

## **MODELO DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA PARA AVALIAÇÃO DE ALUGUÉIS DE SALAS COMERCIAIS NA REGIÃO CENTRAL DE CRICIÚMA-SC**

Suzane Aparecida Schug (1), Evelise Chemale Zancan (2)

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense

(1) [suzaneschug@hotmail.com](mailto:suzaneschug@hotmail.com), (2) [ecz@unesc.net](mailto:ecz@unesc.net)

### **RESUMO**

Este trabalho apresenta a equação de regressão linear com múltiplas variáveis para avaliação de locação de salas comerciais na região central na cidade de Criciúma, SC. O modelo foi obtido por meio de uma amostra de 254 dados de oferta e locação de salas comerciais, dos quais apenas 231 foram efetivamente utilizados e interpretados pela variável dependente: valor total, e por 05 variáveis independentes formadoras de valores: área total, térrea ou aérea, ofertada ou locada, distância até a Praça Nereu Ramos e CUB depreciado. Depois de algumas simulações em busca do melhor ajustamento dos dados, o modelo adotado apresentou um coeficiente de correlação de 89,02%, indicando uma forte correlação entre a variável dependente e as independentes. A equação obtida se mostrou de fácil aplicabilidade, e foi testada na avaliação de 03 salas comerciais não inclusas na amostra, mostrando resultados compatíveis com a realidade do mercado imobiliário de locação de salas comerciais na região central na cidade de Criciúma, SC, o que permitiu, de acordo com a NBR 14653-2: 2011, o enquadramento da equação de regressão no Grau III de fundamentação e precisão.

*Palavras-Chave: Engenharia de Avaliações, Regressão Linear Múltipla, Locação, Salas Comerciais.*

### **1. INTRODUÇÃO**

Uma avaliação pode ser definida como o conjunto de operações que leva à formação de juízo sobre o valor de um imóvel, ou de um direito sobre ele. O valor de um bem é representado essencialmente pelo valor atribuído pelo mercado onde ele é transacionado ou locado (GONZÁLEZ, 2000, p.20).

Atribui-se valor a tudo aquilo que é útil ou escasso. O principal objetivo da Engenharia de Avaliações é a determinação do valor de um bem, de seus custos, frutos e direitos, assim como determinar a viabilidade de sua utilização para uma determinada situação e finalidade. (FERMO, 2006).

O valor de mercado resulta de um método matemático e estatístico de tratamento de dados que são obtidos de coleta de informações de preços de locação de imóveis com características assemelhadas ao avaliando. O método comparativo direto de dados de mercado é o empregado para locações, sendo a comparação direta do

imóvel avaliado com outros imóveis de características semelhantes que estão inseridos dentro do mercado imobiliário, (DELFINO, 2013, p. 2).

Após um período registrando números positivos, o mercado imobiliário passa por um momento de instabilidade. Até meados de 2013 as locações e vendas de imóveis registravam crescimento forte, em razão da conjuntura macroeconômica favorável para o setor. Os juros estavam baixos, o desemprego atingindo baixas históricas e a renda crescendo acima da inflação, porém ainda em 2013 a economia começou a apresentar sinais de desaquecimento e um novo cenário se apresentou. A dificuldade de acesso ao crédito, a alta nos financiamentos, as incertezas políticas e a queda do poder aquisitivo, criaram um ambiente negativo no campo setorial, diminuindo o interesse de investidores na compra e locações de imóveis. Notou-se então o enfraquecimento do mercado ao longo de 2014, gerando o acúmulo de imóveis nas carteiras de locações das imobiliárias. Com crescente quantidade de imóveis em oferta e a queda do poder aquisitivo, negociar se tornou vantajoso para os clientes, provocando a busca por imóveis mais baratos para locação. Neste contexto fica evidente a importância da Engenharia de Avaliações, tanto na negociação junto aos clientes das imobiliárias, quanto para contribuir com o reaquecimento do mercado imobiliário trazendo de volta o equilíbrio do setor.

Este estudo tem por objetivo elaborar um modelo de regressão linear múltipla por meio do método comparativo direto de dados de mercado, para avaliação de bens imóveis do tipo locações de salas comerciais localizadas na região central da cidade de Criciúma/ SC. Para utilização desse método, é essencial um conjunto de dados do mercado locatício. Esta coleta de dados do mercado pode ser feita: via web, classificados de jornais, em imobiliárias, ou in loco, com visita aos imóveis ofertados.

É condição fundamental para aplicação deste método a existência de um conjunto de dados que possa ser tomado estatisticamente como amostra de mercado. Isto é, por esse método, qualquer bem pode ser avaliado, desde que exista dados que possam ser considerados como uma amostra representativa para os mesmos. (DANTAS, 2012, p. 16).

Conforme 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 de locação. Segundo NBR 14653-2: 2011, as

variáveis independentes referem-se às características físicas (área, distância), de localização (bairro, logradouro), e econômicas (oferta ou locada). A mesma Norma, ainda estabelece que se deve priorizar o uso de variáveis quantitativas, que podem ser mensuradas ou contadas. Existem ainda as variáveis qualitativas, que não podem ser mensuradas ou contadas, e que são determinadas como:

- 1) Variáveis *Dummy* ou dicotômicas – são variáveis em que serão atribuídas apenas duas situações: sim ou não; atribuindo-se o valor 0 (zero) quando não possui a característica e 1 (um) caso contrário (Zancan, 1996, p.70).
- 2) Variável *Proxy* – onde uma variável de difícil mensuração é substituída de acordo com a NBR 14653-2: 2011 por: custos unitários básicos, níveis de renda da população, coeficientes de depreciação entre outros.
- 3) Códigos alocados – definida ainda pela norma citada, como uma escala composta por números naturais em ordem crescente em função das características qualitativas dos imóveis. Por exemplo, para estabelecer o estado de conservação do imóvel segundo três categorias, utiliza-se 1 (um) para ruim, 2 (dois) para regular e 3 (três) para bom (González, 2000, p.60).
- 4) Códigos ajustados, é uma variável com seus valores extraídos da amostra utilizando variáveis dicotômicas havendo ao menos três dados por características. Já as variáveis dependentes, serão aquelas que representam o valor de mercado de um imóvel: valor unitário ou valor total (DELFINO, 2013, p.3).

O modelo de regressão linear tem como 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 (ZANCAN, 1996, p. 28).

No âmbito da avaliação de imóveis é identificada essencialmente a depreciação associada ao desgaste físico do edifício ou depreciação. O critério de Ross-Heidecke considera a depreciação como uma perda de valor que não pode ser recuperada com gastos de manutenção. Uma benfeitoria regularmente conservada deprecia-se de modo regular, enquanto que outra mal conservada deprecia-se mais rapidamente. (ZANCAN, 1996). A Figura 01 estabelece 5 (cinco) categorias com estado de conservação, com 4 (quatro) categorias intermediárias, atribuindo a cada uma delas coeficientes próprios.

Figura 01: Quadro de depreciação

CONDIÇÕES FÍSICAS	CLASSIFICAÇÃO	ESTADO	COEFICIENTE (%)
Não sofreu, nem requer reparos	Ótimo	1,0	0,00
	Muito Bom	1,5	0,32
Requer/ recebeu pequenos reparos	Bom	2,0	2,52
	Intermédio	2,5	8,09
Requer reparos simples	Regular	3,0	18,10
	Deficiente	3,5	33,20
Requer reparos importantes	Mau	4,0	52,60
	Muito mau	4,5	75,20
Valor de demolição (Residual)	Demolição	5,0	100,00

Fonte: Engenharia de Avaliações, editora Pini, 2007.

O método de Ross–Heidecke considera a idade e o estado de conservação para calcular a depreciação, conforme observamos na equação (1):

$$K = \frac{1}{2} \left[ \left( \frac{u}{n} \right) + \left( \frac{u}{n} \right)^2 \right] + \left\{ 1 - \frac{1}{2} \left[ \left( \frac{u}{n} \right) + \left( \frac{u}{n} \right)^2 \right] \right\} C \quad \text{Equação (1)}$$

Onde:

K = Depreciação física

n = Vida útil do imóvel

u = Idade Efetiva do imóvel

C = Coeficiente de depreciação de Heidecke

Com a fórmula é possível elaborar uma tabela de entrada dupla em que se consideram simultaneamente a idade e o estado de conservação. A depreciação física de um imóvel é determinada com base na equação (2):

$$D = K(V_i - V_r) \quad \text{Equação (2)}$$

Onde:

D = Depreciação acumulada

K = Fator de depreciação acumulada

V<sub>i</sub> = Valor inicial do imóvel

V<sub>r</sub> = Valor residual do Imóvel

V<sub>i</sub>-V<sub>r</sub> = Valor depreciável

O cálculo do valor atual ( $V_a$ ) é feito pela equação (3):

$$V_a = V_i - K(V_i - V_r)$$

Equação (3)

Conforme Dantas (2005, p114) o coeficiente de correlação ( $r$ ) é uma importante estatística de análise de um modelo de regressão, pois informa a dependência entre a variável dependente e a variável independente. O resultado de  $r$  varia de -1 à +1, sendo que quanto mais próximo de 1, em módulo, maior será a dependência linear entre as variáveis e quanto mais próxima de zero, menor será esta dependência. A Tabela 01 relaciona os níveis de correlação segundo os valores de seus próprios coeficientes.

Tabela 01: 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 (2012, p.115).

Segundo Delfino (2013, p.4), outra importante verificação a ser feita é a eventual existência de pontos atípicos ou *outliers* que divergem sensivelmente da média dos valores e que podem indicar perturbação na regressão. Para Fermo (2006, p.35), antes de se retirar um ponto atípico deve-se analisar cuidadosamente cada um deles verificando se os dados numéricos quantitativos ou qualitativos foram considerados corretamente. A remoção só deverá ser realizada se for encontrado um erro de medição ou de especificação ou qualquer outra causa identificável.

A NBR 14653-2: 2011 estabelece que a especificação de uma avaliação está relacionada tanto com o empenho do engenheiro de avaliações, como com o mercado e as informações que possam ser dele extraídas. Conforme Delfino (2013, p.5), o grau de fundamentação terá o objetivo de determinar o empenho do avaliador no trabalho, ou seja, quanto menor a subjetividade presente na avaliação maior o

grau de fundamentação e precisão. Para medir o grau de precisão, é considerada a amplitude do intervalo de confiança de 80% em torno do valor central da estimativa (NBR 14653-2: 2011). Em seu item 9.2.1 a NBR 14.653:2 aponta os níveis de significância para o Grau de Fundamentação. Onde no Grau de Fundamentação III (deve-se testar a hipótese de  $\beta_1 = 0$ ,  $\beta_2 = 0$ ,  $\beta_3 = 0$ , ...,  $\beta_n = 0$ ), encontra-se um nível de incerteza de 1%, no Grau de Fundamentação II, um nível de significância de 2%, e no Grau de Fundamentação I, um nível de incerteza de 5%. Estes testes podem ser realizados através 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 finalidade de testar se o efeito de cada uma das variáveis independentes sobre a dependente é ou não estatisticamente significativo. Assim, com o intuito de contribuir na área de Engenharia de Avaliações, o objetivo desse estudo, é desenvolver um modelo de regressão linear múltipla para avaliação de salas comerciais na região central da cidade de Criciúma, SC.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A cidade de Criciúma possui aproximadamente 200.000 mil habitantes e se constitui numa área territorial de quase 236 km<sup>2</sup>, segundo os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015). O município localiza-se no extremo sul do estado de Santa Catarina, conforme Figura 02, sendo a principal cidade da Associação dos Municípios da Região Carbonífera (AMREC). Além de ser a maior cidade do sul catarinense é a quinta maior em população de Santa Catarina. A cidade é polo industrial em diversos setores, entre eles: confecção, embalagens, cerâmico, plástico e descartável, metalmecânico, construção civil, material gráfico e extração do carvão mineral a qual ganhou destaque em nível nacional. O comércio da região é fortemente concentrado em Criciúma, que segundo a prefeitura municipal, detém 2.759 estabelecimentos comerciais. Criciúma é um referencial de compras de produtos da região, especialmente do setor vestuarista.



Figura 02 – Cidade de Criciúma, SC, Brasil.



Fonte: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org) (2016-adaptado)

Conhecido o contexto geográfico e econômico da cidade de Criciúma, elaborou-se um banco de dados contendo informações das salas comerciais para locação na região central da cidade de Criciúma, SC, por meio de pesquisa em sites e imobiliárias locais. Obteve-se então, uma amostra com 254 dados de salas comerciais, destes 66 em oferta e 188 locados. A região central pesquisada contempla os bairros: Centro, Comerciário, Michel, Pio Corrêa e Santa Bárbara. A coleta de dados iniciou-se em junho de 2016 e foi finalizada em setembro do mesmo ano. Cada imóvel pesquisado foi registrado e inserido na planilha Excel 2010 com as seguintes informações: bairro, área total, térrea ou aérea, ofertada ou locada, distância até a Praça Nereu Ramos, CUB do padrão de acabamento, estado de conservação, idade aparente, CUB depreciado e valor de locação, conforme Tabela 02. Esta matriz de dados possibilitou as simulações em busca do modelo de cálculo que explica o mercado locatício de salas comerciais na região central da cidade de Criciúma, SC.

Tabela 02- Planilha de dados

DADO	BAIRRO	ÁREA TOTAL (m²)	AÉREO (1) TÉRREO (2)	OFERTA (1) LOCADA (2)	DISTÂNCIA PRAÇA NEREU RAMOS (m)	CUB DEPRECIADO (R\$/m²)				VALOR DE OFERTA (R\$)
						CUB PADRÃO (R\$/m²)	EST. DE CONSERV.	IDADE APARENTE (anos)	CUB DEPRECIADO (R\$/m²)	
1	CENTRO	345,96	2	2	1.901,63	1.364,37	2	10	1.245,61	3.000,00
2	CENTRO	412,82	2	1	243,93	1.364,37	2	20	1.130,66	9.500,00
3	CENTRO	75,00	2	2	576,18	1.486,82	1	10	1.270,76	6.500,00
4	PIO CORREA	73,06	2	1	624,09	1.486,82	1	5	1.421,70	2.500,00
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
252	CENTRO	57,00	2	2	255,36	1.364,37	1	10	1270,758	715,75
253	CENTRO	60,00	2	2	453,23	1.364,37	1	10	1270,758	719,42
254	CENTRO	216,00	2	2	150,49	1.364,37	2	10	1245,611	472,04

Fonte: Dados do Autor (2016).

O relatório fotográfico da fachada frontal dos imóveis conforme mostra a Figura 03, elaborado juntamente com a tabela de dados, possibilitou as consultas para definição das variáveis que explicam o comportamento de preço de locação das salas comerciais que compõem a amostra de dados.

Figura 03 – Fachadas dos dados 264, 239, 223, 214,176,1,106,109,116.



Fonte: Dados do Autor (2016).

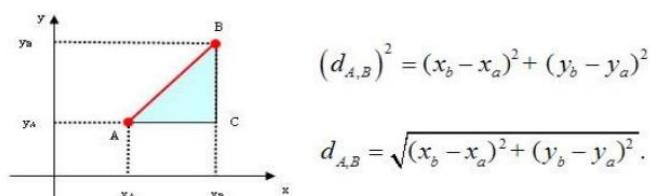


A variável área total, é do tipo quantitativas e foi consultada diretamente às fontes da pesquisa, ela define o tamanho da sala e é expressa em metros quadrados (m<sup>2</sup>), na amostra contemplam-se áreas entre 20,00 m<sup>2</sup> e 734,00 m<sup>2</sup>.

Já a variável térrea ou aérea é do tipo dicotômica e tem por objetivo indicar se o imóvel avaliado localiza-se no térreo ou outro pavimento superior (aéreo). Ela admite que as salas térreas possuam maior valor de locação. Por isso assume-se (1) para aéreo e (2) para térreo. Assim como a variável oferta ou locada que também é do tipo dicotômica e tem por objetivo indicar se o imóvel da pesquisa já está locado ou encontra-se em oferta. Considerando que os imóveis locados já foram negociados e seus valores aceitos considera-se (1) para oferta e (2) para locada.

Com o apoio do aplicativo *Google Earth* foi realizada a consulta das coordenadas geográficas de todos os imóveis de locação pesquisados e da Praça Nereu Ramos, definida como ponto de referência de valorização em função de sua localização. Desta forma, com todos os dados geo-referenciados, determinou-se como variável do tipo quantitativa, a distância entre dois pontos, conforme Figura 04.

Figura 04 – Representação de cálculo da distância entre dois pontos.



Fonte: [www.brasilescola.com/matematica](http://www.brasilescola.com/matematica) (2016 – adaptado).

O CUB depreciado é uma variável independente do tipo (*Proxy*) que tem como objetivo demonstrar o custo unitário básico (CUB) classificado de acordo com os padrões construtivos da edificação e depreciado pelo critério de Ross-Heidecke. A Figura 05 demonstra como o CUB unitário depreciado foi calculado com o auxílio do *Excel* 2010. Adotou-se como referência o CUB de salas comerciais para SC no mês de setembro de 2016, enquadrando o imóvel pesquisado no padrão médio ou alto.

Figura 05- Cálculo do CUB Depreciado

DADO	IDADE (anos)	VIDA (anos)	ESTADO	RESIDUAL	ÁREA TOTAL (m <sup>2</sup> )	PADRÃO DE ACABAMENTO (R\$/m <sup>2</sup> )	VALOR IMÓVEL NOVO (R\$)	DEPRECIÇÃO	VALOR DEPRECIADO (R\$)	CUB DEPRECIADO (R\$/m <sup>2</sup> )
1	10	67	2	20%	345,96	1.364,37	446.184,61	91,3%	407.347,30	1.177,44
2	20	67	2	20%	165,00	1.364,37	212.800,50	82,9%	176.348,09	1.068,78
3	10	67	1	20%	412,82	1.364,37	532.413,95	93,1%	495.883,88	1.201,21
4	5	67	1	20%	75,00	1.486,82	105.265,50	96,8%	101.888,75	1.358,52
5	10	67	1	20%	73,06	1.364,37	94.225,48	93,1%	87.760,47	1.201,21

Fonte: Dados do Autor (2016).

Finalizando a Tabela 02 a variável dependente utilizada foi valor total de locação, expressa em Reais/mês.

Todos os dados pesquisados, depois de organizados na Tabela 03, foram localizados e plotados no mapa da cidade por meio do aplicativo Google Earth, conforme mostra a Figura 06.

Figura 06 – Plotagem dos dados coletados em Criciúma, SC.



Fonte: Google Earth (2015, adaptado).

Com os elementos da pesquisa completos, definidas as variáveis independentes e a variável dependente, deu-se início à obtenção da equação de regressão que melhor representasse os valores no mercado de locação de salas comerciais na região central da cidade em estudo. No primeiro momento, utilizou-se o software Microsoft Office Excel 2010 para modelagem da equação por meio dos parâmetros estatísticos descritivos tais como: média, valores máximos e mínimos e coeficiente

de variação, possibilitando o entendimento do comportamento das variáveis determinadas relevantes na formação dos preços locativos. Posteriormente, a utilização do software SisRen Windows facilitou o desenvolvimento do modelo de regressão, combinando as variáveis em comportamento linear e/ou transformadas por artifícios aritméticos. Sendo assim, encontrou-se a melhor equação de regressão que representa o comportamento do mercado de locação de salas comerciais na região central de Criciúma, SC.

### 3. . RESULTADOS E DISCUSSÕES

Elaborou-se diversas combinações entre as variáveis para identificar qual o conjunto de variáveis melhor represente o comportamento dos valores das salas comerciais avaliadas na região central da cidade de Criciúma. Entre as variáveis testadas, 6 (seis) delas explicaram estatisticamente o valor locativo das salas comerciais, ou seja, 1 (uma) variável dependente, sendo o valor total de locação, e 5 (cinco) variáveis independentes, que são: área total, térrea ou aérea, ofertada ou locada, distância até à Praça Nereu Ramos e CUB depreciado. Obteve-se a equação de regressão com o melhor nível de significância, onde os resultados dos resíduos de regressão obtidos no modelo possibilitaram a equação apresentada na Figura 07:

Figura 07: Equação de Regressão

$$\text{Valor Total} = e^{(+3,120082939 + 0,6869155456 * \ln(\text{Área Total}) + 0,6959077657 * \text{Terreo/Áereo} - 0,3043636813 * \text{Locada/Ofertada} + 155,7351705 / \text{Distância Praça Nereu Ramos} + 2,406809944E-007 * \text{CUB depreciado}^2)}$$

Fonte: Do autor (2016)

O modelo obtido apresentou correlação no valor de 89,02%, o que significa uma forte relação entre a variável dependente e as variáveis independentes utilizadas.

O coeficiente de determinação encontrado foi de 79,25%, o que significa dizer que 20,75% do valor total não foi explicado pelo modelo de regressão por prováveis variáveis não consideradas ou erros ocasionais de medidas.

Em seguida realizou-se as verificações referentes à análise de regressão. A Tabela

03 apresenta o valor de t de Student para cada variável utilizada no modelo com a 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 forma observa-se que o modelo gerado apresentou Grau III já que os resultados da significância ficaram entre 0,01% e 0,04%.

No que se refere à quantidade mínima de dados de mercado utilizados no modelo, segundo a NBR 14653-2:2011, o modelo atendeu a fórmula:  $6(k + 1)$ , onde k é o número de variáveis independentes, nesse caso verificou-se o enquadramento desta pesquisa no grau III de fundamentação.

Tabela 03 - Resultados relativos do modelo gerado.

VARIÁVEL	EQUAÇÃO	COEFICIENTE	t VALOR	NÍVEL DE SIGNIFICANCIA
Área	$\ln(x)$	0,6869155456	17,38	0,01
Térreo/aéreo	x	0,6959077657	11,27	0,01
Oferta/locação	x	0,3043636813	-4,40	0,01
Dist. Praça Nereu Ramos	$1/x$	155,7351705	9,78	0,01
CUB depreciado	$x^2$	2,406809944E-007	3,62	0,04

Fonte: do autor (2016)

O modelo apresentou uma significância inferior à 0,01%, existindo regressão na atuação conjunta das variáveis com a probabilidade de 99,9%.

A NBR 14653-2:2011 estabelece que, na análise de normalidade os resíduos precisam indicar uma tendência à distribuição normal, constatou-se a aderência da amostra aos percentuais verificados na Curva Normal Reduzida, a equação de regressão obtida apresentou seus percentuais dentro dos domínios da referida norma, como mostra a Tabela 04, garantindo dessa forma a normalidade dos resíduos.

Tabela 04 – Análise de Normalidade dos resíduos.

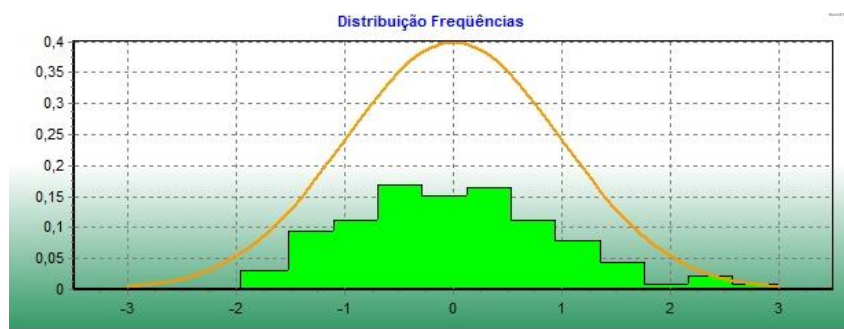
	Resíduos -1s +1s	Resíduos -1,64s +1,64s	Resíduos -1,96s +1,96s
<b>NBR 14653-2: 2011</b>	≥ 68%	≥ 90%	≥ 95%
<b>Modelo</b>	69%	93%	96%

Fonte: Dados do autor (2016)



Na Figura 08 podemos observar a distribuição dos resíduos

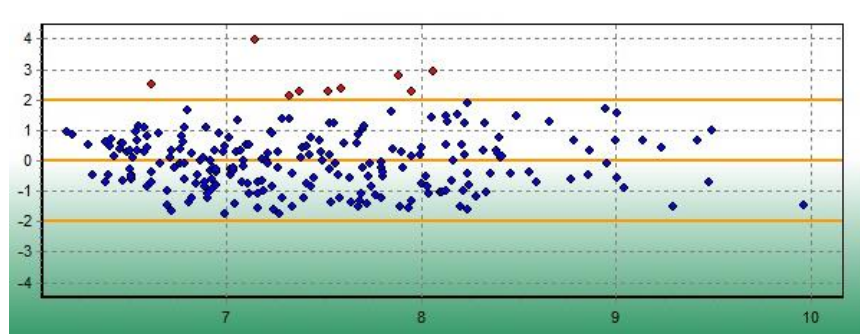
Figura 8: Distribuição dos resíduos.



Fonte: SisRen Windows

Como pode ser notado na Figura 09, o modelo apontou a presença de 9 (nove) pontos com resíduo superior a 2 (dois) desvios padrões. Segundo Dantas (2012, p. 113) o fato de um ponto apresentar-se com resíduo padronizado inferior ou superior 2 (dois) desvios padrões, não implica necessariamente que se trata de um *outlier*, desde que 95% dos resíduos padronizados estejam aproximadamente entre -2 e +2. Dessa forma, nesse trabalho, esses pontos não foram considerados como atípicos, por se tratarem de 3,90% dos 231 dados utilizados, ficando 96,10% dos resíduos no intervalo limitado dentro de medidas aceitáveis.

Figura 09 - Resíduos da regressão.



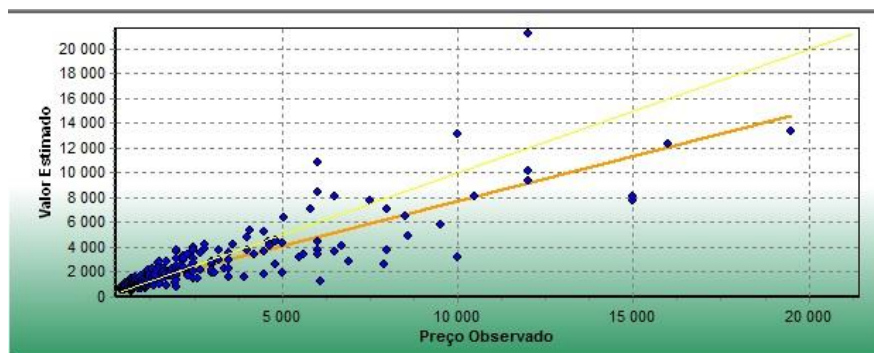
Fonte: SisRen Windows

Segundo a NBR 14653-2: 2011, no que se refere ao poder de predição do modelo, o mesmo deve ser verificado “a partir do gráfico de preços observados na abscissa versus valores estimados pelo modelo da ordenada”, assim sendo, quanto mais os pontos se aproximarem da bissetriz (reta amarela) maior será o poder de predição



do modelo. A figura 10 apresenta o poder de predição do modelo empregado para avaliações de locação de salas comerciais do Centro de Criciúma/SC.

Figura 10 - Poder de predição.



Fonte: SisRen Windows

Para a análise de sensibilidade do modelo de regressão múltipla de salas comerciais na região central de Criciúma, SC, utilizou-se uma amostra contendo 3 (três) dados de imóveis, todos ofertados, esses dados foram coletados posteriormente a obtenção da equação de regressão, o que significa que não pertencem à amostra inicial. Para esses imóveis foram priorizadas somente as variáveis pertinentes na aplicação do modelo, ou seja, aquelas variáveis que explicaram o valor, os dados encontra-se na Tabela 05.

Tabela 05 – Amostra para análise do modelo.

DADO	ENDEREÇO	ÁREA TOTAL (m²)	AÉREO(1) TÉRREO(2)	OFERTA(1) LOCAÇÃO(2)	DISTÂNCIA PRAÇA NEREU RAMOS (m)	CUB DEPRECIADO (R\$/m²)				VALOR DE OFERTA (R\$)
						CUB PADRÃO (R\$/m²)	ESTADO DE CONSERVAÇÃO	IDADE APARENTE (anos)	CUB DEPRECIAD O (R\$/m²)	
1	Rua Antônio de Lucca, 91 Ed. Centro Clínico Luiz Zanette Pio Correa, Criciúma.	66	2	1	498,6	1.486,82	1	5	1358,52	3.000,00
2	Rua Borba Gato, Ed. Giacomo Serafim, Pio Correa, Criciúma.	30,34	1	1	655,23	1.364,37	2	15	1125,91	580,00
3	R. Cel. Pedro Benedet, 505 - Pio Corrêa, Criciúma	80	1	1	562,09	1.486,82	1	5	1358,52	1.500,00

Fonte: Dados do autor (2016).

A variação entre o valor de locação das salas comerciais gerados pela equação, com o valor de locação ofertado pode ser observada na Tabela 06. O modelo apresentou uma variação entre -9,10% e +10,65% com relação ao valor médio

calculado pelo modelo, portanto, está dentro do limite de amplitude de 15% para mais e para menos estabelecido no item 8.2.1.5.1 da NBR 14653-2: 2011, e aproximam-se com a realidade do mercado imobiliário das salas comerciais na região central de Criciúma, SC.

Tabela 06 - Análise de sensibilidade do modelo.

DADO	VALOR TOTAL OFERTADO (R\$)	VALOR TOTAL CALCULADO (R\$)	VARIAÇÃO (%)
1	3.000,00	2.749,71	-9,10
2	580,00	649,17	10,65
3	1.500,00	1.510,50	0,70

Fonte: Dados do autor (2016).

Quanto a Precisão de estimativa do valor de locação, em relação à análise de sensibilidade, o modelo de regressão gerado atendeu o Grau III, conforme a NBR 14653-2: 2011, pois o percentual do intervalo entre os valores mínimos e máximos obtidos com a aplicação da equação de regressão, não ultrapassou a 30% em nenhum imóvel, conforme pode ser visto na Tabela 07.

Tabela 07 - Aplicação do modelo de regressão linear múltipla.

DADO	VALOR MÍNIMO CALCULADO (R\$)	VALOR MÉDIO CALCULADO (R\$)	VALOR MÁXIMO CALCULADO (R\$)	VARIAÇÃO (%)
1	2.529,62	2.749,71	2.988,96	16,70
2	580,81	649,17	725,58	22,30
3	1.366,96	1.510,50	1.669,10	20,00

Fonte: Dados do autor (2016).

Para o enquadramento do modelo no grau de fundamentação, observa-se na Tabela 08, que os 6 (seis) itens foram atendidos no grau III. No que se refere ao item 1, a caracterização do imóvel foi completa com relação a todas as variáveis analisadas; no item 3, todos os dados foram identificados, analisados e fotografados; no item 4, não houve extrapolação. Os itens 2, 5 e 6 já foram citados anteriormente.

Tabela 08 - Pontuação para o grau de fundamentação.

ITEM	DESCRIÇÃO	CARACTERIZAÇÃO	PONTOS OBTIDOS		
			III	II	I
1	Caracterização do imóvel avaliado.	Completa quanto a todas as variáveis analisadas.	3		
2	Quantidade mínima de dados de mercado, efetivamente utilizados.	$6(k + 1)$ , onde $k$ é o número de variáveis independentes: $6(5 + 1) = 36$ .	3		
3	Identificação dos dados do mercado.	Apresentação de informações relativas a todos os dados e variáveis analisados na modelagem, com foto e características observadas no local pelo autor do laudo.	3		
4	Extrapolação.	Não admitida.	3		
5	Nível de significância $\alpha$ (somatório do valor das duas caudas) máximo para a rejeição da hipótese nula de cada regressor (teste bicaudal).	10%	3		
6	Nível de significância máximo admitido para a rejeição da hipótese nula do modelo através do teste F de Snedecor.	1%	3		
<b>TOTAL DE PONTOS</b>			<b>18</b>		

Fonte: NBR 14653-2: 2011.

Contabilizando-se um total de 18 pontos, o que enquadra o modelo no grau III de fundamentação. A NBR 14653-2: 2011 estabelece que para enquadramento no grau III além do somatório mínimo de pontuação, o modelo também deve obrigatoriamente alcançar o grau III nos itens 2,4,5 e 6 como mostra a Tabela 09. No modelo gerado todos os itens se enquadram no grau III de fundamentação, dessa forma o modelo de regressão múltipla para avaliações de salas comerciais na região central da cidade de Criciúma, SC ficou enquadrado no grau III de fundamentação.

Tabela 09 - Enquadramento do modelo.

GRAU ATINGIDO	III	II	I
Pontos Mínimos	16	10	6
Itens obrigatórios	2,4,5 e 6 no grau III e os demais no mínimo no grau II	2,4,5,6 no mínimo no grau II e os demais no mínimo no grau I	Todos, no mínimo no grau I

Fonte: NBR 14653-2: 2011.

#### 4. CONCLUSÕES

Com o uso do método comparativo de dados de mercado e da estatística inferencial, obteve-se um modelo de regressão linear múltipla para avaliação de aluguel de salas comerciais na região central da cidade de Criciúma, SC. Para construção desse modelo, utilizou-se uma amostra de 231 dados de salas comerciais dos 254 dados coletados, juntamente com as variáveis independentes formadoras de valor. Após algumas simulações, a equação de regressão foi explicada por 6 (seis) variáveis, sendo as independentes: área total, térrea ou aérea, ofertada ou locada, distância até a Praça Nereu Ramos e CUB depreciado e a dependente: valor total de locação. A correlação do modelo foi de 89,00%, indicando forte correlação entre as variáveis independentes com a variável dependente, e com um bom poder de predição. Os parâmetros estatísticos analisados obedeceram aos requisitos impostos pela NBR 14653-2: 2011, proporcionando o enquadramento do modelo de regressão no grau III de precisão e grau III de fundamentação. O mesmo ainda foi usado para avaliação de 3 (três) alugueis de salas comerciais não inclusas na amostra. Na análise de sensibilidade, o modelo, apresentou uma variação de -9,10% e +10,65% entre o valor ofertado e o valor calculado, demonstrando coerência com a realidade do mercado imobiliário de salas comerciais na região central da cidade de Criciúma/SC. Recomenda-se manter esse banco de dados de imóveis atualizado, e que se teste essa metodologia avaliatória na elaboração de modelos para outras tipologias.

## 5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14653-2 / 2011 Avaliação de Bens Parte 2: Imóveis urbanos**. Rio de Janeiro, 2011.

BRASIL ESCOLA, **Matemática**. Disponível em [www.brasilecola.com/matematica](http://www.brasilecola.com/matematica). Acesso em Março de 2015.

COELHO, Jocilon, **Modelo de Regressão Múltipla para Avaliação de Aluguéis de Salas Comerciais na Cidade de Araranguá, SC** - Engenharia Civil – Universidade do Extremo sul Catarinense – Unesc, junho 2011.

DANTAS, Rubens Alves. **Engenharia de Avaliações: uma introdução à metodologia científica**. São Paulo: PINI, 1998.

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.

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 Inferencial. São Leopoldo**: UNISINOS, 2000.

GAZOLA, Sebastião. **Construção de um modelo de regressão para avaliação de imóveis**. 2002. 104f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=420460>. Acesso em Outubro de 2015.

MOREIRA, Alberto Lélío. **Princípios de Engenharia de Avaliações**. 5ª ed. São Paulo: PINI, 2001.

OLIVEIRA, Carine Sommariva. **Modelo de Regressão Linear Múltipla para avaliação de salas comerciais no bairro centro da cidade de Criciúma-SC**. - Engenharia Civil – Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, 2015.

PEREIRA, Danielli de Souza. **Modelo de Regressão Linear Múltipla para avaliação de bens Imóveis – Tipologia: Residências Unifamiliares - na Malha Urbana da Cidade de Sombrio, SC**. - Engenharia Civil – Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, 2015.



RAMOS, Lucia Zanoni, **Modelo de Regressão Linear Múltipla para os Bairros Comerciarío, Michel e São Luiz da Cidade de Criciúma, SC** - Engenharia Civil – Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, junho 2013.

SINDUSCON, **Planilha Completa CUB**. Disponível em [www.sinduscon-fpolis.org.br](http://www.sinduscon-fpolis.org.br)  
Acesso em Setembro de 2016.

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