumas variáveis não apresentaram comportamento linear. Dessa forma as variáveis explicaram-se por intermédio de testes que tornaram o modelo aceito para sua finalidade, ou seja, encontrou-se a melhor equação de regressão que representa o comportamento dos terrenos no município do Balneário Rincão (SC).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A variável dependente utilizada na modelagem foi o valor unitário. Realizou-se simulações entre as variáveis para identificar o melhor conjunto de variáveis, com o intuito de gerar a equação de regressão. Após as simulações, 05 (cinco) variáveis explicaram-se estatisticamente o valor dos terrenos na cidade do Balneário Rincão (SC), ou seja, 4 (quatro) variáveis independentes, área total, testada, infraestrutura, distância ao mar. Após testar várias transformações nas variáveis, obteve-se a equação de regressão com o melhor nível de significância, apresentando correlação no valor de 90,36%, o que significa uma forte relação entre a variável dependente e as variáveis independentes utilizadas no modelo. O coeficiente de determinação encontrado foi de 81,64%, o que significa dizer que 18,36% do valor unitário não foi explicado pelo modelo de regressão por prováveis variáveis não consideradas ou

erros ocasionais de medidas. Com referência a quantidade mínima de dados de mercado utilizada o modelo gerado enquadra-se no grau II fundamentações devido a 5 (cinco) variáveis independentes e 32 (trinta e dois) dados efetivamente utilizados. A correlação entre as variáveis independentes é mostrada na matriz de correlação ilustrada na Figura 5.

Figura 5: Matriz de correlação.

Variável	Área Total	Frente	Infraestrutura	Distancia ao ...	Valor Unitário
Área Total		84	13	15	18
Frente	84		5	24	32
Infraestrutura	13	5		50	67
Distancia ao Mar	15	24	50		84
Valor Unitário	18	32	67	84	

Fonte: SisRen Windows.

Desta forma obteve-se a equação de regressão para o modelo de avaliações de terrenos da cidade do Balneário Rincão (SC), conforme Figura 6:

Figura 6: Equação de regressão.

$$\text{Valor unitário} = e^{(+4,121140631 - 1,966422184E-006 * \text{Área Total}^2 + 0,002429106185 * \text{Frente}^2 + 0,4572124546 * \text{Infraestrutura} + 292,0257354 / \text{Distancia do Mar})}$$

Fonte: Do Autor (2014).

Posteriormente realizou-se as verificações referentes à análise de regressão. A Tabela 2 apresenta o valor de t de Student para cada variável utilizada no modelo com sua específica significância. A NBR 14653-2: 2011, em seu item 9.2.1, especifica o nível de significância individual de cada regressor, enquadrando em Grau III a significância até 10%, Grau II até 20% e em Grau I para significância de até 30%, desta maneira observa-se que o modelo gerado apresentou Grau III, tendo em vista que os resultados da significância ficaram entre 0,01% e 7,03%.

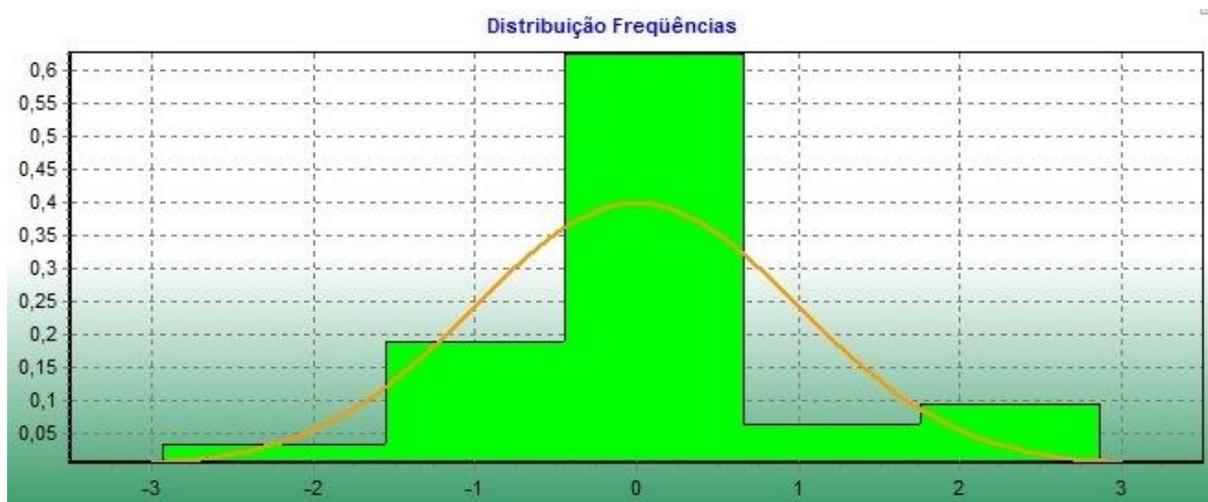
Tabela 2: Resultados Relativos do Modelo Gerado

Variáveis	Equação	t-observado	Significância %
Área Total	X^2	-1,88	7,03
Frente	X^2	2,54	1,72
Infraestrutura	x	3,98	0,05
Distância ao Mar	1/x	5,79	0,01

Fonte: Do Autor (2014).

A estatística F para o modelo gerado é de 30,03 com um nível de significância de 1% o que indica 99% de confiança, enquadramento no grau III de fundamentação. Na análise de normalidade, os percentuais dos resíduos devem apresentar tendência à distribuição normal, verificando a aderência da amostra aos percentuais verificados na Curva Normal Reduzida. A equação de regressão constatou que os percentuais apresentaram-se dentro dos domínios estabelecidos pela NBR 14653-2: 2011, desta forma pode-se assegurar a normalidade dos resíduos com os seguintes intervalos: 75% da curva distribui-se entre $-1s + 1s$; 87% da curva distribui-se entre $-1,64s + 1,64s$; e 93% da curva distribui-se entre $-1,96s + 1,96s$, como se observar na Figura 7.

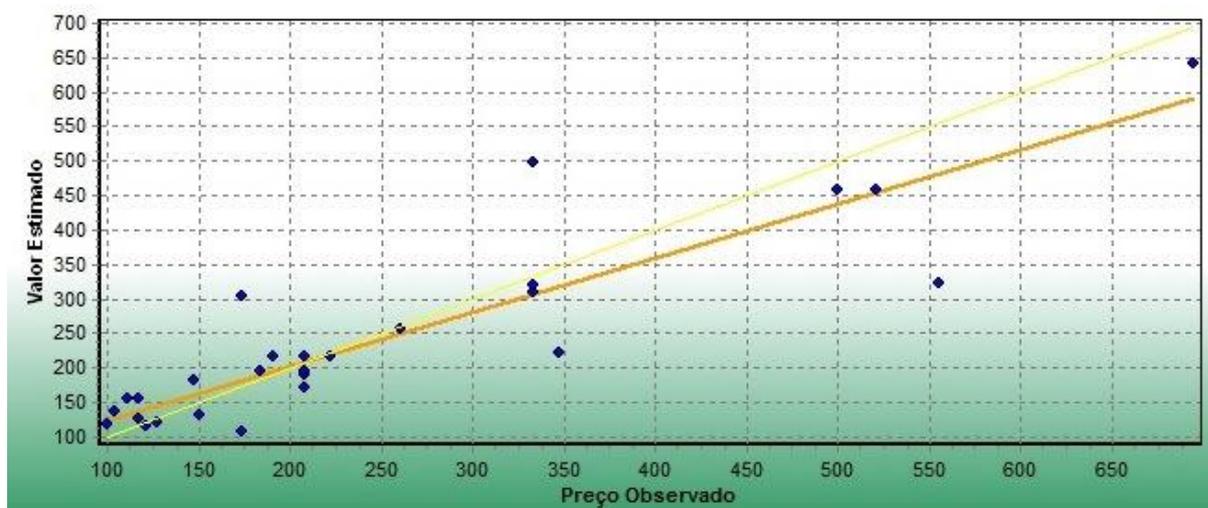
Figura 7: Distribuição de frequência.



Fonte: SisRen Windows.

Adiante, a Figura 8 ilustra o poder de predição do modelo adotado para a avaliação de terrenos na cidade do Balneário Rincão (SC) que, segundo a NBR 14653-2: 2011, pode ser verificado por meio do gráfico de preços observados na abscissa versus valores estimados pelo modelo na ordenada, que deve apresentar pontos próximos da bissetriz do primeiro quadrante”, ou seja, quanto mais os pontos se aproximarem da bissetriz (reta amarela), maior será o poder de predição do modelo.

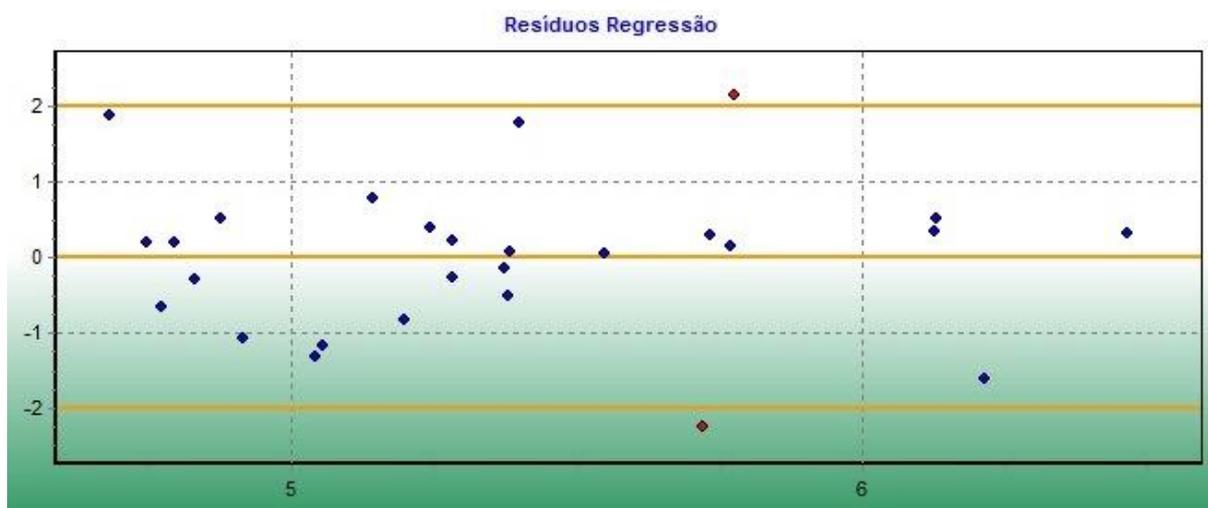
Figura 8: Gráfico valor estimado x Preço observado



Fonte: SisRen Windows.

Conforme explica Dantas (2005, p. 113), o fato de um ponto apresentar-se com resíduo padronizado inferior ou superior 2 (dois) desvios padrões, não implica, necessariamente, em outlier, contudo que 95 % dos resíduos padronizados estejam aproximadamente entre - 2 e + 2. Assim, optou-se por manter na amostra o resíduo padrão referente ao dado pesquisado destacado na cor vermelha, conforme vislumbra-se na Figura 9, que representa 6,25 % da amostra, ficando, desta forma, 93,75% dos resíduos dentro do intervalo - 2 e + 2.

Figura 9: Resíduos da regressão.



Fonte: SisRen Windows.

Para a análise de sensibilidade do modelo de regressão múltipla de terrenos na cidade do Balneário Rincão (SC) utilizou-se determinada amostra contendo 3 (três) dados de terrenos, todos ofertados. Esses dados foram coletados a posterior da obtenção da equação de regressão, o que significa que não pertencem à amostra inicial. Para esses terrenos foram priorizadas unicamente variáveis pertinentes à aplicação do modelo, ou seja, aquelas variáveis que explicaram o valor: distância ao mar; área total; infraestrutura; frente; e a variável dependente valor unitário. A variação entre os valores por metro quadrado de terrenos gerados pela equação com os valores ofertados pode ser observada na Tabela 3.

Tabela 3: Análise de sensibilidade do modelo

Dado	Valor Ofertado (R\$)	Valor Médio Calculado (R\$)	Variação (%)
38	R\$ 50.000,00	R\$ 46.374,04	-7,25
39	R\$ 60.000,00	R\$ 51.276,54	-14,54
40	R\$ 50.000,00	R\$ 53 588,04	7,18

Fonte: Do Autor (2014).

Na análise de sensibilidade, quanto à Precisão de estimativa do valor, o modelo de regressão gerado atendeu o Grau III, pois o intervalo, em percentual, entre os valores mínimos e máximos, não ultrapassou a variação de 30% em nenhum imóvel, assim como dispõe o item 9.2.3 da NBR 14653-2: 2011, podendo ser observado na Tabela 4.

Tabela 4: Análise do grau de precisão do modelo.

Dado	Valor Mínimo Calculado (R\$)	Distancia ao Mar m	Valor Máximo Calculado (R\$)	Variação (%)
38	R\$ 41.132,92	770,13	R\$ 52 222,12	23,93
39	R\$ 46 348,52	608,05	R\$ 56 851,19	20,68
40	R\$ 48 633,19	556,92	R\$ 59 047,70	19,43

Fonte: Do Autor (2014).



4. CONCLUSÕES

O presente estudo teve por objetivo uma análise ao método comparativo direto de dados de mercado com o intuito de se chegar a um modelo para avaliação de terrenos localizados na cidade do Balneário Rincão (SC). Esse modelo restou construído em função de uma amostra de 32 (trinta e dois) dados de terrenos coletados juntamente com variáveis independentes relevantes na formação do valor, sendo a equação de regressão explicada, após algumas combinações, por 5 (cinco) variáveis, assim descritas: área total, distância ao mar, infraestrutura, frente, origem da informação (oferta ou transação). A correlação do modelo foi de 90,36%, indicando uma forte correlação entre a variável dependente e independentes, com elevado poder de predição. O modelo gerado mostrou-se de fácil aplicabilidade e, na análise de sensibilidade, apresentou variação de -14,54% a 7,18% entre o valor ofertado e o valor calculado, portanto, compatível com a realidade do mercado imobiliário dos terrenos da cidade do Balneário Rincão (SC). Demais parâmetros estatísticos analisados apresentaram-se dentro dos limites estabelecidos na NBR 14653-2: 2011, possibilitando o enquadramento da equação de regressão no Grau III de Precisão e Fundamentação. Recomenda-se, que o referido banco de dados de terrenos da cidade do Balneário Rincão (SC) mantenha-se atualizado para utilização desta metodologia avaliatória.



5. REFERÊNCIAS

(_____), **IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 24 de abr. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14653/ 2011. Avaliações de Bens Parte 2: Imóveis Urbanos. Rio de Janeiro, 2004, 37 p.

Coelho, Jocilon, **Modelo de Regressão Linear Múltipla para Avaliação de Aluguéis de Salas Comerciais na Cidade de Araranguá-SC** – Engenharia Civil – Universidade do extremo Sul Catarinense – Unesc, Novembro 2011.

DELFINO, Vanessa Sant'Ana, **Modelo de Regressão Múltipla para Avaliação de Apartamentos na Cidade de Torres, RS.**– Engenharia Civil – Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, junho 2013.

DANTAS, Rubens Alves. **Engenharia de Avaliações: uma introdução à metodologia científica**. 2ª ed. São Paulo: PINI, 2005. 255 p.

FERMO, Graziela Olivo, **Modelo de Regressão Linear Múltipla para Avaliação de Apartamentos na Cidade de Criciúma, SC** – Engenharia Civil – Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, junho 2006.

GONZÁLEZ, Marco Aurélio Stumpf. **A Engenharia de Avaliações na Visão Inferêncial**. 2ª ed. São Leopoldo: UNISINOS, 2000. 141 p.

ZANCAN, Evelise Chemale. **Avaliações de Imóveis em Massa para Efeitos de Tributos Municipais**. Florianópolis: Rocha, 1996.