

Autor (a): Vanessa da Silva Mata

Orientador: Prof. Enrico Antônio Colosimo

Monografia

**CONSTRUÇÃO DE UM MODELO DE REGRESSÃO
PARA AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS TERRITORIAS URBANOS**

Belo Horizonte
Instituto de Ciências Exatas da UFMG
2008

Autor (a): Vanessa da Silva Mata

**CONSTRUÇÃO DE UM MODELO DE REGRESSÃO
PARA AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS TERRITORIAS URBANOS**

Monografia Apresentada ao Curso de Especialização em Estatística do Departamento
de Estatística da UFMG

Orientador: Prof. Enrico Antônio Colosimo

Belo Horizonte
Instituto de Ciências Exatas da UFMG
2008

Belo Horizonte

2008

Vanessa da Silva Mata

**CONSTRUÇÃO DE UM MODELO DE REGRESSÃO
PARA AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS TERRITORIAS URBANOS**

Trabalho Apresentado ao Curso de Especialização em Estatística da Universidade
Federal de Minas Gerais-UFMG.

1. Trabalho Escrito

2. Apresentação Oral

3. Total

RESUMO

Este trabalho apresenta estratégias de construção de modelos de regressão para estimar o preço de um imóvel em função de suas características. As estratégias foram ilustradas a partir de um conjunto de dados referentes a lotes vagos da cidade de Betim-MG. Foram ajustados os modelos, com distribuições Normal, Log-normal, Log-logística e Weibull. Os modelos foram comparados em sua capacidade de predição. O modelo linear-normal com transformação logarítmica na variável resposta apresentou melhores resultados. Ele mostrou-se de fácil interpretação e utilização, utilizando seis variáveis explicativas e proporcionando um bom ajuste aos dados e uma boa capacidade preditiva.

Palavras-chave: Distribuições log-normal, log-logística, Modelo de Regressão Linear Múltipla, predição, transformação.

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO-----	11
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO-----	11
1.2 AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS-----	13
1.2.1 Conceito-----	13
1.2.2 Valor-----	14
1.2.3 Mercado Imobiliário-----	15
1.2.4 Métodos de Avaliação-----	16
1.2.5 Amostragem em Mercado Imobiliário-----	18
1.3 JUSTIFICATIVA-----	19
1.4. OBJETIVOS-----	20
1.4.1 Objetivo Geral-----	20
1.4.2 Objetivos Específicos-----	21
1.4.3 Delimitação da Pesquisa-----	21
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO-----	22
2- METODOLOGIA ESTATÍSTICA-----	23
2.1 CONCEITUAÇÃO-----	23
2.2 O MODELO DE REGRESSÃO LINEAR NORMAL-----	24
2.3 TESTE DE HIPÓTESES PARA A REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA-----	26
2.3.1 Teste de Hipótese Para a Significância do Modelo-----	26

2.3.2	Teste de Hipótese Para o Parâmetro β_k	27
2.4	INTERVALOS DE CONFIANÇA	28
2.4.1	Intervalo de Confiança Para o Parâmetro β_k	28
2.4.2	Intervalo de Confiança Para Valores Médio Preditos	28
2.4.3	Intervalo de Confiança pra Predição de Novas Observações	29
2.5	MEDIDAS DE ADEQUAÇÃO DO MODELO	29
2.5.1	Coeficiente de Determinação (R^2)	30
2.5.2	Análise de Resíduos-Verificação das Suposições do Modelo	31
2.5.2.1	Independência	31
2.5.2.2	Variância Constante - Homocedasticidade	32
2.5.2.3	Distribuição Normal	32
2.5.2.4	Adequação do Modelo	33
2.5.2.5	Valores Discrepantes	34
2.6	TRANSFORMAÇÃO BOX COX	35
2.7	OUTROS MODELOS PARAMÉTRICOS	36
2.7.1	Estimando os parâmetros do modelo - O método de máxima verossimilhança	38
2.7.2	Teste de significância	39
3.	CONSTRUÇÃO DO MODELO PARA AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS - UM ESTUDO DE CASO	40
3.1	ETAPAS PARA CONSTRUÇÃO DO MODELO	40
3.2	UM ESTUDO DE CASO	43

3.3 ANÁLISE EXPLORATÓRIA E TRANSFORMAÇÃO DAS VARIÁVEIS-----	45
3.4 CONSTRUÇÃO DO MODELO COM A RESPOSTA ORIGINAL-----	48
3.5 CONSTRUÇÃO DO MODELO COM A RESPOSTA TRANSFORMADA-----	51
3.6 – OUTROS MODELOS-----	54
3.6.1 Modelo Utilizando a Distribuição Log-normal -----	54
3.6.2 Modelo Utilizando a Distribuição Log-logística -----	56
3.6.3 Modelo Utilizando a Distribuição Weibull -----	58
3.7 COMPARAÇÃO DOS MODELOS PARA USO PRÁTICO-----	60
3.7.1 Interpretação dos Modelos -----	60
3.7.2 Avaliação da Qualidade de Predição dos Modelos -----	62
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS-----	65
4.1 CONCLUSÕES-----	65
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	67
ANEXO A: Exemplo de seleção das variáveis utilizando o passo-a-passo para trás---	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Gráfico de independência dos erros usando os resíduos-----	31
Figura 2.2 Gráfico da variância não constante -----	32
Figura 2.3 Gráfico de normalidade dos erros -----	33
Figura 2. 4 Gráfico de não adequação do modelo-----	33
Figura 2.5 Gráfico de valores discrepantes. -----	34
Figura 3.1 Série temporal da variável valor /m ² -----	45
Figura 3.2 Box plot para as variáveis área e testada-----	47
Figura 3.3 Box plot para a variável resposta-----	47
Figura 3.4 Gráfico de probabilidade dos resíduos para a distribuição normal-----	50
Figura 3.5 Gráfico de dispersão dos dados-----	50
Figura 3.6 Box cox da variável valor /m ² -----	51
Figura 3.7 Gráfico de probabilidade da distribuição normal -----	52
Figura 3.8 Gráfico de dispersão dos dados-----	53
Figura 3.9 Adequação do modelo com a variável resposta transformada-----	53
Figura 3.10 Gráfico de resíduos do modelo com distribuição Log-normal-----	55
Figura 3.11 Gráfico de adequação do modelo com distribuição Log-normal-----	56
Figura 3.12 Gráfico de resíduos do modelo com distribuição Log-logística-----	57
Figura 3.13 Gráfico de adequação do modelo com distribuição Log-logística-----	58
Figura 3.14 Gráfico de resíduos do modelo com distribuição Weibull-----	59

Figura 3.15 Gráfico de adequação do modelo com transformação logarítmica para novas predições-----	64
Figura 3.16 Gráfico adequação do modelo com distribuição Log-normal para novas predições.-----	64
Figura 3.17 Gráfico adequação do modelo com distribuição Log-logística para novas predições-----	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 Descrição das variáveis independentes quantitativas -----	43
Tabela 3.2 Descrição das variáveis independentes qualitativas.-----	44
Tabela 3.3 Transformação das variáveis qualitativas em indicadoras -----	46
Tabela 3.4 Tabela resumo de medidas estatísticas para as variáveis quantitativas-----	47
Tabela 3.5 Proporção de participação de cada variável qualitativa por nível -----	48
Tabela 3.6 Resultado final da seleção de variáveis dependentes usando as variáveis originais-----	49
Tabela 3.7 Resultado final da seleção das variáveis dependentes com transformação logarítmica na variável dependente.-----	52
Tabela 3.8 Resultado final da seleção das variáveis para o modelo com distribuição log-normal-----	55
Tabela 3.9 Resultado final da seleção das variáveis dependentes para o modelo com distribuição Log-logística-----	57

Tabela 3.10 Resultado final da seleção das variáveis dependentes para o modelo com distribuição Weibull.-----	59
Tabela 3.11 Medidas de AIC e BIC-----	60
Tabela 3.12 Novas observações para testar a qualidade de predição dos modelos ----	63
Tabela 3.13 Predição de novas observações pelas equações ajustadas-----	63