

MINISTÉRIO DA AERONÁUTICA  
DIRETORIA DE ENGENHARIA  
SUBDIRETORIA DE PATRIMÔNIO

**EMPREGO DE REGRESSO LINEAR E NÃO-LINEAR A DUAS VARIÁVEIS EM  
AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS**

AGO/95

**EMPREGO DE REGRESSO LINEAR E NÃO-LINEAR A DUAS VARIÁVEIS EM  
AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS**

SÉRGIO ORLANDO ANTOUN NETTO  
 Diretoria de Engenharia da Aeronáutica - DIRENG  
 Av. Churchill, 157 / 9 º andar - Centro - RJ  
 Fone (021) 220-6368 Fax : (021) 220-9800

**Resumo:** Este artigo descreve a aplicação de regressão linear e não - linear a duas variáveis em avaliação de imóveis.

**Abstract:** This article describes the application of linear regression and not-linear regression with two variables in real estate valuation.

### 1. Introdução:

A Engenharia de Avaliações é a especialidade que confere ao avaliador a habilidade de identificar eficientemente o valor de um bem em um determinado instante.

A Análise de Regressão Linear e Não-linear a Duas Variáveis é um dos métodos estatísticos mais utilizados pelos econométricos para estudar a relação entre duas variáveis e tem sido adotada pela Engenharia de Avaliações pela sua praticidade e precisão, em conformidade com o que preconiza a NB 502/89 da ABNT.

### 2. A Avaliação Rigorosa segundo a NB 502/89 (Avaliação de Imóveis Urbanos) da ABNT:

A Avaliação Rigorosa define o trabalho avaliatório desenvolvido através de metodologia adequada, com grande isenção de subjetividade e que atenda aos seguintes requisitos:

- idoneidade e completa identificação das fontes de informação;
- atualidade dos dados;
- elementos que compõem a amostra semelhantes com o imóvel objeto da avaliação;
- tratamento matemático da amostra utilizando-se a Inferência Estatística;
- nível de significância máximo de 5 (cinco) %; e
- número de elementos da amostra (n):  $n = K + 5$ , onde K é o número de variáveis (dependente e independente).

### 3. Regressão Linear e Não-linear a Duas Variáveis:

#### 3.1) O modelo de Regressão Linear:

Quando a função "F" que relaciona as variáveis é do tipo  $y = a + bx$  temos o modelo de regressão linear simples.

#### 3.2) Os modelos de Regressão Não-Lineares:

A pesquisa de mercado pode sugerir que a relação entre um certo par de variáveis possa ser adequadamente representada por uma forma não-linear. Em tais casos, devemos procurar uma transformação dos dados, tal que a relação entre os dados transformados seja aproximadamente linear, permitindo desta forma a aplicação de técnicas de regressão linear simples. Esta transformação denomina-se Anamorfose.

Há várias funções importantes que, mediante simples transformações, se tornam lineares. Apresentaremos alguns tipos de transformações mais usadas em Avaliação de Imóveis:

Função Exponencial:  $y = e^{(a + bx)}$

Função Potência:  $y = e^{(a + b \ln(x))}$

Função Logarítmica:  $y = a + b \ln(x)$ .

#### 4. Tratamento matemático:

No tratamento matemático de uma amostra em uma Avaliação Rigorosa são considerados os elementos, a saber:

- estimação dos parâmetros A e B utilizando-se o Método dos Mínimos Quadrados;
- teste "t" (Distribuição "t" de Student) para a existência de regressão no nível de significância igual a 5 (cinco) %;
- quadro de análise de variância para o nível de significância igual a 5 (cinco) %;

- teste "F" (Distribuição "F" de Snedecor) para a existência da regressão; e

- coeficiente de determinação ou explicação.

### 5. Resultados obtidos:

Neste trabalho utilizou-se uma amostra de 08 (oito) elementos onde a variável dependente (Y) foi o valor unitário e a variável independente (X) foi a localização do imóvel (VO em UNIF).

#### 5.1 ) Dados de Entrada:

X = localização (VO)

Y = valor unitário

X	Y
1678,35	351,35
5593,26	620,00
3635,34	406,25
9788,67	731,71
8110,32	727,27
9089,74	750,00
5593,26	678,57
13285,15	1176,47
9089,74	?

#### 5.2) Cálculos Avaliatórios:

##### 5.2.1 - Valor tabelado da distribuição t de Student:

$$t_{\text{tab}} = 2,4469$$

##### 5.2.2 - Valor tabelado da distribuição F de Snedecor:

$$F_{\text{tab}} = 5,99.$$

##### 5.2.3 - Modelos Matemáticos:

FUNÇÃO	MODELO
RETA	$Y = 222,3414 + 0,0645 X$
EXPONENCIAL	$Y = e^{(5,7729 + 0,0001 X)}$
POTÊNCIA	$Y = e^{(1,7174 + 0,5447 \ln(X))}$
LOGARÍTMICA	$Y = -2273,7219 + 339,1328 \ln(X)$

##### 5.2.4 - Valores calculados da Distribuição t de Student e F de Snedecor:

FUNÇÃO	t calc	F calc
RETA	7,6104	57,92
EXPONENCIAL	7,6663	58,77
POTÊNCIA	7,1382	50,95
LOGARÍTMICA	4,6631	21,74

##### 5.2.5 - Quadros de Análise da Variância:

###### 5.2.5.1 - FUNÇÃO RETA

F.V	S.Q.	G.L	Q.M.	F..
REGRESSÃO	401272,76	1	401272,76	F=57,92
RESIDUAL	41569,68	6	6928,28	
TOTAL	442842,44	7		

###### 5.2.5.2 - FUNÇÃO EXPONENCIAL

F.V	S.Q.	G.L.	Q.M.	F
REGRESSÃO	0,91	1	0,91	F=58,77
RESIDUAL	0,09	6	0,02	
TOTAL	1,00	7		

###### 5.2.5.3 - FUNÇÃO POTÊNCIA:

F.V.	S.Q.	G.L.	Q.M.	F
REGRESSÃO	0,90	1	0,90	F= 50,95
RESIDUAL	0,11	6	0,02	
TOTAL	1,00	7		

###### 5.2.5.4 - FUNÇÃO LOGARÍTMICA:

F.V.	S.Q.	GL.	Q.M.	F
REGRESSÃO	347073,07	1	347073,07	F=21,74
RESIDUAL	95769,37	6	15961,56	
TOTAL	443842,44	7		

## 5.3 ) Representação Gráfica:

## 6. Conclusão:

			R <sup>2</sup> (%)	V.U.
A J U S T A M E N T O	LINEAR	RETA	90,61	818,78
		EXP	90,74	776,74
	NÃO-LINEAR	POT	89,47	797,99
		LOG	78,37	817,44

Tendo em vista o exposto no quadro acima, verificou-se que no estudo em tela o ajustamento exponencial é o que apresenta o maior coeficiente de determinação, assim sendo selecionou-se esta função para explicar o fenômeno:

$$Y = e^{(5,7729 + 0,0001X)}$$

e, conseqüentemente, o valor unitário provável do imóvel correspondente a 776,74.

## 7. Referências Bibliográficas:

- FONSECA, Jairo Simon da et outros, Estatística Aplicada, São Paulo, Editora Atlas;
- JOHNSTON, J., Métodos Econométricos, São Paulo, Editora Atlas;
- HERGBERT, Douglas. Dominando o Turbo Pascal 5, Rio de Janeiro, Editora Atlas; e
- SABOYA, Prof. Domingos, Engenharia de Avaliações,, Rio de Janeiro, Núcleo de Treinamento Tecnológico (NTT).

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_