

## **AVALIAÇÃO POR REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLAS DE APARTAMENTOS NA CIDADE DE ORLEANS, SC**

Marcel Bianco Ricardo(1); Evelise Chemale Zancan (2)

*UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense*  
(1)marcelbiancoricardo@hotmail.com; (2) ecz@unesec.net

### **RESUMO**

Devido à complexibilidade do mercado imobiliário, e a necessidade de resultados confiáveis na elaboração das avaliações dos imóveis, segundo a NBR 14653:2/2001, este trabalho apresenta uma equação de regressão linear múltipla, com a determinação das variáveis dependentes e independentes que melhor explicam os valores dos apartamentos localizados no município de Orleans, SC. A estratégia inicial deste trabalho foi organizar um banco de dados formado por 38 (trinta e oito) pesquisas de apartamentos e definir 12 (doze) variáveis, formadoras de valores. Após várias simulações, com auxílio do programa *Microsoft Office Excel 2003*. Obteve-se uma equação de regressão que explicasse o comportamento do mercado imobiliário de apartamentos desta cidade, apresentaram-se significativamente, 5 (cinco) variáveis, sendo que destas, 1 (uma) variável independente e 4 (quatro) dependentes. O resultado apresenta uma equação de fácil aplicação para a avaliação dos valores dos apartamentos da cidade de Orleans, SC, com um fator de correlação de 87,25% ,concluindo-se que existe uma forte relação entre as variáveis.

*Palavras-Chave: Avaliação de apartamentos, Regressão linear múltipla.*

### **1.INTRODUÇÃO**

A Engenharia de Avaliações é uma especialidade da engenharia que reúne um conjunto amplo de conhecimentos na área de engenharia e arquitetura, bem como em outras áreas das ciências sociais, exatas e da natureza, com o objetivo de determinar tecnicamente o valor de um bem, de seus direitos, frutos e custos de reprodução (DANTAS, 2005).

Existem inúmeras formas de se obter o valor de um imóvel. A norma NBR 14.653-2/2011 divide os métodos avaliatórios em: método comparativo direto

de dados de mercado, método da capitalização e renda, método involutivo, método evolutivo, método comparativo direto de custos e método de quantificação de custos.

O método comparativo direto de dados de mercado é aquele em que o valor do bem é estimado por meio da comparação de dados de mercado assemelhados, quanto às características intrínsecas e extrínsecas. É condição fundamental para aplicação deste método a existência de um conjunto de dados que possa ser tomada estatisticamente como amostra de mercado. Isto quer dizer que por este método, qualquer bem pode ser avaliado, desde que existam dados que possam ser considerados como uma amostra representativa para o mesmo (DANTAS, 1998).

Com isso, o presente trabalho oferece uma contribuição na área de Engenharia de Avaliações, mais especificamente na avaliação de apartamentos na cidade de Orleans-SC, definindo quais as variáveis que explicam o valor de um apartamento.

Aquele que define o valor através da comparação com dados de mercado assemelhados quanto às características intrínsecas e extrínsecas. As características e os atributos dos dados pesquisados que exerçam influência na formação dos preços e, conseqüentemente, no valor, devem ser ponderados por homogeneização ou por inferência estatística, respeitados os níveis de rigor definidos nesta norma. É condição fundamental para aplicação deste método a existência de um conjunto de dados que possa ser tomado estatisticamente como amostra do mercado imobiliário. (MENDONÇA, 2001, p.179).

A finalidade da engenharia de avaliações não se resume apenas em atribuir valor a um bem, ela deve responder questões importantes como: Quais as preferências do mercado? Quais as variáveis que interferem mais fortemente na formação do preço? (DANTAS, 1998; GONZOLA, 2004). Atualmente, para existir mercado é necessário que haja público interessado em vender e em comprar imóveis. No mercado imobiliário o que se negocia são os bens de imóveis. Nesse tipo de mercado não é só compra ou venda de imóveis que é interessante, como também a locação dos mesmos. Segundo Dantas, existem hoje cinco tipos de mercado: a concorrência perfeita, onde há muitos compradores, vendedores e bens, sendo que os compradores e vendedores não conseguem interferir no preço; o monopólio, onde um único vendedor

comanda o mercado, determinando o preço; o oligopólio, onde poucos vendedores detêm toda oferta de bens; o monopsônio, onde apenas um comprador detém o poder de compra; oligopsônio, onde poucos compradores dominam o mercado de compra. Entende-se como variável uma medida que assume valores diferentes em diferentes pontos de observação. Existem variáveis fáceis de identificar, como o número de dormitórios e a sua área. Mas existem outras mais complexas, como a localização. A NBR 14653-2, afirma que, as variáveis podem ser do tipo dependente ou independente, onde a dependente é afetada pelas variáveis independentes. Onde as mesmas podem ser subdivididas em quantitativas (que podem ser medidas) e as qualitativas (onde se refere à qualidade de um bem). As diferenças qualitativas das características dos imóveis podem ser especificadas na seguinte ordem:

- Por meio de 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).
- Pelo emprego de variáveis Proxy – Segundo a NBR 14653-2 variáveis Proxy são variáveis utilizadas para substituir outra de difícil mensuração e que se resume a guardar com ela relação de pertinência.
- Por meio de códigos alocados – São códigos empregados para variáveis que se referem às características de qualidade do imóvel tais como: padrão (alto igual a 1, médio igual a 2, normal igual a 3) (GAZOLA, 2002).

A escolha das variáveis deve ser feita de acordo com o que cada uma delas influi sobre o valor final dos apartamentos, por exemplo, para que esta escolha obtenha êxito necessita-se fazer algumas análises: coeficiente de correlação que indica o quanto as variáveis estão relacionadas entre si, este coeficiente é variável de -1 à 1 para correlação simples (duas variáveis) e de 0 à 1 para a correlação múltipla (mais de duas variáveis), quando o sinal de “r” é positivo, as variáveis variam no mesmo sentido, ou seja, um incremento positivo de variável explicativa implica um incremento positivo na variável explicada. O sinal negativo implica variação oposta e o valor nulo significa que não existe

correlação entre as variáveis. O coeficiente da correlação é um parâmetro que nos permite concluir que o ajuste de um modelo é melhor que o outro, porém são necessárias outras análises para que se explique melhor a equação, como o coeficiente de determinação, que segundo Mendonça (2001), o coeficiente de determinação traduz numericamente o percentual do valor de avaliação que está sendo explicado pela equação ajustada de regressão, o coeficiente é variável de 0 a 1 e a sua notação é a letra  $r$  elevada ao quadrado,  $r^2$ , logo,  $0 \leq r^2 \leq 1$ . Outra análise importante a ser observada é a análise de variância que é necessária para verificar se existe a equação de regressão, estudando a probabilidade de os coeficientes de regressão. O objetivo da análise da variância é constatar a relação entre as variáveis explicativas  $X_i$  ( $X$  no caso das regressões simples) e a variável explicada  $Y$ . Devemos testar a significância ou certeza do modelo de melhor ajuste. A NBR14653-2, de avaliação de imóveis urbanos, estabelece os níveis para o Grau de Fundamentação I (5%), II (2%) e III (1%). No Grau de Fundamentação III devemos testar a hipótese de  $\beta_1 = 0$ ,  $\beta_2 = 0$ ,  $\beta_3 = 0, \dots, \beta_n = 0$ , a um nível de incerteza de 1%, já no Grau de Fundamentação II, a um nível de significância de 2% e no Grau de Fundamentação III a um nível de incerteza de 5%. O teste utiliza a distribuição de Fischer-Snedecor e a distribuição  $t$  de *Student*. A distribuição  $t$ , que segundo Fermo (2006), tem a finalidade de testar se o efeito de cada uma das variáveis independentes sobre a dependente é ou não estatisticamente significativa. Com a distribuição  $t$  verifica-se a probabilidade de cada um dos regressores serem ou não iguais a zero, ou seja, se as variáveis  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  serão ou não importantes na formação de valores. A distribuição  $F$  de Snedecor é utilizada para testar a significância do modelo de regressão, pela análise de variância, o objetivo desta análise é constatar a relação entre as variáveis independente e as variáveis dependentes. Deve-se verificar, também, a existência ou não de pontos atípicos ou *outliers*, que são elementos que com relação a outros elementos pesquisados, a sua presença causa perturbação no modelo. Pontos atípicos são considerados todos os pontos cujos erros no valor estimado em relação ao valor de mercado sejam duas vezes maior ou menor que o desvio padrão dos resíduos dos dados da pesquisa.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Orleans é um município do estado de Santa Catarina, pertencente à AMESC (Associação dos Municípios do Extremo Sul Catarinense), com a área geográfica do município de 560,0 km<sup>2</sup>, o município limita-se com São Ludgero, Urussanga, Lauro Muller, Pedras Grandes e Urubici. A população da cidade, conforme dados da EPAGRI (2011), é de 20.021 habitantes. A economia do município baseia-se na produção agropecuária, destacando-se as plantações de milho, feijão e fumo. Na pecuária, a criação de bovinos, suínos e avicultura, são as favoritas dos agricultores, já em relação à produção industrial, Orleans apresenta-se com importantes indústrias, dentre elas as de embalagens plásticas e implementos rodoviários. A cidade é conhecida como tendo um alto padrão aquisitivo na região, tornando-se, assim, importante os estudos na área de engenharia de avaliações, pois a verticalização da cidade com construção de edifícios, está cada vez mais constante na cidade.

Na coleta de dados, inicialmente, buscou-se junto às imobiliárias, internet e jornais o maior número de apartamentos que estavam sendo ofertados, foi elaborada uma planilha para assinalar as informações posteriormente traduzidas em variáveis. Bateu-se fotos das fachadas dos edifícios e verificou-se as condições de conservação do mesmo, sendo que não foi vistoriado o interior dos apartamentos. As informações obtidas sobre os apartamentos à venda foram: área privativa, localização, número de dormitórios, número de suítes, número de banheiro, posição do apartamento dentro do prédio, vagas de garagem, dependência de empregada, área total, padrão de acabamento, elevador e data da oferta. Na seqüência foram inseridos todos os dados na planilha citada e acrescentadas as informações não mensuráveis em variáveis qualitativas. A construção do modelo de análise de regressão foi realizada com a utilização do programa *Microsoft Office Excel 2003*. O banco de dados elaborado contém 38 pesquisas de apartamentos, perfeitamente identificado por suas variáveis formadoras de valor. Após a montagem da planilha identificou-se uma variável dependente (valor unitário) e 11 variáveis independentes (localização geográfica (distância radial do prédio até à Igreja Matriz Santa Otília), número de dormitórios, número de suítes, número de banheiros, número de vagas de garagem, dependência de empregada, área

privativa, área total, data, valor ofertado do imóvel e número de elevadores. Com esta planilha realizou-se uma análise exploratória de todos os dados, buscando inicialmente um modelo que explicasse o mercado imobiliário de apartamentos da cidade de Orleans, SC. Com este modelo obtiveram-se as primeiras informações com relação ao comportamento das variáveis, quanto ao aspecto de tendência, significância e correlação. Realizou-se várias simulações com transformações nas variáveis, observando a significância e as variáveis de pouca importância no conjunto. Ao final desta simulação observou-se que somente as variáveis, área total, número de dormitórios, pólo de valorização e padrão de acabamento puderam explicar melhor o comportamento dos valores dos apartamentos na cidade de Orleans, SC, sendo que as demais variáveis não apresentaram significância para o modelo. Segue a descrição das variáveis que apresentaram significância para o modelo:

- a) Número de dormitórios:** É a soma do número de quartos e suítes, variável do tipo quantitativa e é representado como 1 (um) dormitório possui apenas um quarto, 2 (dois) dormitórios possuem dois quartos, e assim sucessivamente, esta variável possui sinal positivo no modelo o que significa que quanto maior o número de dormitórios, maior será o valor do apartamento.
- b) Padrão de acabamento:** Esta variável do tipo qualitativa indica o padrão dos edifícios sendo que neste trabalho foram analisadas somente as fachadas dos edifícios, conforme tabela 01.
- Alto – porteiro, elevador de serviço e piscina, salão de festa;
  - Médio – Hall de entrada, elevador padrão;
  - Baixo – não tem elevador

Tabela 01 – Representação da variável padrão de acabamento

Padrão	Valor numérico assumido
Alto	1
Médio	2
Baixo	3

Fonte: Marcel Bianco Ricardo



- c) **Pólo de valorização:** Igreja Matriz Santa Otilia, este pólo situa-se na região central do município de Orleans, esta é uma variável do tipo quantitativa medida seu afastamento em metros radiais, ou seja, quanto mais longe fica o apartamento em estudo, menor será o valor do imóvel.
- d) **Área total:** é o somatório da área privativa, área do box e da área comum de acesso ao apartamento.
- e) **Valor unitário:** É a variável dependente que representa o valor total do apartamento dividido pela área total.

A tabela 02 apresenta as transformações matemáticas que foram aplicadas, para melhor identificar o modelo.

Tabela 02: Transformações aritméticas das variáveis.

Variáveis	Transformação
Valor unitário	x
Área total	x
Número de dormitórios	Ln (x)
Padrão de acabamento	Ln (x)
Distância à catedral	$^2\sqrt{(x)}$

Fonte: Marcel Bianco Ricardo

Todos os dados da pesquisa foram perfeitamente fotografados e identificados. Apresentam-se algumas das fotos dos edifícios, cujos apartamentos fazem parte da pesquisa.

Figura 01 – Apartamentos das pesquisas



Fonte: Marcel Bianco Ricardo.

### 3.RESULTADOS E DISCUSSÕES

Depois de testar diversas combinações de variáveis, chegou-se a equação de regressão linear múltipla, onde os resultados obtidos no modelo possibilitaram uma equação final de fácil compreensão, conforme apresentado abaixo.

$$\text{Valor unitário} = 2650,502 - (3,95376 * \text{área}) + (356,497 * (\text{LN Dormitórios})) - (488,135 * (\text{LN padrão de acabamento})) - (25,9465 * (\sqrt[2]{\text{distância a catedral}}))$$

Fonte: Marcel Bianco Ricardo

Este modelo estatístico apresentou um coeficiente de correlação de 87,25%, isto significa que existe uma fortíssima relação entre as variáveis dependentes e independentes apresentadas neste modelo. Foi encontrado um coeficiente de determinação igual a 76,13%, indicando-se assim o poder de explicação do modelo, o restante que é 23,87% é equivalente as variáveis que não foram encontradas ou erros ocasionais. Foram realizadas as análises de regressão com a utilização do t, a tabela 03 representa o valor de t obtido para cada variável e o nível de significância.

Tabela 03: Resultados relativos do modelo gerado

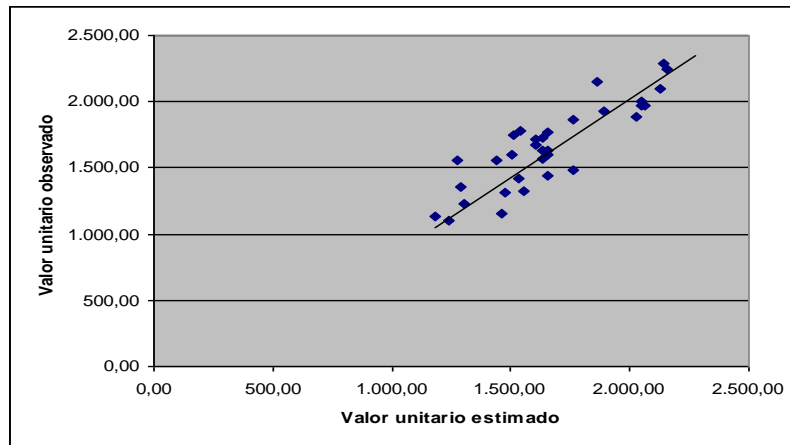
Variáveis	Equação	T - observado	Significância %
Área total	x	- 3,62	0,11
Dormitórios	Ln (x)	2,14	4,09
Padrão de acabamento	Ln(x)	- 4,95	0,01
Distância à Igreja	$\sqrt[2]{x}$	-3,52	0,14

Fonte: Marcel Bianco Ricardo

Observou-se que o valor de F calculado é maior que o valor F tabelado pela distribuição F de Snedecor. O F calculado na equação para uma significância de 10% foi de 22,23, já o F tabelado para 5 graus de liberdade no numerador e 37 graus de liberdade no denominador é de 3,51, rejeitando a hipótese de que não haver regressão. O gráfico da figura 2, representa a relação entre o valor unitário observado na pesquisa e o valor unitário calculado pelo modelo.



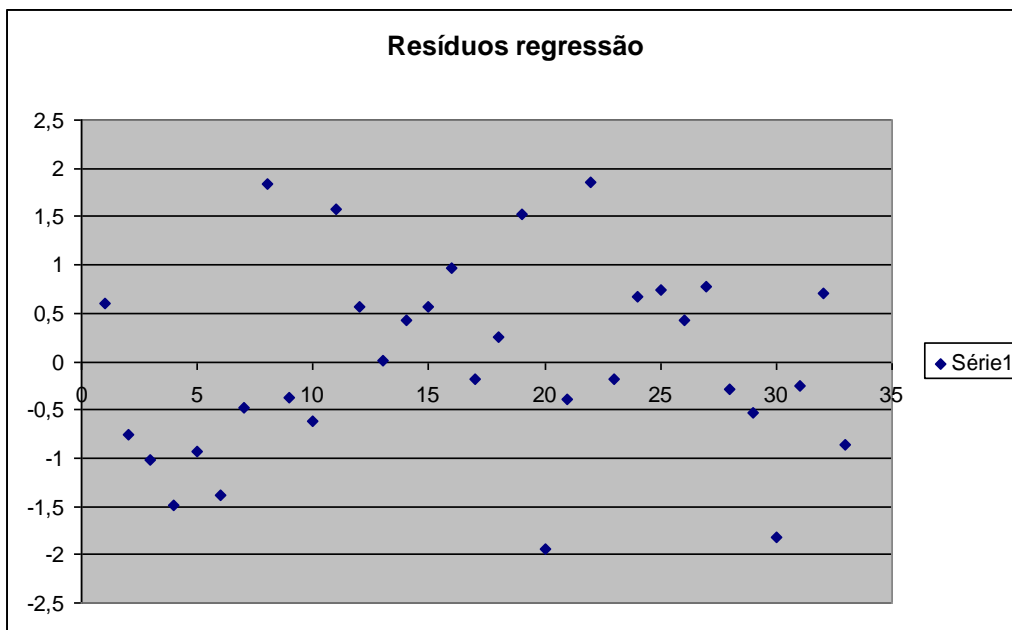
Figura 02 – Ajustes dos pontos



Fonte: Microsoft Office Excel 2003

A Figura 03 apresenta o resíduo padrão do modelo, sendo que das 33 amostras consideradas, o gráfico da figura mostra que todas as amostras estão dentro do intervalo de desvio padrão entre -2 a + 2 .

Figura 03 – Resíduo padrão do modelo



Fonte: Microsoft Office Excel 2003

Para a análise de sensibilidade do modelo foram utilizadas 07 (sete) pesquisas de apartamentos em ofertas obtidas no mercado imobiliário da cidade de Orleans. Os dados utilizados nesta tabela não pertencem ao banco de dados

contido neste trabalho. Na tabela 04 observa-se e os valores calculados a partir do modelo de regressão obtido, bem como a variação com relação ao valor ofertado.

Tabela 04 – Análise de sensibilidade do modelo

Edifício	Valor ofertado	Valor Calculado	Variação (%)
Ed. Hermelinda Debiasi	R\$: 248.300,00	R\$: 255.814,56	+ 2,93%
Ed. Magdallena	R\$: 198.000,00	R\$: 215.521,25	+ 8,13%
Ed. San German	R\$: 309.100,00	R\$: 321.569,64	+ 3,88%
Ed. Dona Benta	R\$: 285.000,00	R\$: 268.136,52	- 5,92%
Ed. Santos	R\$: 201.000,00	R\$: 195.871,43	- 2,55%
Ed. Maria Carolona	R\$: 229.800,00	R\$: 219.496,38	- 4,48%
Ed. São Marcos	R\$: 263.000,00	R\$: 265.752,45	+ 1,03%

Fonte: Marcel Bianco Ricardo

#### 4. CONCLUSÕES

O objetivo principal deste trabalho foi atingido com a obtenção do modelo de regressão linear múltiplo capaz de identificar as variáveis que tem influencia sobre o valor dos apartamentos localizados na cidade de Orleans, SC, sendo que o mesmo atendeu as exigências da norma NBR 14.653-2/2011 de Avaliações de Imóveis Urbanos. O modelo foi construído com um banco de dados de 38 (tinta e oito) amostras, sendo coletadas 12 variáveis, porém somente 05 mostraram-se significativas. A sensibilidade do modelo foi comprovada por um teste com sete amostras de apartamentos que não faziam parte do banco de dados. Conclui-se que os valores calculados a partir do modelo de regressão obtido, representam de fato o que acontece com o mercado imobiliário de apartamentos na cidade de Orleans – SC. Verificou-se também que houve a variação de valor calculado pelo modelo gerado e o valor testado no mercado imobiliário num intervalo de – 5,92% à + 8,13%, portanto pode-se afirmar que a equação gerada para o mercado imobiliário de apartamentos de Orleans estão muito próximo aos valores das ofertas.

Como sugestões para trabalhos futuros recomenda-se pesquisar e testar outras variáveis para melhorar a equação de regressão objeto deste trabalho, enquadrar o modelo conforme os graus de fundamentação estabelecidos pela norma NBR 14.653-2/2011. Recomenda-se manter este modelo de regressão linear múltiplo atualizado para e estimar o valores dos apartamentos na cidade de Orleans, SC

## 5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14653 – 2 / 2011.

CITADINI, Diego, **Modelo de regressão linear múltipla para avaliação de terrenos urbanos na cidade de Içara, SC** – Engenheiro civil – Universidade do Extremo Sul Catarinense – Unesc, novembro 2010.

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

EPAGRI, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. **Plano anual de trabalho**. Orleans, 2011.

FERMO, Graziela Olivo, **Modelo de regressão linear múltipla para a avaliação de apartamentos na cidade de Criciúma, SC**. – Engenheira civil – Universidade do Extremo Sul Catarinense – Unesc, junho 2006.

FIKER, Jose. **Manual de Avaliação e Perícias em imóveis urbanos**. São Paulo: PINI, 2001.

GONZÁLEZ, Marco Aurélio Stumpf. **A Engenharia de Avaliação na Visão Inferencial**. São Leopoldo. UNISINOS, 1997.

MENDONÇA, Marcelo Corrêa; et al. **Fundamentos de Avaliação e Perícias de engenharia**. São Paulo: PINI, 1998.

ZANCAN, Evelise Chemale. **Avaliações de imóveis em massa para afeitos de tributos municipais**. Florianópolis: Rocha, 1996