METODOLOGIA PARA VERIFICAÇÃO DAS CONDICIONANTES DA ANÁLISE DE REGRESSÃO.

Doádi Antônio Brena*

José Natalino Macedo Silva**

Paulo Renato Schneider***

SUMMARY

In this paper is presented some statistical aspects related with the study of Regres sion. Atention is given to the conditions necessary to its analysis: homogeniety of variance ,independence and normality. It is presented some statistical tests used to verify the conditions imposed, which are ilustrated with a practical example.

1 — INTRODUÇÃO

A análise de regressão tem sido usada com ênfase na solução de grande parte dos problemas florestais, especialmente quando se pretende obter estimativas de parâmetros da floresta com o mínimo de custo e tempo, através do uso de relações matemáticas que possibilitam obter essas estimativas de forma indireta, que são as chamadas equações de regressão.

Três aspectos estatísticos importantes devem ser considerados no uso de equações de regressão. O primeiro diz respeito ao planejamento do ensaio para a coleta de dados, que consiste em distribuir um certo número de amostras a fim de se obter uma boa precisão. O segundo aspecto relaciona-se com a escolha do modelo. Não existe um critério claro para sua escolha. Este, é muito mais um problema de lógica do que propriamente um problema estatístico e por isso depende muito da experiência do pesquisador. Por exemplo, em se tratando de crescimento, sabe-se a "priori" que a curva deve passar pela origem, deve ter um ponto de inflexão e deve ser assintótica. Quando não se conhece nada a respeito do modelo, geralmente é recomendado o processo de regressão múltipla, passo a passo para proceder a escolha. O terceiro aspecto refere-se à verificação das condições a serem cumpridas para a análise de regressão, as quais são as seguintes:

1. Homogeneidade de Variâncias
2. Independência
3. Normalidade

No presente trabalho apresentam-se alguns testes estatísticos utilizados para verificação das condicionantes básicas para a análise de regressão, bem como as tabelas estatísticas existentes para a comparação dos resultados.

Um exemplo ilustrativo também é apresentado, para a obtenção de uma equação volumétrica do tipo $V = a + b D^2$

2. REVISAO DA LITERATURA

2.1. Prova de Homogeneidade de Variâncias

2.1.1. Critério de Bartlett

Dentre os testes existentes para verificar a homogeneidade de variâncias, o mais comumente utilizado é o critério de χ^2 de Bartlett (1, 3, 8).

* Professor de Inventário Florestal da Universidade Federal de Santa Maria.
** Pesquisador da Embrapa.
*** Professor de Ordenamento Florestal da Universidade Federal de Santa Maria.

Para o cálculo do χ^2, utiliza-se a fórmula:

$$\chi^2_{(m-1)\,gl} = \frac{M \ln \{\sum_{u=1}^{m} (Vu\, S_u^2) / M\} - \sum_{u=1}^{m} (Vu \,.\, \ln S_u^2)}{1 + \frac{1}{3\,(m-1)} \left(\sum_{u=1}^{m} \frac{1}{Vu} - \frac{1}{M} \right)} \qquad (1)$$

onde:

m = número de classes

S_u^2 = variância da classe u

V_u = graus de liberdade associados com a variância S_u^2

$M = \sum_{u=1}^{m} V_u$

O valor de χ^2 calculado é comparado com o valor tabelar (tabela 1). Caso haja significância, conclui-se existir heterogeneidade de variâncias.

2.1.2. Critério de Cochran

O valor do critério de Cochran (3) é dado pela razão entre a maior variância e a soma de todas as variâncias:

$$Gobs = \frac{s^2 max}{s^2_1 + s^2_2 + \ldots + s^2_n}$$

É necessário, no entanto, que se tenha o mesmo número de graus de liberdade em classe (K=n—1).

A distribuição de G depende do número de graus de liberdade e da quantidade de amostras n.

A prova de significância é feita, comparando-se o valor de Gobs com o valor tabelar (tabela 2) para (α, K, n).

Se Gobs < Gtab aceita-se a hipótese nula.

Se Gobs > Gtab rejeita-se a hipótese nula.

2.2. Prova de Normalidade

2.2.1. Teste do χ^2

Segundo Frayer (1), Yamane (9) e Prodan (6), a normalidade pode ser verificada através do teste estatístico do χ^2, utilizando-se as freqüências esperadas e observadas da distribuição. Assim:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{m} \frac{(fo - fe)^2}{fe} \qquad (2)$$

fo = freqüência observada
fe = freqüência esperada
m = nº de classes

O resultado é comparado com o χ^2 tabelar para m—3 graus de liberdade (três graus de liberdade são perdidos pelo uso do nº de observações, média e variância para o cálculo das freqüências esperadas).

Prodan (6) apresenta a seguinte fórmula para o cálculo das freqüências esperadas.

$$fe = \frac{N}{S\sqrt{2\Pi}} \cdot e^{-\frac{(X-\bar{X})^2}{S}} \qquad (3)$$

S = desvio padrão das observações
X = valor do centro de classe
$\bar{X}$ = média das observações
e = base dos logarítmos neperianos

2.2.2. Teste de Kolmogorov — Smirnov

Outro procedimento estatístico para testar a normalidade, é o teste de Kolmogorov — Smirnov (7). Este teste baseia-se no cálculo da razão entre a diferença máxima absoluta entre as freqüências observadas e esperadas e o número de observações. Esta razão (D) é comparada com o valor da tabela de Kolmogorov — Smirnov (tabela 3). Assim,

$$D = \frac{d\ MAX}{N} \qquad (4)$$

onde:

dmax = máxima diferença absoluta entre as freqüências observadas e esperadas.

N = nº de observações.

Segundo SACHS (7), quando o número de observações for maior que 35, o valor de D tabelar pode ser calculado através das relações apresentadas no quadro nº 1.

QUADRO 01 — TABELA DE D

VALOR DE D	NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA
$1{,}07\ \sqrt{n}$	0,20
$1{,}14\ \sqrt{n}$	0,15
$1{,}22\ \sqrt{n}$	0,10
$1{,}36\ \sqrt{n}$	0,05
$1{,}63\ \sqrt{n}$	0,01

As freqüências esperadas são igualmente calculadas pela expressão (3).

A medida para se determinar o grau de dependência entre os termos de uma série de tempo é chamada "correlação em série". Mediante esta correlação pode-se comprovar se uma série é ou não aleatória. Os valores da correlação em série variam nos limites de — 1 a + 1.

Yamane (9), cita algumas provas de independência, tais como:

2.3.1. Correlação em Série

Dada uma série de tempo, $X_1, X_2, \ldots, Xn$, a correlação entre termos sucessivos da série, define-se como sendo:
sendo:

$$r_1 = \frac{\text{cov}\ (Xi,\ Xi + 1)}{\sqrt{\text{var}\ (Xi)\ .\ \text{var}\ (Xi+1)}} \tag{5}$$

e denomina-se "coeficiente de correlação em série de ordem 1", isto porque o intervalo de tempo entre Xi e Xi+1 é 1.

A correlação em série entre Xi+1 denomina-se de ordem K.

Para efeito de cálculo do coeficiente de correlação em série, utiliza-se a fórmula:

$$r_1 = \frac{\Sigma\ (Xi)\ (Xi + 1) - \dfrac{(\Sigma Xi)^2}{n}}{\Sigma\ Xi^2 - \dfrac{(\Sigma\ Xi)^2}{n}} \tag{6}$$

onde:

Xi = termo da série de ordem i
Xi+1 = termo da série de ordem i+1
n = nº de observações

Para a prova de significância, utiliza-se a distribuição de correlação em série elaborada por K. L. Anderson (tabela 4). Se o valor de r1 excede o valor correspondente da tabela, conclui-se que existe correlação em série na população.

Em outras palavras, as observações não são independentes.

2.3.2. Método da diferença sucesiva do Quadrado Médio

Este método é utilizado para comprovar a independência de observações sucessivas de uma série de tempo e é também chamado de "relação de Von Neuman" (9).

Dada uma série de tempo X1, X2, ... Xn, a diferença sucessiva do quadrado médio, define-se como sendo:

$$\delta^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} (Xi+1 - Xi)^2 \tag{7}$$

A variância amostral define-se como:

$$S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} (Xi - \overline{X})^2 \tag{8}$$

Então, a relação de Von Neuman é dada por:

$$K = \frac{\delta^2}{S^2} \tag{9}$$

Para a prova de significância da relação de Von Neuman, utiliza-se a tabela elaborada por Hart (tabela 5). Se o valor de K calculado for menor que K1, considera-se o valor de K significativo e conclui-se que existe correlação em série positiva. Se K calculado for maior que K2, o valor de K é considerado significativo e conclui-se que existe uma correlação em série negativa.

2.3.3. Prova de Durbin-Watson

O teste de Durbin-Watson se constitui em um procedimento para provar se os Ei (erro estocástico ou perturbação da regressão) estão correlacionados em série.

Esta prova de independência dos Ei é muito importante em análise de regressão. Quando os Ei não são independentes e apresentam uma correlação em série, o método dos mínimos quadrados pode não dar as melhores estimativas. Neste caso, também não se pode utilizar as distribuiçíões t e F para testar hipóteses ou determinar intervalos de confiança.

O procedimento para determinar se os Ei estão correlacionados em série, consiste em calcular o valor de "d" estatístico e comparar com os valores críticos tabelares (tabela 6) preparadas por Dubin e Watson (1950).

O valor de "d" estatístico é dado pela fórmula:

$$d = \frac{\sum_{i=2}^{n} \{ ei - (ei-1) \}^2}{\sum_{i=1}^{n} e_i^2} \qquad (10)$$

Os autores demonstram que quando os Ei estão correlacionados positivamente em série, o valor de "d" é quase nulo, ou muito pequeno.

A prova de significância, para um nível de confiança dado, é feita em termos de hipóteses e com o auxílio da tabela (6). Assim:

Ho: = não existe correlação em série
H1: = existe correlação em série

Comparando o valor de "d" calculado com os valores tabelares, pode-se concluir o seguinte:

$d < dL$ $d > 4 - DL$	O "d" é significativo e aceita-se a hipótese alternativa de que há correlação em série.
$du < d < 4 - du$	O "d" não é significativo e aceita-se a hipótese da nulidade de que não há correlação em série e supõe-se que os Ei são independentes.

Nos demais casos o teste não é concluente.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A fim de ilustrar os procedimentos de cálculos para a verificação das condicionantes básicas para a Análise de Regressão, foi estabelecida uma regressão de Volume comercial, da forma: $v = a + bD^2$, onde

V = volume comercial
D = diâmetro a altura do peito

Os dados utilizados para o cálculo dos coeficientes da equação são provenientes da Amazônia.

As provas de Normalidade, Independência e Homogeneidade de Variâncias foram feitas utilizando-se, respectivamente, os testes de Kolmogorov-Smirnov, Durbin-Watson e Bartlett, cujos procedimentos são explicados no capítulo II.

Todos os cálculos foram efetuados a partir de programas especialmente desenvolvidos em linguagem BASIC, para o computador HP 9830A do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Solução da Equação $V = a + b\,D^2$

A equação volumétrica foi ajustada aos dados de volumes comerciais através do método dos mínimos quadrados, obtendo-se os seguintes resultados:

$$a = 0{,}91390$$
$$b = 0{,}00081$$
$$r = 0{,}97$$
$$R^2 = 0{,}94$$
$$Sxy = 0{,}8734$$

Os dados de volumes foram plotados em relação a variável independente (D^2), a fim de se veriifcar o seu comportamento.

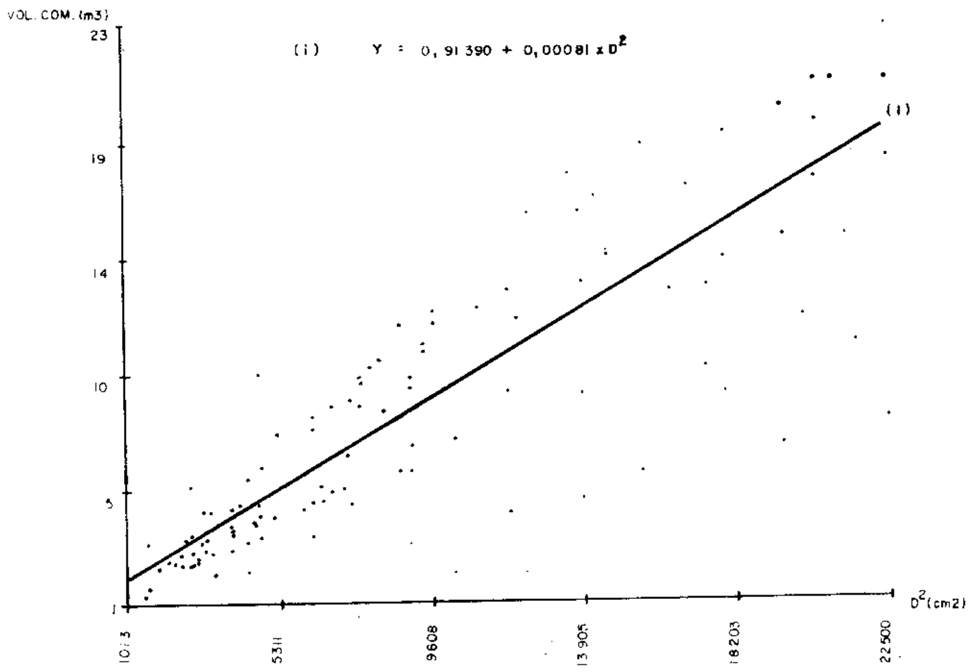


FIGURA 1 — Relação gráfica dos volumes distribuídos em classes da variável independente (D^2).

Observa-se que a dispersão dos volumes aumenta à medida que aumentam as classes da variável independente, mostrando uma situação típica de variâncias não homogêneas. Essa situação é estatisticamente comprovada pelo teste de Bartlett.

3.2. Prova de homogeneidade de Variâncias

Teste de Bartlett

O Quadro 02 mostra a distribuição das freqüências e variâncias por classes de D^2, utilizando para o cálculo do critério de Bartlett (χ^2).

QUADRO 2 — Distribuição de freqüência e variâcnia do volume em classes de D^2.

Classes (D^2)		Centro de Classe	Freqüência	Variância
1013.21	4114.94	2564.07	35	1.0542986555
4114.95	7216.68	5665.81	27	3.0929746439
7216.69	10318.42	8767.56	19	4.4258356728
10318.43	13420.16	11869.30	8	12.9524267857
13420.17	16521.91	14971.04	11	20.4354400000
16521.92	19623.65	18072.78	9	20.1822200000
19623.66	22725.39	21174.53	11	23.6478418190
		T o t a l	120	

Usando-se a expressão (1), obteve-se o seguinte resultados:
$\chi^2 = 69.13239$
Formulação das hipóteses: $H_0 : s_1^2 = s_2^2 \ldots = s_n^2$

H_1 : pelo menos uma variância é diferente.

Comparando-se o valor calculado com o valor tabelar (TABELA 01) χ^2 6; 0.05 = 12,59, detectou-se diferença significativa, rejeitando-se a hipótese da nulidade em favor da alternativa.

Com o objetivo de tornar as variâncias homogêneas, os dados foram ponderados, mediante a aplicação do peso $W_i = \dfrac{1}{D^2}$ conforme o Quadro 03 e efetuou-se novamente o teste de Bartlett, obtendo-se o seguinte resultado:

QUADRO 3 — Distribuição de freqüência e variância do volume ponderado em classes de D^2.

Classes		Centro de Classe	Freqüência	Variância
1013.21	4114.94	2564.07	35	0.0000000755
4114.95	7216.68	5665.81	27	0.0000001013
7216.69	10318.42	8767.56	19	0.0000000489
10318.43	13420.16	11869.30	8	0.0000000812
13420.17	16521.91	14971.04	11	0.0000001013
16521.92	19623.65	18072.78	9	0.0000000603
19623.66	22725.39	21174.53	11	0.0000000512
		T o t a l	120	

$\chi^2 = 3.92637$

Sendo o χ^2 calculado para os valores ponderados menor que o χ^2 tabelar, aceita-se a hipótese de nulidade, a qual indica que as variâncias tornaram-se homogêneas.

Tendo em vista que a ponderação utilizada removeu a heterogeneidade das variâncias, ajustou-se a equação ponderada, cujos resultados são os seguintes:

$b_0 = 0{,}58010$
$b_1 = 0{,}00087$
$r = 0{,}97$
$Sxy = 0{,}0115$

O Quadro 04 apresenta a análise de variância para a regressão ponderada:

QUADRO 4 — Análise da variância da regressão ponderada.

Peso: $W = 1/D^2$

F.V.	GL	SQ	MQ	F
Regressão	1	0.27531807	0.27531807	2077.539547**
Resíduo	118	0.01563750	0.00013252	
Total	119	0.2910		

4.3. Prova de Normalidade

Na prova de normalidade foi utilizado o teste de Kolmorov-Smirnov, através da expressão (04).

Para efetuar este teste, usou-se os resíduos obtidos entre os volumes observados e os estimados pela equação não ponderada, os quais foram distribuidos em clas ses, obtendo-se portanto as freqüências observadas.

As freqüências esperadas de cada classe foram determinadas pela expressão (03) da distribuição normal e corrigidas para a freqüência total.

A máxima diferença absoluta (Dmax) entre as freqüências observadas e esperadas é utilizada para o critério de Kolmogorov-Smirnov, como pode ser visto no quadro 05.

QUADRO 5 — Teste da distribuição normal — Kolmogorov-Smirnov

Classes de Resíduos		C.C.	FO	FE	COR(FE)	IFO-FEI
—11.1389	— 9.7420	—10.4405	2.0000	0.0203	0.0290	1.9710
— 9.7320	— 8.3351	— 9.0336	0.0000	0.1121	0.1605	0.1605
— 8.3251	— 6.9282	— 7.6267	3.0000	0.4824	0.6910	2.3090
— 6.9182	— 5.5213	— 6.2198	2.0000	1.6174	2.3167	0.3167
— 5.5113	— 4.1144	— 4.8129	2.0000	4.2229	6.0488	4.0488
— 4.1044	— 2.7075	— 3.4060	2.0000	8.5870	12.2988	10.2998
— 2.6975	— 1.3006	— 1.9991	13.0000	13.5985	19.4781	6.4781
— 1.2906	0.1062	— 0.5922	43.0000	16.7713	24.0228	18.9772
0.1162	1.5131	0.8147	20.0000	16.1091	23.0743	3.0743
1.5231	2.9200	2.2216	19.0000	12.0504	17.2607	1.7393
2.9300	4.3269	3.6285	10.0000	7.0203	10.0557	0.0557
4.3369	5.7338	5.0354	4.0000	3.1852	4.5624	0.5624

$$D = \frac{Dmax}{n} = \frac{18,9772}{120} = 0,15814$$

Formulação das hipóteses:
H_0 : a distribuição testada segue a distribuição normal.
H_1 : a distribuição testada não segue a distribuição normal

O valor de D tabelar para $\alpha = 0,05$, tomado através da expressão apresentada no Quadro 05: $1,36 / \sqrt{n} = 0.12416$.

Comparando-se o Dcal com o Dtab rejeita-se a hipótese da nulidade em favor da hipótese alternativa. Neste caso a distribuição testada não segue a distribuição normal.

4.4. Prova de Independência

Nesta prova foi empregado o teste DURBIN-WATSON, que verifica se os resíduos estão ou não correlacionados em série.

Utilizando-se a expressão (10) foi encontrado o seguinte valor:

$d = 2,13518$

Formulação das hipóteses

H_0 : não existe correlação em série
H_1 : existe correlação em série

Tomando-se os valores de dL e du da tabela de DURBIN-WATSON, para $\alpha = 0.05$, $n = 100$ e $K' = 1$, tem-se $dL = 1,65$; $du = 1,69$. Neste caso, $du < d < 4 - du$, o que leva a aceitar a hipótese de nulidade, de que não existe correlação em série e portanto os resíduos são considerados independentes.

5. CONCLUSÕES

A análise de regressão requer o cumprimento das três condicionantes básicas: Homogeneidade de Variâncias, Independência e Normalidade.

Na maioria dos exemplos florestais a primeira condição dificilmente é cumprida, como ficou demonstrado no exemplo apresentado. A heterogeneidade, no entanto, pode ser removida pelo uso das ponderações ou das transformações logarítimas.

No exemplo apresentado a ponderação removeu a heterogeneidade e trouxe sensível melhora na precisão da regressão, representada pelo erro padrão da estimativa, como pode observar-se no Quadro abaixo:

REGRESSÃO	a_0	b_1	R	R^2	Sxy
S/ponderação	0,91390	0,00081	0,97	0,94	0,8734
Ponderada	0,58010	0,00087	0,97	0,95	0,0115

Frayer (1) afirma que a existência de correlação significativa dos resíduos pode indicar uma escolha imprópria da superfície de regressão. Por exemplo, ao se tentar o ajuste de uma linha reta a uma série de dados que apresenta uma tendência curvilínea, os resíduos serão tendenciosos e, desta maneira estarão correlacionados.

O ajuste de uma regressão pelo princípio dos mínimos quadrados não requer necessariamente que os valores de Y estejam normalmente distribuídos. Contudo, de acordo com Freese (2) e Frayer (1) quaisquer testes ou inferências, tais como limites de confiança ou testes de significância (t e F), serão tendenciosos, uma vez que pressupõem a normalidade.

Transformações na variável dependente muitas vezes corrigem a não normalidade, entretanto, Frayer (1) alerta o fato de que outras condições podem ser violadas na tentativa de se conseguir a correção.

Hradetzky (4), apresenta um fluxo a ser seguido pelo pesquisador, partindo-se da premissa que já foi escolhido o modelo.

Este fluxo diz respeito às condições a serem cumpridas para a Análise de Regressão.

5. RESUMO

Neste trabalho apresentam-se alguns aspectos estatísticos relacionados ao estudo da Regressão, dando ênfase às condições a serem cumpridas para sua análise, quais sejam: Homogeneidade de Variâncias, Independência e Normalidade. São apresentados alguns testes estatísticos empregados para a verificação das condicionantes, ilustrados com um exemplo prático.

6. LITERATURA CITADA

1. FRAYER, W.E. "Assumptions of Regression". In: Proc. Regression Methods in Forest Research. Colorado State University. 1971. 127 p.

2. FRESSE, F. "Linear Regression Methods for Forest Research. U.S.A., U.S. Departament of Agriculture Forest Service. 1972. 136 p.

3. GMURMAN, V.E. Problemas de la teoria de las probabilidades y de estatística matemática. URSS, Editorial Mir, 1975. 374 p.

4. HRADETZKY, J. Palestra sobre modelos de crescimento de florestas plantadas. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. 1978.

5. LEAL, J. Tabelas Numéricas e Estatísticas. Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico S.A., 1971. 152 p.

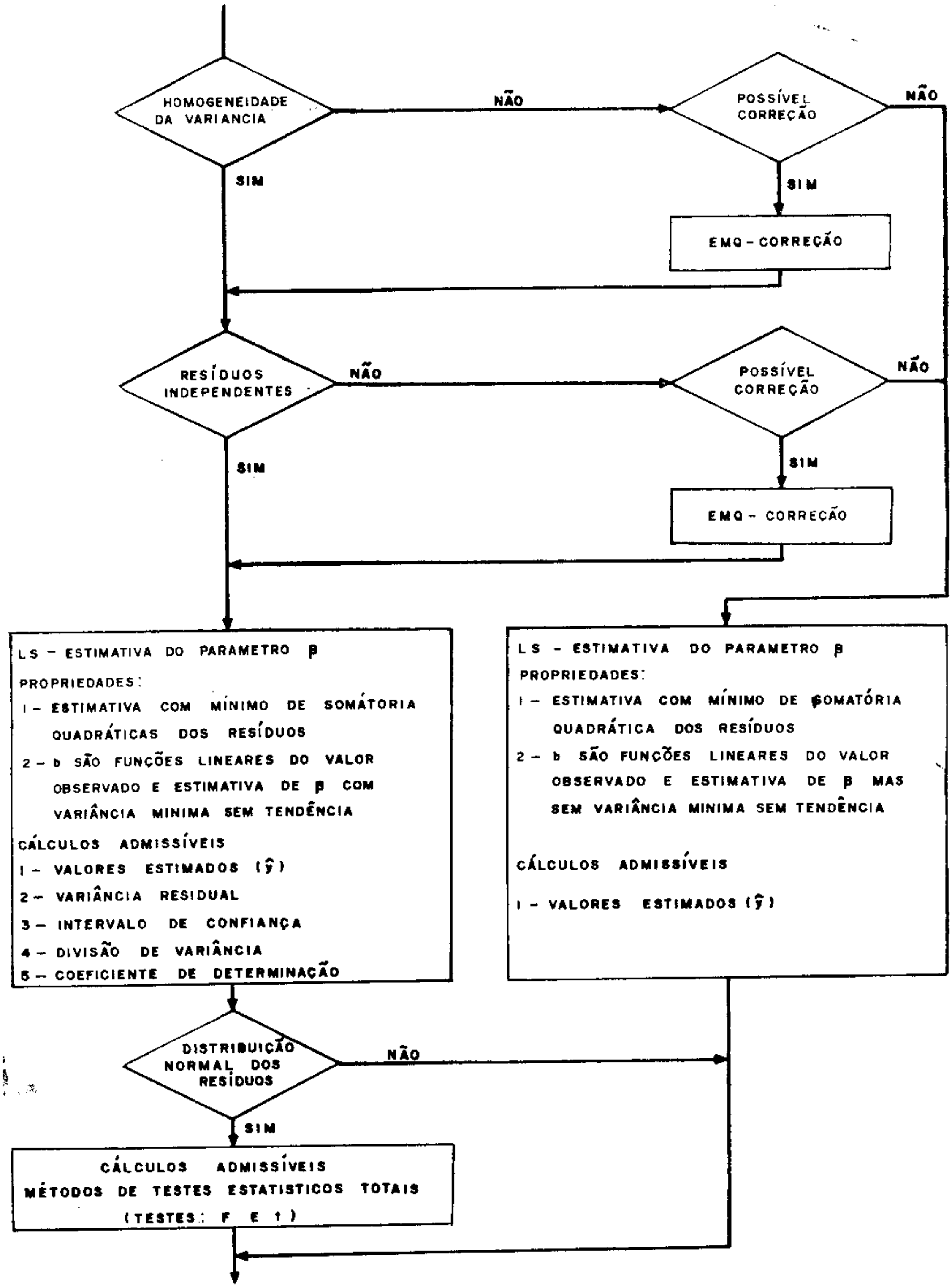
6. PRODAN, M. Forest Biometrics. New York. Pergamon Press, 1968. 447 p.

7. SACHS, L. Statistsche Auswertungs methoden. Heidelberg, Springer. Verlag. Berlin 1969. 677 p.

8. STEEL, R.G.S. & TORRIE, J.M. Principles and procedures of Statistics. New York. Mc. Grow-Hill. 1960. 481 p.

9. YAMANE, T. Estadística. México. Harla S.A. de C.V. 1974. 573 p.

APRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DE ANÁLISE DE REGRESSÃO
SEGUNDO: HRADETZKI (1977) *

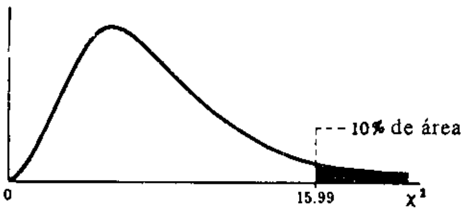


* PALESTRA PROFERIDA NO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGº FLORESTAL DA U.F.P. - CURITIBA - PR

TABELA 1

~~TABLA XX~~

Puntos de porcentaje de la distribución χ^2



Ejemplo

Para $\phi = 10$ grados de libertad:

$P[\chi^2 > 15.99] = .10$

ϕ \ P	.995	.99	.975	.95	.90	.75	.50	.25	.10	.05	.025	.01	.005	P / ϕ
1	0.0^4393	0.0^3157	0.0^3982	0.0^33	0.0158	0.102	0.455	1.323	2.71	3.84	5.02	6.63	7.88	1
2	0.0100	0.0201	0.0506	0.103	0.211	0.575	1.386	2.77	4.61	5.99	7.38	9.21	10.60	2
3	0.0717	0.115	0.216	0.352	0.584	1.213	2.37	4.11	6.25	7.81	9.35	11.34	12.84	3
4	0.207	0.297	0.484	0.711	1.064	1.923	3.36	5.39	7.78	9.49	11.14	13.28	14.86	4
5	0.412	0.554	0.831	1.145	1.610	2.67	4.35	6.63	9.24	11.07	12.83	15.09	16.75	5
6	0.676	0.872	1.237	1.635	2.20	3.45	5.35	7.84	10.64	12.59	14.45	16.81	18.55	6
7	0.989	1.239	1.690	2.17	2.83	4.25	6.35	9.04	12.02	14.07	16.01	18.48	20.3	7
8	1.344	1.646	2.18	2.73	3.49	5.07	7.34	10.22	13.36	15.51	17.53	20.1	22.0	8
9	1.735	2.09	2.70	3.33	4.17	5.90	8.34	11.39	14.68	16.92	19.02	21.7	23.6	9
10	2.16	2.56	3.25	3.94	4.87	6.74	9.34	12.55	15.99	18.31	20.5	23.2	25.2	10
11	2.60	3.05	3.82	4.57	5.58	7.58	10.34	13.70	17.28	19.68	21.9	24.7	26.8	11
12	3.07	3.57	4.40	5.23	6.30	8.44	11.34	14.85	18.55	21.0	23.3	26.2	28.3	12
13	3.57	4.11	5.01	5.89	7.04	9.30	12.34	15.98	19.81	22.4	24.7	27.7	29.8	13
14	4.07	4.66	5.63	6.57	7.79	10.17	13.34	17.12	21.1	23.7	26.1	29.1	31.3	14
15	4.60	5.23	6.26	7.26	8.55	11.04	14.34	18.25	22.3	25.0	27.5	30.6	32.8	15
16	5.14	5.81	6.91	7.96	9.31	11.91	15.34	19.37	23.5	26.3	28.8	32.0	34.3	16
17	5.70	6.41	7.56	8.67	10.09	12.79	16.34	20.5	24.8	27.6	30.2	33.4	35.7	17
18	6.26	7.01	8.23	9.39	10.86	13.68	17.34	21.6	26.0	28.9	31.5	34.8	37.2	18
19	6.84	7.63	8.91	10.12	11.65	14.56	18.34	22.7	27.2	30.1	32.9	36.2	38.6	19
20	7.43	8.26	9.59	10.85	12.44	15.45	19.34	23.8	28.4	31.4	34.2	37.6	40.0	20
21	8.03	8.90	10.28	11.59	13.24	16.34	20.3	24.9	29.6	32.7	35.5	38.9	41.4	21
22	8.64	9.54	10.98	12.34	14.04	17.24	21.3	26.0	30.8	33.9	36.8	40.3	42.8	22
23	9.26	10.20	11.69	13.09	14.85	18.14	22.3	27.1	32.0	35.2	38.1	41.6	44.2	23
24	9.89	10.86	12.40	13.85	15.66	19.04	23.3	28.2	33.2	36.4	39.4	43.0	45.6	24
25	10.52	11.52	13.12	14.61	16.47	19.94	24.3	29.3	34.4	37.7	40.6	44.3	46.9	25
26	11.16	12.20	13.84	15.38	17.29	20.8	25.3	30.4	35.6	38.9	41.9	45.6	48.3	26
27	11.81	12.88	14.57	16.15	18.11	21.7	26.3	31.5	36.7	40.1	43.2	47.0	49.6	27
28	12.46	13.56	15.31	16.93	18.94	22.7	27.3	32.6	37.9	41.3	44.5	48.3	51.0	28
29	13.12	14.26	16.05	17.71	19.77	23.6	28.3	33.7	39.1	42.6	45.7	49.6	52.3	29
30	13.79	14.95	16.79	18.49	20.6	24.5	29.3	34.8	40.3	43.8	47.0	50.9	53.7	30
40	20.7	22.2	24.4	26.5	29.1	33.7	39.3	45.6	51.8	55.8	59.3	63.7	66.8	40
50	28.0	29.7	32.4	34.8	37.7	42.9	49.3	56.3	63.2	67.5	71.4	76.2	79.5	50
60	35.5	37.5	40.5	43.2	46.5	52.3	59.3	67.0	74.4	79.1	83.3	88.4	92.0	60
70	43.3	45.4	48.8	51.7	55.3	61.7	69.3	77.6	85.5	90.5	95.0	100.4	104.2	70
80	51.2	53.5	57.2	60.4	64.3	71.1	79.3	88.1	96.6	101.9	106.6	112.3	116.3	80
90	59.2	61.8	65.6	69.1	73.3	[illegible]	89.3	98.6	107.6	113.1	118.1	124.1	128.3	90
100	67.3	70.1	74.2	77.9	82.4	90.1	99.3	109.1	118.5	124.3	129.6	135.8	140.2	100
Z_α	−2.58	−2.33	−1.96	−1.64	−1.28	−0.674	0.000	0.674	1.282	1.645	1.960	2.33	2.58	Z_α

Para $\phi > 100$ tómese $\chi^2 = \frac{1}{2}(Z_\alpha + \sqrt{2\phi - 1})^2$. Z_α es la desviación normal estandarizada correspondiente al nivel de significancia y se muestra en la parte superior de la tabla.

Fuente: Esta tabla es recopilación de "Table of percentage points of the χ^2 distribution" de Catherine M Thompson, *Biometrika*, Vol. 32 (1941), págs. 187-191, y publicada aquí con permiso del autor y editor de *Biometrika*.

Fonte: YAMANE T. Estatistica (9)

TABELA 2

Puntos críticos de distribución de Cochran
(**k** — número de grados de libertad; l — cantidad de muestras)

Nível de significación $\alpha = 0,01$

l \ K	1	2	3	4	5	6	7
2	0,9999	0,9950	0,9794	0,9586	0,9373	0,9172	0,8988
3	9933	9423	8831	8335	7933	7606	7335
4	9676	8643	7814	7212	6761	6410	6129
5	0,9279	0,7885	0,6957	0,6329	0,5875	0,5531	0,5259
6	8828	7218	6258	5635	5195	4866	4608
7	8376	6644	5685	5080	4659	4347	4105
8	0,7945	0,6152	0,5209	0,4627	0,4226	0,3932	0,3704
9	7544	5727	4810	4251	3870	3592	3378
10	7175	5358	4469	3934	3572	3308	3106
12	0,6528	0,4751	0,3919	0,3428	0,3099	0,2861	0,2680
15	5747	4069	3317	2882	2593	2386	2228
20	4799	3297	2654	2288	2048	1877	1748
	0,4247	0,2871	0,2295	0,1970	0,1759	0,1608	0,1495
30	3632	2412	1913	1635	1454	1327	1232
40	2940	1915	1508	2181	1135	1033	0957
60	0,2151	0,1371	0,1069	0,0902	0,0796	0,0722	0,0668
120	1225	0759	0585	0489	0429	0387	0357
∞	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000

Nível de significación $\alpha = 0,01$

l \ K	8	9	10	16	36	144	∞
2	0,8823	0,8674	0,8539	0,7949	0,7067	0,6062	0,5000
3	7107	6912	6743	6059	5153	4230	3333
4	5897	5702	5536	4884	4057	3251	2500
5	0,5037	0,4854	0,4697	0,4094	0,3351	0,2644	0,2000
6	4401	4229	4084	3529	2858	2229	1667
7	3911	3751	3616	3105	2494	1929	1429
8	0,3522	0,3373	0,3248	0,2779	0,2214	0,1700	0,1250
9	3207	3067	2950	2514	1992	1521	1111
10	2945	2813	2704	2297	1811	1376	1000
∞	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000

Nível de significación $\alpha = 0,01$

ι \ κ	8	9	10	16	36	144	∞
12	0,2535	0,2419	0,2320	0,1961	0,1535	0,1157	0,8333
15	2104	2002	1918	1612	1251	0934	0667
20	1646	1567	1501	1248	0960	0709	0500
24	0,1406	0,1338	0,1283	0,1060	0,0810	0,0595	0,0417
30	1157	1100	1054	0867	0658	0480	0333
40	0898	8353	0816	0668	0503	0363	0250
60	0,0625	0,0594	0,0567	0,0461	0,0344	0,0245	0,0167
120	0334	0316	0302	0242	0178	0125	0083
∞	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000

Nível de significación $\alpha = 0,05$

ι \ κ	1	2	3	4	5	6	7
2	0,9985	0,9750	0,9392	0,9057	0,8772	0,8534	0,8332
3	9669	8709	7977	7458	7071	6771	6530
4	9065	7679	6841	6287	5895	5598	5365
5	0,8412	0,6338	0,5981	0,5440	0,5063	0,4783	0,4564
6	7808	6161	5321	4803	4447	4184	3980
7	7271	5612	4800	4307	3974	3726	3535
8	0,6798	0,5157	0,4377	0,3910	0,3595	0,3362	0,3185
9	6385	4775	4027	3584	3286	3067	2901
10	6020	4450	3733	3311	3029	2823	2666
12	0,5410	0,3924	0,3624	0,2880	0,2624	0,2439	0,2299
15	4709	3346	2758	2419	2195	2034	1911
20	3894	2705	2205	1921	1735	1602	1501
24	0,3434	0,2354	0,1907	0,1656	0,1493	0,1374	0,1286
30	2929	1980	1593	1377	1237	1137	1061
40	2370	1576	1259	1082	0968	0887	0827
60	0,1737	0,1131	0,0895	0,0765	0,0682	0,0623	0,0583
120	0998	0632	0495	0419	0371	0377	0312
∞	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000

Nível de significación $\alpha = 0{,}05$

K / ν	8	9	10	16	36	144	∞
2	0,8159	0,8010	0,7880	0,7341	0,6602	0,5813	0,5000
3	6333	6167	6025	5466	4748	4031	3333
4	5175	5017	4884	4366	3720	3093	2500
5	0,4387	0,4241	0,4118	0,3645	0,3066	0,2515	0,2000
6	3817	3682	3568	3135	2612	2119	1667
7	3384	3259	3154	2756	2278	1833	1429
8	0,3043	0,2926	0,2929	0,2462	0,2022	0,1616	0,1250
9	2768	2659	2568	2226	1820	1446	1111
10	2541	2439	2353	2032	1655	1308	1000
12	0,2187	0,3098	0,2020	0,1737	0,1403	0,1100	0,0933
15	1815	1736	1671	1429	1144	0889	0667
20	1422	1357	1303	1108	0879	0675	0500
24	0,1216	0,1160	0,1113	0,0942	0,0743	0,0567	0,0417
30	1002	0958	0921	0771	0604	0457	0333
40	0780	0745	0713	0595	0462	0347	0250
60	0,0552	0,5200	0,0497	0,0411	0,0316	0,0234	0,0167
120	0292	0279	0266	0218	0165	0120	0083
∞	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000

Fonte: GMURMAN, V.E. Problemas de la Teoria de las Probabilidades y de Estatística Matemática (3).

TABELA 3

Distribuição de Kolmogorov-Smirnov

(Teste de Bondade do Ajustamento)

	NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA						NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA				
	0.80	0.90	0.95	0.98	0.99		0.80	0.90	0.95	0.98	0.99
N						N					
1	.900	.950	.975	.990	.995	51	.147	.168	.187	.209	.224
2	.684	.776	.842	.900	.929	52	.146	.166	.185	.207	.222
3	.565	.636	.708	.785	.829	53	.144	.165	.183	.205	.220
4	.493	.565	.624	.689	.734	54	.143	.163	.181	.203	.218
5	.447	.509	.563	.627	.669	55	.152	.162	.180	.201	.216
6	.410	.468	.519	.577	.617	56	.140	.160	.178	.199	.214
7	.381	.436	.483	.583	.576	57	.139	.159	.177	.198	.212
8	.158	.410	.454	.507	.542	58	.138	.158	.175	.196	.210
9	.339	.387	.430	.480	.513	59	.137	.156	.174	.194	.208
10	.323	.369	.409	.457	.490	60	.136	.155	.172	.193	.207
11	.308	.352	.391	.437	.468	61	.135	.154	.171	.191	.205
12	.296	.338	.375	.419	.449	62	.134	.153	.170	.190	.203
13	.285	.325	.361	.404	.432	63	.133	.151	.168	.188	.202
14	.275	.314	.349	.380	.418	64	.132	.150	.167	.187	.200
15	.266	.304	.338	.377	.404	65	.131	.149	.166	.185	.199
16	.258	.295	.327	.366	.392	66	.130	.148	.164	.184	.197
17	.250	.286	.318	.355	.381	67	.129	.147	.163	.183	.196
18	.244	.279	.309	.346	.371	68	.128	.146	.162	.181	.194
19	.237	.271	.301	.337	.361	69	.127	.145	.161	.180	.193
20	.232	.265	.294	.329	.352	70	.126	.144	.160	.179	.192
21	.226	.259	.287	.321	.344	71	.125	.143	.159	.177	.190
22	.221	.253	.281	.314	.337	72	.124	.142	.158	.176	.189
23	.216	.248	.275	.307	.330	73	.123	.141	.156	.175	.188
24	.212	.242	.269	.301	.323	74	.122	.140	.155	.174	.187
25	.208	.238	.264	.295	.317	75	.122	.139	.154	.173	.185
26	.204	.233	.259	.290	.311	76	.121	.138	.153	.172	.184
27	.200	.229	.254	.284	.305	77	.120	.137	.152	.170	.183
28	.197	.225	.250	.279	.300	78	.111	.136	.151	.169	.182
29	.193	.221	.146	.275	.295	79	.119	.136	.151	.168	.181
30	.190	.218	.242	.270	.290	80	.118	.135	.150	.167	.179
31	.187	.214	.238	.266	.285	81	.117	.134	.149	.166	.178
32	.184	.211	.234	.262	.281	82	.116	.133	.148	.165	.177
33	.182	.208	.131	.258	.277	83	.116	.132	.147	.164	.176
34	.119	.205	.227	.254	.273	84	.115	.131	.146	.163	.175
35	.177	.202	.224	.251	.269	85	.114	.131	.145	.162	.174
36	.174	.199	.221	.247	.265	86	.114	.130	.144	.161	.173
37	.172	.196	.218	.244	.262	87	.113	.129	.144	.161	.172
38	.170	.194	.215	.241	.258	88	.112	.129	.143	.160	.172
39	.168	.191	.213	.238	.255	89	.112	.128	.142	.159	.170
40	.165	.189	.210	.235	.252	90	.111	.127	.141	.158	.169
41	.163	.187	.208	.232	.249	91	.111	.126	.140	.157	.168
42	.162	.185	.205	.229	.246	92	.110	.126	.140	.156	.168
43	.160	.183	.203	.227	.243	93	.109	.125	.139	.155	.167
44	.158	.180	.201	.224	.241	94	.109	.124	.138	.155	.166
45	.156	.179	.198	.222	.238	95	.108	.124	.137	.154	.165
46	.155	.177	.196	.219	.235	96	.108	.123	.137	.153	.164
47	.153	.175	.194	.211	.233	97	.107	.122	.136	.152	.163
48	.151	.173	.192	.215	.231	98	.107	.122	.135	.151	.162
50	.148	.170	.188	.211	.227	100	.106	.121	.134	.150	.161

Fonte: LEAL, J. Tabelas numéricas e estatísticas (3)

TABELA 4

Puntos de significancia de 5% 1% para el coeficiente de correlación en serie

(Definición circular)

	P. negativa		P. positiva	
η	5%	1%	5%	1%
5	0,253	0.297	—0.753	—0.798
6	0.345	0.447	0.708	0.863
7	0.370	0.510	0.674	0.799
8	0.371	0.531	0.625	0.764
9	0.366	0.533	0.593	0.737
10	0.360	0.525	0.564	0.705
11	0.353	0.515	0.539	0.679
12	0.348	0.505	0.516	0.655
13	0.341	0.495	0.497	0.634
14	0.335	0.485	0.479	0.615
15	0.328	0.475	0.462	0.597
20	0.299	0.432	0.399	0.524
25	0.276	0.398	0.356	0.473
30	0.257	0.370	0.325	0.433
35	0.242	0.347	0.300	0.401
40	0.229	0.329	0.279	0.376
45	0.218	0.314	0.262	0.356
50	0.208	0.301	0.248	0.339
55	0.199	0.289	0.236	0.324
60	0.191	0.278	0.225	0.310
65	0.184	0.268	0.216	0.298
70	0.178	0.259	0.207	0.287
75	0.173	0.250	—0.199	—0.276

Para valores η superiores a 7'5, usar las siguientes fórmulas para determinar los puntos significantes:

Para el 5% nível de significancia: $$\frac{-1 \pm 1.645\sqrt{\eta - 2}}{\eta - 1}$$

Para el 1% nível de significancia: $$\frac{-1 \pm 2.326\sqrt{\eta - 2}}{\eta - 1}$$

Fuente: Reproducción con permiso de los editores de R. L. Anderson, "Distribution of the serial correlation coefficent," Annals of Mathematica Statistics, 13, N.º 1, 1942, pp. 1-13, Tabla 1.

Fonte: YAMANE, T. Estatística (1)

TABELA 5

Puntos de significancia de 5% y 1% para la razón de la diferencia sucesiva del cuadrado medio a la varianza

Valores de $\frac{\delta^2}{s^2}$ para diferentes valores de significância

	Valores de κ		Valores de κ'			Valores de κ		Valores de κ'	
η	P = .01	P = .05	P = .95	P = .99	η	P = .01	P = .05	P = .95	P = .99
4	.8341	1.0406	4.2927	4.4992	31	1.2469	1.4746	2.6587	2.8864
5	.6724	1.0255	3.9745	4.3276	32	1.2570	1.4817	2.6473	2.8720
6	.6733	1.0682	3.7318	4.1262	33	1.2667	1.4885	2.6365	2.8583
7	.7163	1.0919	3.5748	3.9504	34	1.2761	1.4951	2.6262	2.8451
8	.7575	1.1228	3.4486	3.8139	35	1.2852	1.5014	2.6163	2.8324
9	.7974	1.1524	3.3476	3.7025					
10	.8353	1.1803	3.2642	3.6091	36	1.2940	1.5075	2.6068	2.8202
					37	1.3025	1.5135	2.5977	2.8085
11	.8706	1.2062	3.1938	3.5294	38	1.3108	1.5193	2.5889	2.7973
12	.9033	1.2301	3.1335	3.4603	39	1.3188	1.5249	2.5804	2.7865
13	.9336	1.2521	3.0812	3.3996	40	1.3266	1.5304	2.5722	2.7760
14	.9618	1.2725	3.0352	3.3458					
15	.9880	1.2914	2.9943	3.2977	41	1.3342	1.5357	2.5643	2.7658
					42	1.3415	1.5408	2.5567	2.7560
16	1.0124	1.3090	2.9577	3.2543	43	1.3486	1.5458	2.5494	2.7466
17	1.0352	1.3253	2.9247	3.2148	44	1.3554	1.5506	2.5424	2.7376
18	1.0566	1.3405	2.8948	3.1787	45	1.3620	1.5552	2.5357	2.7289
19	1.0766	1.3547	2.8675	3.1456					
20	1.0954	1.3680	2.8425	3.1151	46	1.3684	1.5596	2.5293	2.7205
					47	1.3745	1.5638	2.5232	2.7125
21	1.1131	1.3805	2.8195	3.0869	48	1.3802	1.5678	1.5173	2.7049
22	1.1298	1.3923	2.7982	3.0607	49	1.3856	1.5716	2.5117	2.6977
23	1.1456	1.4035	2.7784	3.0362	50	1.3907	1.5752	2.5064	2.6908
24	1.1606	1.4141	2.7599	3.0133					
25	1.1748	1.4241	2.7426	2.9919	51	1.3957	1.5787	2.5013	2.6842
					52	1.4007	1.5822	2.4963	2.6777
26	1.1883	1.4336	2.7264	2.9718	53	1.4057	1.5856	2.4914	2.6712
27	1.2012	1.4426	2.7112	2.9528	54	1.4107	1.5890	2.4866	2.6648
28	1.2135	1.4512	2.6969	2.9348	55	1.4156	1.5923	2.4819	2.6585
29	1.2252	1.4594	2.6834	2.9177					
30	1.2363	1.4672	2.6707	2.9016	56	1.4203	1.5955	2.4773	2.6524
					57	1.4249	1.5987	2.4728	2.6465
					58	1.4294	1.6019	2.4684	2.6407
					59	1.4339	1.6051	2.4640	2.6350
					60	1.4384	1.6082	2.4596	2.6294

Fuente: Reproducido con permiso de los editores de, B. I. Hart, "Significance levels for the ratio of the mean squase successive diference to the variance," Annals of Mathematical Statistics, 13, N.º 4, 1942, pp. 445-447.

Fonte: YAMANE, T. Estatística (1)

TABELA 6

Estadístico d de Durbin-Watson

Puntos de significanciade d_L y d_U: 5%

η	k' = 1		k' = 2		k' = 3		k' = 4		k' = 5	
	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U
15	1.08	1.36	0.95	1.54	0.82	1.75	0.69	1.97	0.56	2.21
16	1.10	1.37	0.98	1.54	0.86	1.73	0.74	1.93	0.62	2.15
17	1.13	1.38	1.02	1.54	0.90	1.71	0.78	1.90	0.67	2.10
18	1.16	1.39	1.05	1.53	0.93	1.69	0.82	1.87	0.71	2.06
19	1.18	1.40	1.08	1.53	0.97	1.68	0.86	1.85	0.75	2.02
20	1.20	1.41	1.10	1.54	1.00	1.68	0.90	1.83	0.79	1.99
21	1.22	1.42	1.13	1.54	1.03	1.67	0.93	1.81	0.83	1.96
22	1.24	1.43	1.15	1.54	1.05	1.66	0.96	1.80	0.86	1.94
23	1.26	1.44	1.17	1.54	1.08	1.66	0.99	1.79	0.90	1.92
24	1.27	1.45	1.19	1.55	1.10	1.66	1.01	1.78	0.93	1.90
25	1.29	1.45	1.21	1.55	1.12	1.66	1.04	1.77	0.95	1.89
26	1.30	1.46	1.22	1.55	1.14	1.65	1.06	1.76	0.98	1.88
27	1.32	1.47	1.24	1.56	1.16	1.65	1.08	1.76	1.01	1.86
28	1.33	1.48	1.26	1.56	1.18	1.65	1.10	1.75	1.03	1.85
29	1.34	1.48	1.27	1.56	1.20	1.65	1.12	1.74	1.05	1.84
30	1.35	1.49	1.28	1.57	1.21	1.65	1.14	1.74	1.07	1.83
31	1.36	1.50	1.30	1.57	1.23	1.65	1.16	1.74	1.09	1.83
32	1.37	1.50	1.31	1.57	1.24	1.65	1.18	1.73	1.11	1.82
33	1.38	1.51	1.32	1.58	1.26	1.65	1.19	1.73	1.13	1.81
34	1.39	1.51	1.33	1.58	1.27	1.65	1.21	1.73	1.15	1.81
35	1.40	1.52	1.34	1.58	1.28	1.65	1.22	1.73	1.16	1.80
36	1.41	1.52	1.35	1.59	1.29	1.65	1.24	1.73	1.18	1.80
37	1.42	1.53	1.36	1.59	1.31	1.66	1.25	1.72	1.19	1.80
38	1.43	1.54	1.37	1.59	1.32	1.66	1.26	1.72	1.21	1.79
39	1.43	1.54	1.38	1.60	1.33	1.66	1.27	1.72	1.22	1.79
40	1.44	1.54	1.39	1.60	1.34	1.66	1.29	1.72	1.23	1.79
45	1.48	1.57	1.43	1.62	1.38	1.67	1.34	1.72	1.29	1.78
50	1.50	1.59	1.46	1.63	1.42	1.67	1.38	1.72	1.34	1.77
55	1.53	1.60	1.49	1.64	1.45	1.68	1.41	1.72	1.38	1.77
60	1.55	1.62	1.51	1.65	1.48	1.69	1.44	1.73	1.41	1.77
65	1.57	1.63	1.54	1.66	1.50	1.70	1.47	1.73	1.44	1.77
70	1.58	1.64	1.55	1.67	1.52	1.70	1.49	1.74	1.46	1.77
75	1.60	1.65	1.57	1.68	1.54	1.71	1.51	1.74	1.49	1.77
80	1.61	1.66	1.59	1.69	1.56	1.72	1.53	1.74	1.51	1.77
85	1.62	1.67	1.60	1.70	1.57	1.72	1.55	1.75	1.52	1.77
90	1.63	1.68	1.61	1.70	1.59	1.73	1.57	1.75	1.54	1.78
95	1.64	1.69	1.62	1.71	1.60	1.73	1.58	1.75	1.56	1.78
100	1.65	1.69	1.63	1.72	1.61	1.74	1.59	1.76	1.57	1.78

Fonte: YAMANE, T. Estatística (1)

TABELA 6 — (Continuação)

Puntos de significancia de d_L γ d_U: 2.5%

η	k' = 1		k' = 2		k' = 3		k' = 4		k' = 5	
	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U
15	0.95	1.23	0.83	1.40	0.71	1.61	0.59	1.84	0.48	2.09
16	0.98	1.24	0.86	1.40	0.75	1.59	0.64	1.80	0.53	2.03
17	1.01	1.25	0.90	1.40	0.79	1.58	0.68	1.77	0.57	1.98
18	1.03	1.26	0.93	1.40	0.82	1.56	0.72	1.74	0.62	1.93
19	1.06	1.28	0.96	1.41	0.86	1.55	0.76	1.72	0.66	1.90
20	1.08	1.28	0.99	1.41	0.89	1.55	0.79	1.70	0.70	1.87
21	1.10	1.30	1.01	1.41	0.92	1.54	0.83	1.69	1.73	1.84
22	1.12	1.31	1.04	1.42	0.95	1.54	0.86	1.68	0.77	1.82
23	1.14	1.32	1.06	1.42	0.97	1.54	0.89	1.67	0.80	1.80
24	1.16	1.33	1.08	1.43	1.00	1.54	0.91	1.66	0.83	1.79
25	1.18	1.34	1.10	1.43	1.02	1.54	0.94	1.65	0.86	1.77
26	1.19	1.35	1.12	1.44	1.04	1.54	0.96	1.65	0.88	1.76
27	1.21	1.36	1.13	1.44	1.06	1.54	0.99	1.64	0.91	1.75
28	1.22	1.37	1.15	1.45	1.08	1.54	1.01	1.64	0.93	1.74
29	1.24	1.38	1.17	1.45	1.10	1.54	1.03	1.63	0.96	1.73
30	1.25	1.38	1.18	1.46	1.12	1.54	1.05	1.63	0.98	1.73
31	1.26	1.39	1.20	1.47	1.13	1.55	1.07	1.63	1.00	1.72
32	1.27	1.40	1.21	1.47	1.15	1.55	1.08	1.63	1.02	1.71
33	1.28	1.41	1.22	1.48	1.16	1.55	1.10	1.63	1.04	1.71
34	1.29	1.41	1.24	1.48	1.17	1.55	1.12	1.63	1.06	1.70
35	1.30	1.42	1.25	1.48	1.19	1.55	1.13	1.63	1.07	1.70
36	1.31	1.43	1.26	1.49	1.20	1.56	1.15	1.63	1.09	1.70
37	1.32	1.43	1.27	1.49	1.21	1.56	1.16	1.62	1.10	1.70
38	1.33	1.44	1.28	1.50	1.23	1.56	1.17	1.62	1.12	1.70
39	1.34	1.44	1.29	1.50	1.24	1.56	1.19	1.63	1.13	1.69
40	1.35	1.45	1.30	1.51	1.25	1.57	1.20	1.63	1.15	1.69
45	1.39	1.48	1.34	1.53	1.30	1.58	1.25	1.63	1.21	1.69
50	1.42	1.50	1.38	1.54	1.34	1.59	1.30	1.64	1.26	1.69
55	1.45	1.52	1.41	1.56	1.37	1.60	1.33	1.64	1.30	1.69
60	1.47	1.54	1.44	1.57	1.40	1.61	1.37	1.65	1.33	1.69
65	1.49	1.55	1.46	1.59	1.43	1.62	1.40	1.66	1.36	1.69
70	1.51	1.57	1.48	1.60	1.45	1.63	1.42	1.66	1.39	1.70
75	1.53	1.58	1.50	1.61	1.47	1.64	1.45	1.67	1.42	1.70
80	1.54	1.59	1.52	1.62	1.49	1.65	1.47	1.67	1.44	1.70
85	1.56	1.60	1.53	1.63	1.51	1.65	1.49	1.68	1.46	1.71
90	1.57	1.61	1.55	1.64	1.53	1.66	1.50	1.69	1.48	1.71
95	1.58	1.62	1.56	1.65	1.54	1.67	1.52	1.69	1.50	1.71
100	1.59	1.63	1.57	1.65	1.55	1.67	1.53	1.70	1.51	1.72

Fonte: YAMANE, T. Estatística (1)

TABELA 6 — (Continuação)

Puntos de significancia de d_L y d_U: 1%

η	k' = 1		k' = 2		k' = 3		k' = 4		k' = 5	
	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U
15	0.81	1.07	0.70	1.25	0.59	1.46	0.49	1.70	0.39	1.96
16	0.84	1.09	0.74	1.25	0.63	1.44	0.53	1.66	0.44	1.90
17	0.87	1.10	0.77	1.25	0.67	1.43	0.57	1.63	0.48	1.85
18	0.90	1.12	0.80	1.26	0.71	1.42	0.61	0.60	0.52	1.80
19	0.93	1.13	0.83	1.26	0.74	1.41	0.65	1.58	0.56	1.77
20	0.95	1.15	0.86	1.27	0.77	1.41	0.68	1.57	0.60	1.74
21	0.97	1.16	0.89	1.27	0.80	1.41	0.72	1.55	0.63	1.71
22	1.00	1.17	0.91	1.28	0.83	1.40	0.75	1.54	0.66	1.69
23	1.02	1.19	0.94	1.29	0.86	1.40	0.77	1.53	0.70	1.67
24	1.04	1.20	0.96	1.30	0.88	1.41	0.80	1.53	0.72	1.66
25	1.05	1.21	0.98	1.30	0.90	1.41	0.83	1.52	0.75	1.65
26	1.07	1.22	1.00	1.31	0.93	1.41	0.85	1.52	0.78	1.64
27	1.09	1.23	1.02	1.32	0.95	1.41	0.88	1.51	0.81	1.63
28	1.10	1.24	1.04	1.32	0.97	1.41	0.90	1.51	0.83	1.62
29	1.12	1.25	1.05	1.33	0.99	1.42	0.92	1.51	0.85	1.61
30	1.13	1.26	1.07	1.34	1.01	1.42	0.94	1.51	0.88	1.61
31	1.15	1.27	1.08	1.34	1.02	1.42	0.96	1.51	0.90	1.60
32	1.16	1.28	1.10	1.35	1.04	1.43	0.98	1.51	0.92	1.60
33	1.17	1.29	1.11	1.36	1.05	1.43	1.00	1.51	0.94	1.59
34	1.18	1.30	1.13	1.36	1.07	1.43	1.01	1.51	0.95	1.59
35	1.19	1.31	1.14	1.37	1.08	1.44	1.03	1.51	0.97	1.59
36	1.21	1.32	1.15	1.38	1.10	1.44	1.04	1.51	0.99	1.59
37	1.22	1.32	1.16	1.38	1.11	1.45	1.06	1.51	1.00	1.59
38	1.23	1.33	1.18	1.39	1.12	1.54	1.07	1.52	1.02	1.58
39	1.24	1.34	1.19	1.39	1.14	1.45	1.09	1.52	1.03	1.58
40	1.25	1.34	1.20	1.40	1.15	1.46	1.10	1.52	1.05	1.58
45	1.29	1.38	1.24	1.42	1.20	1.48	1.16	1.53	1.11	1.58
50	1.32	1.40	1.28	1.45	1.24	1.49	1.20	1.54	1.16	1.59
55	1.36	1.43	1.32	1.47	1.28	1.51	1.25	1.55	1.21	1.59
60	1.38	1.45	1.35	1.48	1.32	1.52	1.28	1.56	1.25	1.60
65	1.41	1.47	1.38	1.50	1.35	1.53	1.31	1.57	1.28	1.61
70	1.43	1.49	1.40	1.52	1.37	1.55	1.34	1.58	1.31	1.61
75	1.45	1.50	1.42	1.53	1.39	1.56	1.37	1.59	1.34	1.62
80	1.47	1.52	1.44	1.54	1.42	1.57	1.39	1.60	1.36	1.62
85	1.48	1.53	1.46	1.55	1.43	1.58	1.41	1.60	1.39	1.63
90	1.50	1.54	1.47	1.56	1.45	1.59	1.43	1.61	1.41	1.64
95	1.51	1.55	1.49	1.57	1.47	1.60	1.45	1.62	1.42	1.64
100	1.52	1.56	1.50	1.58	1.48	1.60	1.46	1.63	1.44	1.65

Fonte: YAMANE, T. Estatística (1)