

Modelagem e Armadilhas da Maximização do Coeficiente de Determinação

Rubens Alves Dantas, DSc.

rubens@dantas.eng.br

www.dantas.eng.br



REALIZAÇÃO



PATROCÍNIO



Passos para Elaboração de Modelos

1. Conhecimento do Mercado e do Avaliando
2. Planejamento da Pesquisa e Coleta de Dados
3. Análise Exploratória dos Dados
4. Verificação de tendências observadas com as expectativas a priori
5. Análise das dependências lineares
6. Especificação do modelo observando-se as teorias existentes e coerência econômica
7. Geração do modelo de regressão
8. Análise das significâncias global do modelo e individual dos parâmetros
9. Análise dos parâmetros estimados em termos de sinais e coerência com o mercado
10. Verificação dos pressupostos do modelo em termos de micronumerosidade, normalidade, homocedasticidade, não-autocorrelação, pontos influentes e clusters, através da análise de resíduos, bem como a aplicação de testes complementares
11. Análise da multicolinearidade e as possíveis restrições de uso do modelo
12. Verificar o poder de predição através do gráfico dos preços observados versus ajustados
13. Análise dos resultados das previsões e validação.

Cuidados na Elaboração de Modelos ⁽¹⁾

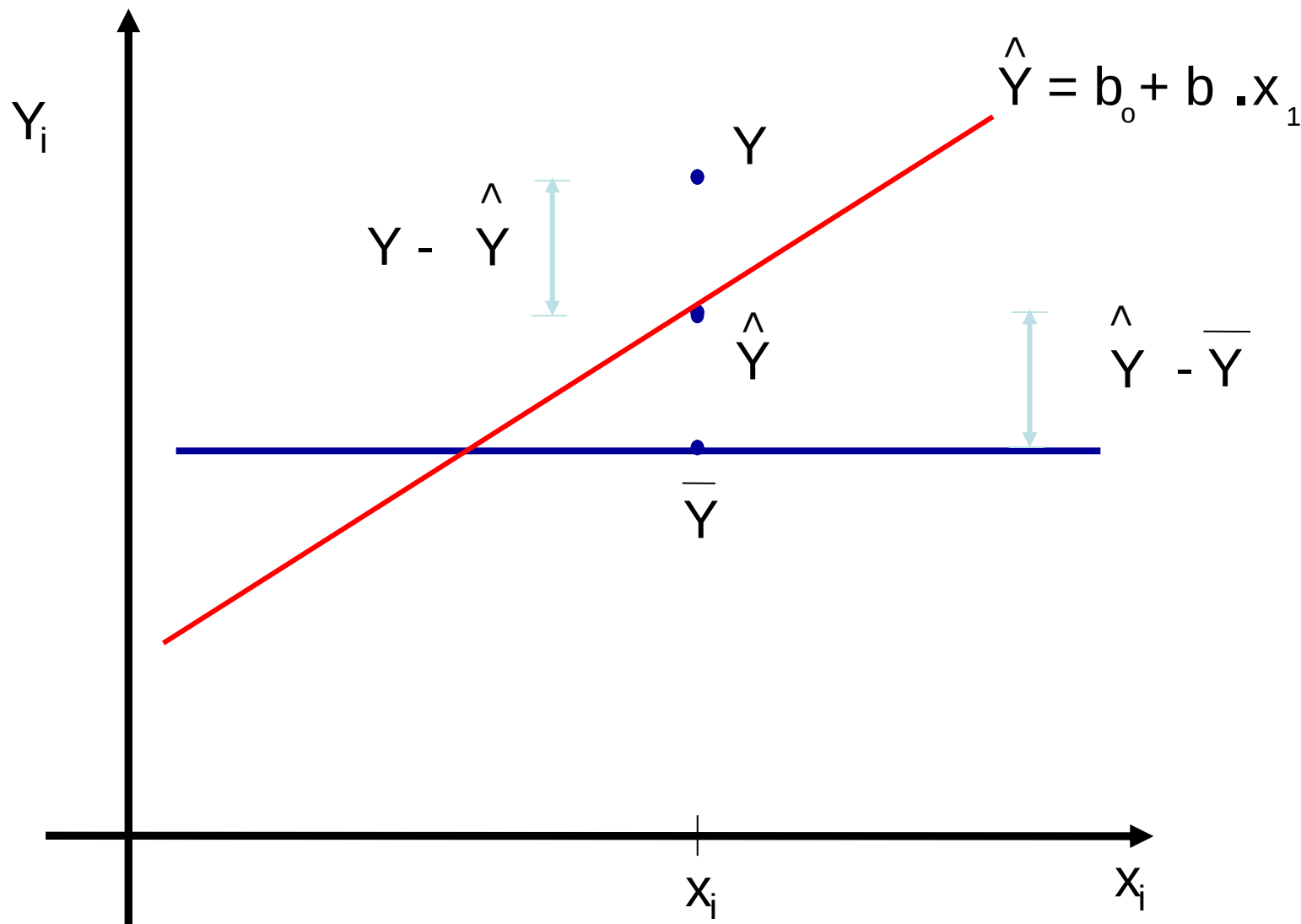
1. **Confirmação pelos dados:** as previsões devem ser logicamente possíveis;
2. **Consistência com a teoria:** fazer sentido do ponto de vista econômico;
3. **Regressores fracamente exógenos:** não serem correlacionados com o erro;
4. **Constância dos parâmetros:** resíduos aleatórios sem pontos influentes;
5. **Abrangência:** modelo escolhido superior aos concorrentes.

(1) Gujarati e Porter – Econometria Básica

Critérios de Seleção de Modelos

1. Maximização do R^2
2. Maximização do R^2 - Ajustado
3. Critério de Informação de Akaike
4. Critério de Informação de Schwarz
5. Critério C_p de Mallows;
6. Previsão Qui-quadrado.

Visualização Gráfica do R2



Variações

Total

$$SQT = \sum (Y_i - \bar{Y})^2$$

Não Explicada

$$SQE = \sum (Y_i - \hat{Y})^2$$

Explicada

$$SQR = \sum (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2$$

Coeficiente de Determinação

$$- R^2 = SQR / SQT$$

$$- R^2 = 1 - SQE / SQT$$

Problemas com o R2 na escolha de Modelos

- 1. Aumenta com o número de variáveis independentes***
- 2. Deve estar com a variável dependente na mesma escala;***
- 3. O alto poder de explicação não garante a boa previsão para dados fora da amostra.***

REALIZAÇÃO



PATROCÍNIO



- **Coeficiente de Determinação Ajustado**

$$\overline{R} = 1 - (1 - R) \cdot \frac{n - 1}{n - k - 1}$$

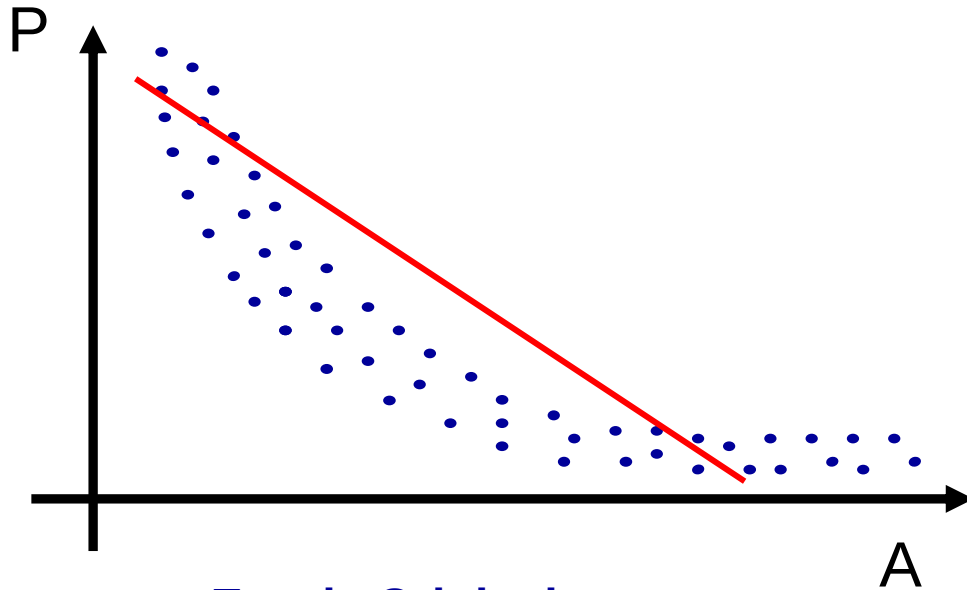
- **Critério de informação de Akaike**

$$AIC = - 2L_{\max} + 2k$$

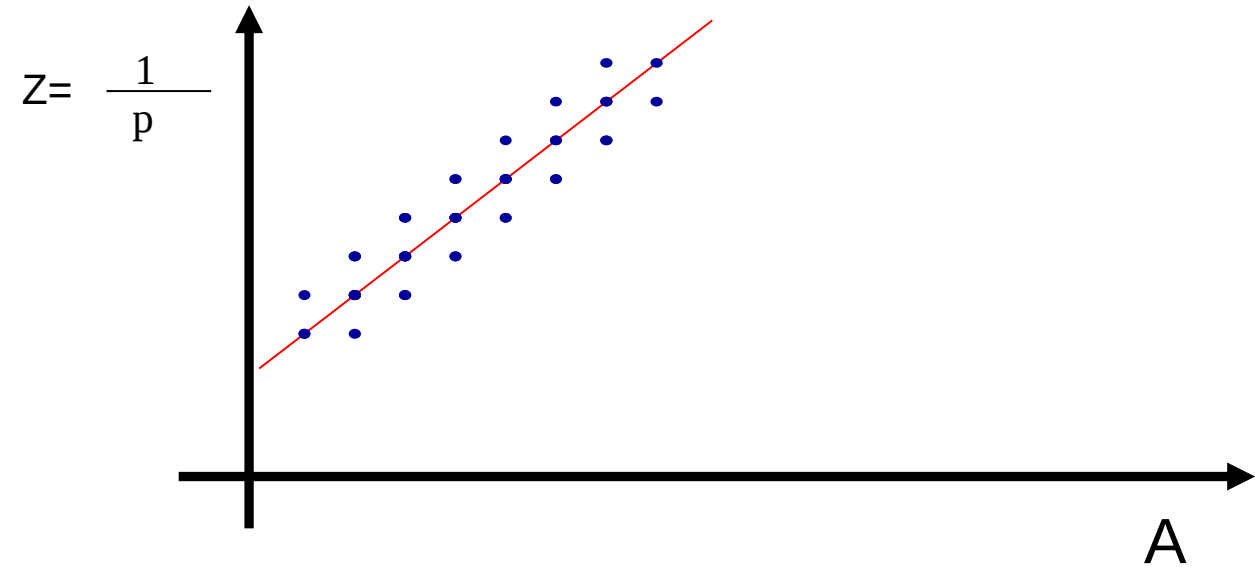
- **Critério de Schwartz**

$$SC = - 2L_{\max} + k * \ln (n)$$

Mercado com Tendência Hiperbólica



Escala Original

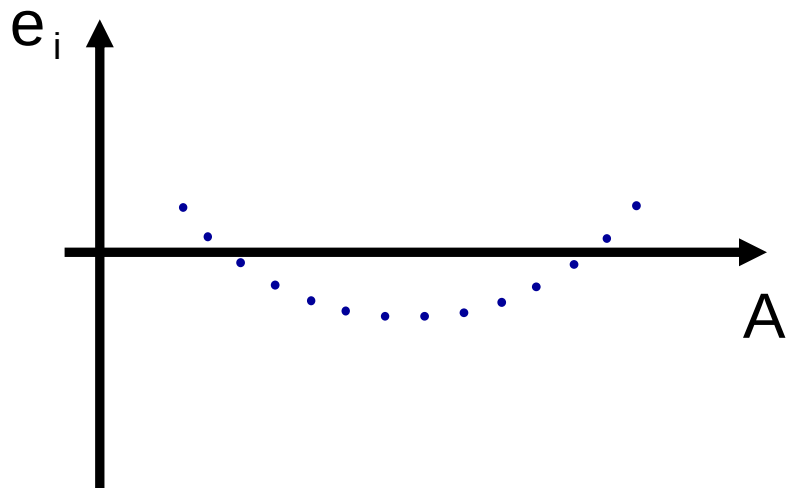


Transformação Inversa em P

$$Z = b_0 + b_1 \cdot A$$

$$\frac{1}{P} = b_0 + b_1 \cdot A$$

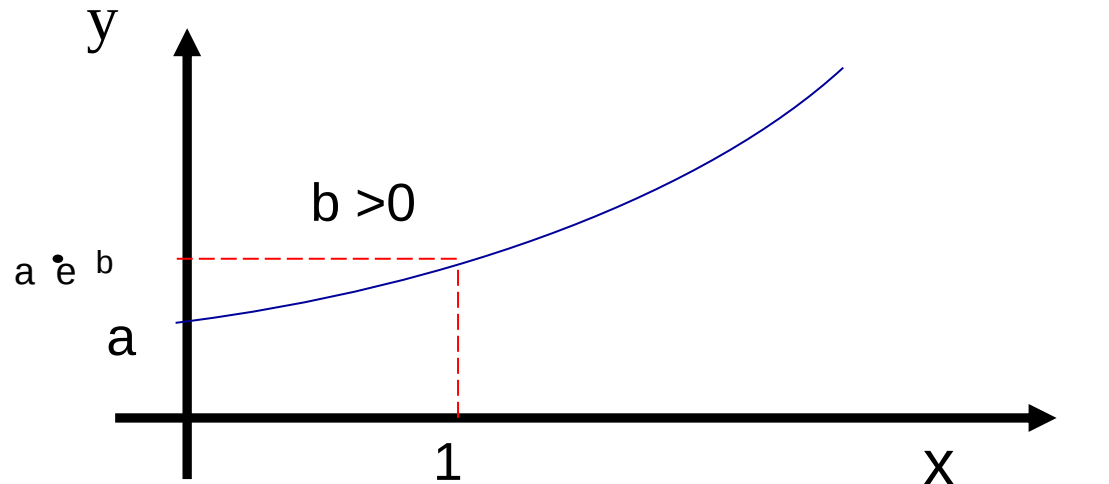
$$P = \frac{1}{b_0 + b_1 A}$$



Mercado com Tendência Exponencial

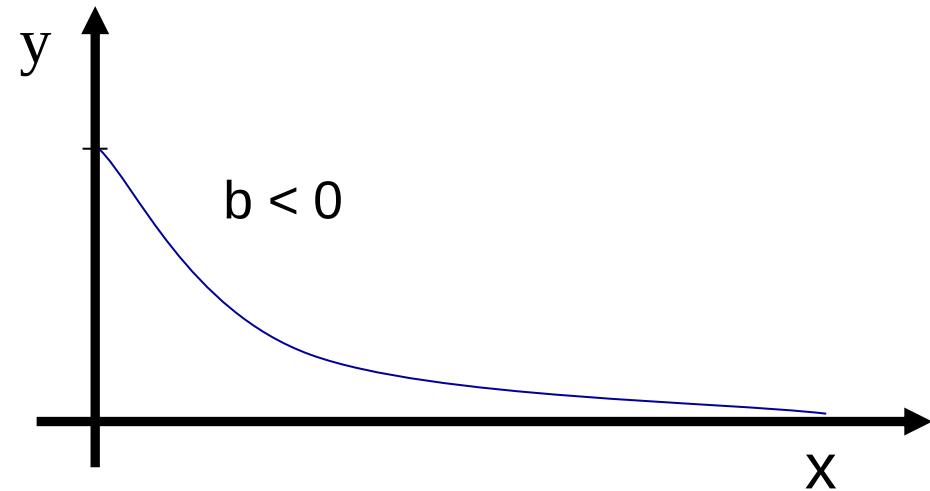
Modelo Original

$$Y = a \cdot e^{bx}$$



Modelo Linearizado

$$\ln y = \ln a + bx$$



Obs.: b indica a taxa de variação de y em relação à x

Ex: Considere o modelo: $P_u = 300 \cdot 1,05^{\text{Andar}}$

Interpretação: P_u cresce 5% a cada Andar mais elevado

Mercado com Tendência Potencial

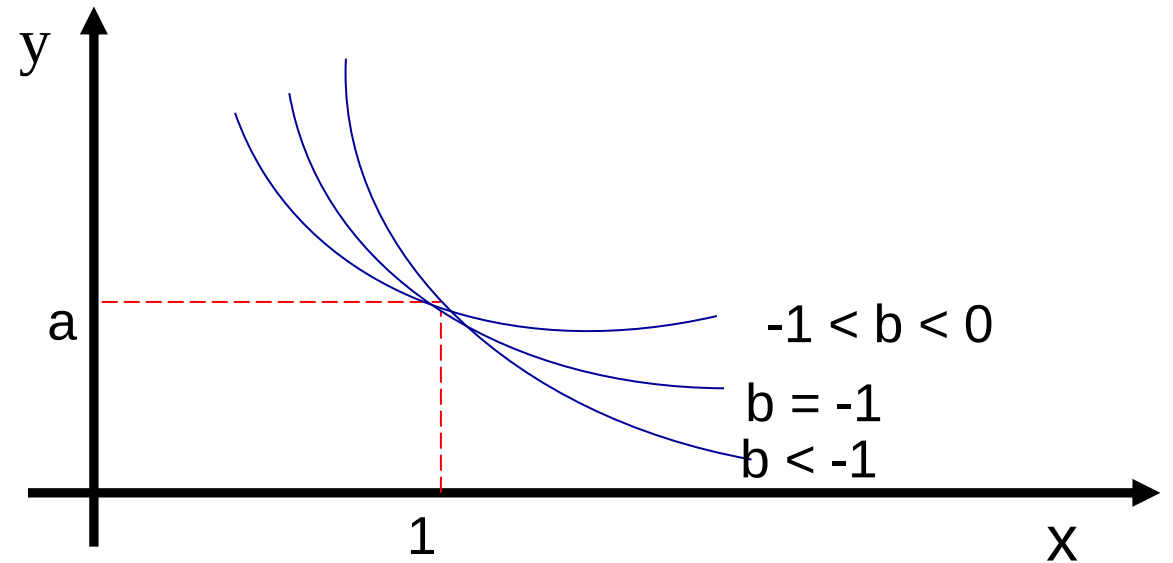
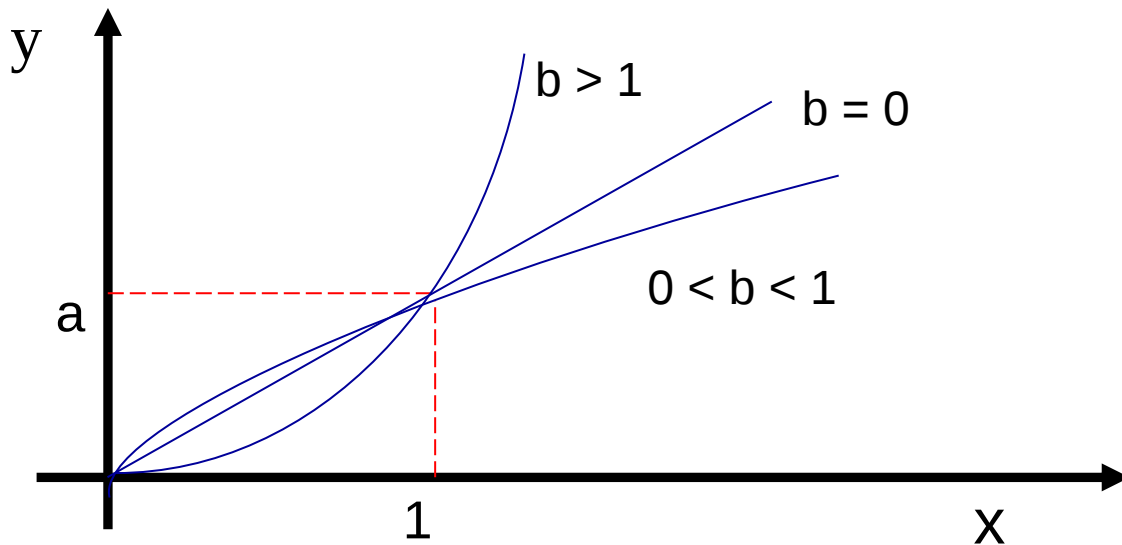
Modelo Original

$$Y = a \cdot x^b$$

Modelo Linearizado

$$\ln y = \ln a + b \cdot \ln x$$

Gráficos



Obs.: b indica a elasticidade de y em relação à x , ou seja: $e = dy/y / dx/x$

Ex: Considere o modelo: $P_u = 300 \cdot \text{Área}^{(-0,5)}$

Interpretação: Quando a área aumenta 10%, P_u decresce 5% ($0,5 \cdot 10\%$)

Transformações de Escalas

Algumas possibilidades: $1/x$ - x^2 - $1/x^2$ - $Raiz(x)$ - $1/raiz(x)$ - $\ln x$ - e^x

x	x^2	$1/x$	$1/x^2$	$raiz(x)$	$1/raiz(x)$	$\ln x$	e^x
1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	2,72
2	4,00	0,50	0,25	1,41	0,71	1,39	7,39
3	9,00	0,33	0,11	1,73	0,58	2,20	20,09
4	16,00	0,25	0,06	2,00	0,50	2,77	54,60
5	25,00	0,20	0,04	2,24	0,45	3,22	148,41

Resultados para um modelo $Y = 1,05^x$

x	x^2	$1/x$	$1/x^2$	$raiz(x)$	$1/raiz(x)$	$\ln x$	e^x
1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,00	1,14
1,10	1,22	1,02	1,01	1,07	1,04	1,07	1,43
1,16	1,55	1,02	1,01	1,09	1,03	1,11	2,66
1,22	2,18	1,01	1,00	1,10	1,02	1,14	14,35
1,28	3,39	1,01	1,00	1,12	1,02	1,17	1.395,63

Variações percentuais em relação ao nível anterior

x	x^2	$1/x$	$1/x^2$	$raiz(x)$	$1/raiz(x)$	$\ln x$	e^x
5,00%	15,76%	-2,41%	-3,59%	2,04%	-1,42%	7,00%	25,59%
5,00%	27,63%	-0,81%	-0,68%	1,56%	-0,63%	4,04%	85,79%
5,00%	40,71%	-0,41%	-0,24%	1,32%	-0,38%	2,85%	438,64%
5,00%	55,13%	-0,24%	-0,11%	1,16%	-0,26%	2,20%	9624,66%

Especificação de Modelos

- Escolha das variáveis dependente e independentes
- Forma funcional

A antiga norma para avaliação de imóveis urbanos da ABNT, NB-502/89, sugere que para a homogeneização quanto a profundidade (FP) e testada (FT), sejam utilizados modelos multiplicativos aos valores coletados, do tipo:

$$FP = \left(\frac{Pe}{Pa} \right)^{N_2} \quad e \quad FT = \left(\frac{Fr}{Fe} \right)^{N_1}$$

- Modelo de Homogeneização: **$RH = q . FC . FF . FT . FP . FM$**

- Modelo de Regressão: **$PU = 7.566,09 * 1,18^{RESM} * AT^{-0,44} * FT^{0,42} * 1,22^{OF} * DP^{-0,83}$**

NBR -14.653-2: Item A.2.1.1

As transformações utilizadas para linearizar o modelo devem, tanto quanto possível, refletir o comportamento do mercado, com preferencia pelas transformações mais simples de variáveis, que resultem em modelo satisfatório.

- Geralmente se consegue ajustar bons modelos utilizando-se apenas as escalas x e $\ln x$, dando-se preferência ao modelo exponencial.

Dez Mandamentos para a Econometria Aplicada (*)

1. Usar o senso comum e a teoria econômica;
2. Colocar a relevância à frente da elegância matemática;
3. Conhecer o contexto – não usar a estatística sem conhecimento de causa;
4. Examinar bem os dados;
5. Procura a simplicidade ;
6. Examinar demoradamente e com rigor os resultados;
7. Estar atento aos custos;
8. Estar disposto a conciliar;
9. Não confundir significância estatística com significância prática;
10. Na presença de questões delicadas antecipar-se às críticas.

(*) Peter Kennedy, da Simon Fraser University of Canadá , apud *Gujarati e Porter – Econometria Básica*

Obrigado

rubens@dantas.eng.br

www.dantas.eng.br

REALIZAÇÃO



PATROCÍNIO

