

Ensino & Informação

Prof. Altamir A. R. Araldi

Revista®

MODELOS PARA PREVISÃO DE SÉRIES TEMPORAIS

Pedro Alberto Morettin
Clélia Maria de Castro Toloí

VOL. I



CONTEÚDO DO VOLUME 1

PREFÁCIO.	vii
CAP.1 - PRELIMINARES.	1
1.1 - Considerações Gerais.	1
1.2 - Notação	2
1.3 - Objetivos da Análise de Séries Temporais.	4
1.4 - Estacionariedade.	6
1.5 - Modelos e Procedimentos de Previsão	8
1.6 - Transformações.	11
1.7 - Algumas Séries Temporais Reais.	12
1.8 - Objetivo e Roteiro	13
1.9 - Problemas	15
CAP.2 - MODELOS PARA SÉRIES TEMPORAIS	17
2.1 - Introdução.	17
2.2 - Processos Estocásticos.	17
2.3 - Especificação de um Processo Estocástico	20
2.4 - Processos Estacionários	23
2.5 - Tipos de Modelos.	28
2.6 - Problemas	34
PARTE 1 - MODELOS DE DECOMPOSIÇÃO: COMPONENTES NÃO OBSERVÁVEIS.	37
CAP.3 - TENDÊNCIAS.	40
3.1 - Introdução.	40
3.2 - Tendência Polinomial.	42
3.3 - Suavização.	49
3.4 - Diferenças.	54
3.5 - Testes de Tendências.	58
3.6 - Problemas	63
CAP.4 - SAZONALIDADE.	65
4.1 - Introdução.	65
4.2 - Sazonalidade Determinística - Método de Regressão	69
4.3 - Sazonalidade Estocástica - Método de Médias Móveis.	73
4.4 - Modelo com Componentes Determinísticas e Estocásticas	81
4.5 - Testes para Sazonalidade Determinística	81
4.6 - Comentários Finais.	85
4.7 - Problemas	86
PARTE 2 - MODELOS DE ALISAMENTO EXPONENCIAL	91
CAP.5 - MODELOS PARA SÉRIES LOCALMENTE CONSTANTES	93
5.1 - Médias Móveis Simples (MMS)	93
5.1.1 - Procedimento.	93

5.1.2 - Previsão.	94
5.1.3 - Determinação de r	96
5.1.4 - Vantagens e desvantagens do método.	97
5.1.5 - Exemplo	97
5.2 - Alisamento Exponencial Simples (AES).	100
5.2.1 - Procedimento.	100
5.2.2 - Previsão.	100
5.2.3 - Determinação da constante α	103
5.2.4 - Vantagens e desvantagens do AES	103
5.2.5 - Exemplo	104
5.3 - Alisamento Exponencial Adaptativo de Trigg e Leach.	105
5.3.1 - Procedimento.	105
5.3.2 - Previsão.	106
5.3.3 - Vantagens e desvantagens.	107
5.3.4 - Exemplo	107
5.3 - Problemas	110
CAP.6 - MODELOS PARA SÉRIES QUE APRESENTAM TENDÊNCIA.	113
6.1 - Alisamento Exponencial Linear de Brown (AELB)	113
6.1.1 - Procedimento.	113
6.1.2 - Previsão.	114
6.1.3 - Determinação da constante α	116
6.1.4 - Vantagens e desvantagens.	116
6.1.5 - Exemplo	116
6.2 - Alisamento Exponencial Biparamétrico de Holt.	118
6.2.1 - Procedimento.	118
6.2.2 - Previsão.	119
6.2.3 - Determinação das constantes de alisamento	120
6.2.4 - Vantagens e desvantagens.	120
6.2.5 - Exemplo	120
6.3 - Alisamento Exponencial Quadrático de Brown (AEQB)	122
6.3.1 - Procedimento.	122
6.3.2 - Previsão.	123
6.3.3 - Exemplo	123
6.4 - Problemas	126
CAP.7 - MODELOS PARA SÉRIES SAZONAIS.	129
7.1 - Alisamento Exponencial Sazonal de Holt-Winters (HW)	129
7.1.1 - Procedimento.	129
7.1.2 - Previsão.	131
7.1.3 - Vantagens e desvantagens.	133
7.1.4 - Exemplo	134
7.2 - Alisamento Exponencial Geral (Método de Brown) (AEG).	135
7.2.1 - Procedimento.	135
7.2.2 - Estimacão dos coeficientes.	136
7.2.3 - Previsão.	140
7.2.4 - Vantagens e desvantagens.	143
7.2.5 - Determinação do fator de desconto	144
7.2.6 - Exemplo	145
7.3 - Problemas	148
PARTE 3 - MODELOS DE AUTO-REGRESSÃO	151
CAP.8 - MODELOS DE REGRESSÃO.	152
8.1 - Modelo Geral.	152

8.2 - Estimacão do Modelo	154
8.3 - Testes de Hipóteses e Intervalos de Confiança . . .	155
8.4 - Previsão	157
8.5 - Erros Auto-correlacionados	159
8.6 - Teste para Correlaco Serial em Modelos Auto-regres- sivos.	163
8.7 - Regressão "Stepwise"	166
8.8 - Exemplo.	168
8.9 - Problemas.	170
CAP. 9 - FILTRAGEM ADAPTATIVA	173
9.1 - Procedimento	173
9.2 - Previsão	173
9.3 - Vantagens e Desvantagens	174
9.4 - Determinaco Inicial dos Pesos	175
9.5 - Atualizaco dos Pesos.	177
9.6 - Algumas Críticas Feitas por Diversos Autores	180
9.7 - Aplicaes do Método	182
9.8 - Exemplo.	182
9.9 - Problemas.	185
PARTE 4 - MODELOS DE BOX & JENKINS.	189
CAP.10 - MODELOS ARMA	191
10.1 - Introduco.	191
10.2 - Condies de Estacionariedade e Invertibilidade . .	195
10.3 - Modelos Auto-regressivos.	197
10.4 - Modelos de Médias Móveis.	207
10.5 - Modelos Mstos: Auto-regressivos-Médias Móveis. . .	213
10.6 - Funo de Auto-correlaco Parcial	220
10.7 - Problemas	225
CAP.11 - MODELOS ARIMA.	229
11.1 - Séries Estacionárias.	229
11.2 - Formas do Modelo ARIMA.	235
11.3 - Termo Constante no Modelo	238
11.4 - Modelos Sazonais.	240
11.5 - Problemas	245
CAP.12 - CONSTRUO DE MODELOS ARIMA.	247
12.1 - Introduco.	247
12.2 - Identificaco	251
12.3 - Estimacão	268
12.4 - Verificaco	294
12.5 - Modelos Sazonais.	302
12.6 - Formas Alternativas de Identificaco.	314
12.7 - Problemas	317
CAP.13 - PREVISÃO COM MODELOS ARIMA	323
13.1 - Introduco.	323
13.2 - Cálculo da Previsão de Erro Quadrático Médio Mínimo	324
13.3 - Formas Básicas de Previsão.	326
13.4 - Atualizaco das Previsões	329
13.5 - Intervalos de Confiança	334
13.6 - Séries Sazonais	335

13.7 - Transformações e Previsões.	336
13.8 - Exemplos de Aplicação	339
13.9 - Problemas	347
BIBLIOGRAFIA.	350

PREFÁCIO

O objetivo deste trabalho é apresentar, de modo sistemático, os procedimentos de previsão para séries temporais univariadas. Não incluímos, portanto, modelos multivariados (como modelos de funções de transferência, modelos de intervenção, modelos MARMA), que serão objeto de estudo futuro.

O nível do trabalho é introdutório, destinado a alunos de graduação de Estatística e áreas afins. Poderá, contudo, ser utilizado em outras áreas com as devidas adaptações. Embora elementar, o tratamento é rigoroso e sempre que possível a justificação formal de um procedimento é apresentada.

Tivemos a preocupação de incluir um número variado de exemplos e estes são desenvolvidos utilizando-se, na maioria das vezes, séries temporais reais. Em particular, as séries utilizadas são séries econômicas brasileiras, com todas as limitações que tais séries normalmente são colhidas.

As partes 1, 2 e 3 são dedicadas aos chamados métodos automáticos de previsão. Para alguns destes não existe um tratamento estatístico adequado mas devido ao fato de serem facilmente aplicáveis e apresentarem resultados satisfatórios em muitas situações, a sua inclusão é justificada.

As partes 4 e 5 são dedicadas a duas metodologias que têm recebido muita atenção na última década; a parte 4 apresenta os modelos de Box & Jenkins e o correspondente procedimento de previsão e a parte 5 o método Bayesiano de previsão. Estudos empíricos recentes mostram a grande vantagem do método de Box & Jenkins em relação aos demais. A aplicação do método Bayesiano é bastante recente e a não disponibilidade de programas de computador adequados tem sido um fator inibidor

de sua maior difusão. Ambos os métodos requerem do usuário um conhecimento formal mais sofisticado do que aquele necessário para a utilização dos métodos automáticos.

A parte 6 do trabalho faz uma comparação dos principais métodos de previsão, com o intuito de estabelecer qual (ou quais) deles é (são) "mais eficiente(s)" em termos de fornecer melhores previsões, segundo algum critério fixado.

Muitas pessoas contribuíram para que este trabalho fosse levado a bom termo. Queremos externar nossos agradecimentos:

- à Comissão Organizadora do 13^o Colóquio Brasileiro de Matemática, pelo convite para ministrarmos um curso baseado no conteúdo destas notas;
- a Francisco A. Pino, por nos ter oferecido as séries geradas, utilizadas na parte 4 e parte das séries do Apêndice A;
- à Marli Mikael da Costa Neves, por ter lido os originais e ter apontado erros e omissões;
- a Reinaldo C. Souza e João José Farias Neto, por nos terem fornecido o programa de computador referente ao Método Bayesiano e por toda a ajuda a nós prestada, através de cartas e conferências;
- a Basílio de Bragança Pereira, por nos ter fornecido, em diversas ocasiões, referências sobre o Método Bayesiano.
- a Celso L. Martone, por nos ter fornecido algumas das séries econômicas do Apêndice A.

Finalmente, queremos agradecer ao Sr. João Baptista Esteves de Oliveira, pelo magnífico trabalho de preparação dos originais, especialmente difíceis, dada a grande quantidade de figuras e tabelas.

São Paulo, maio de 1981

Pedro Alberto Morettin

Clélia Maria de Castro Toloi

BIBLIOGRAFIA

- AKAIKE, H. (1973), Information theory and an extension of the maximum likelihood principle, *Second International Symposium on Information Theory* (B.N. Petrov & F. Csaki, Eds.), Budapest, Akademia Kaido, pp. 267-281.
- AKAIKE, H. (1974), A new look at the statistical model identification, *IEEE Transactions on Automatic Control*, AC-19, pp. 716-723.
- AKAIKE, H. et al (1979), TIMSAC-78, *Computer Sciences Monographs*, n° 11, The Institute of Statistical Mathematics, Tokyo.
- ANDERSON, O.D. (1976), *Time series analysis and forecasting-the Box & Jenkins approach*, London & Boston, Butterworths.
- ANDERSON, T.W. (1963), Determination of the order of dependence in normally distributed time series, *Time Series Analysis*, ed. M. Rosenblatt, New York, John Wiley & Sons, Inc., pp. 425-446.
- ANDERSON, T.W. (1971), *The statistical analysis of time series*, New York, John Wiley & Sons, Inc.
- ASHLEY, R.A. & GRANGER, C.W.J. (1979), Time series analysis of residuals from the St. Louis model, *Journal of Macroeconomics*, Vol. 1, n° 4, pp. 373-394.
- BOX, G.E.P. & JENKINS, G.M. (1970), *Time series analysis, forecasting and control*, San Francisco, Holden-Day (Revised edition, 1976).
- BOX, G.E.P. & PIERCE, D.A. (1970), Distribution of residual autocorrelations in autoregressive-integrated moving average time series models, *Journal of the American Statistical Association*, 64, p. 1.509.
- BROWN, R.G. (1962), *Smoothing, forecasting and prediction of discrete time series*, Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice Hall.
- CHATFIELD, C. & NEWBOLD, P. (1974), Adaptive filtering, *Operational Research Quarterly*, 25, pp. 494-495.

- CHATFIELD, C. (1977), Some recent developments in time series analysis, *Journal of the Royal Statistical Society, A*, 140, pp. 492-510.
- CHATFIELD, C. (1978), Adaptive filtering: a critical assessment, *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 29, pp. 891-896.
- CHATFIELD, C. (1979), Inverse autocorrelations, *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, 142, Part 3, pp. 363-377.
- CHOW, W.M. (1965), Adaptive control of the exponential smoothing constant, *Journal of Industrial Engineering*, Vol. 16, pp. 314-317.
- CLEVELAND, W.P. (1972a), *Analysis and forecasting of seasonal time series*, Ph.D. dissertation, Dept. of Statistics, University of Wisconsin.
- CLEVELAND, W.P. (1972b), The inverse autocorrelations of a time series and their applications, *Technometrics*, Vol. 14, n° 2, pp. 277-298.
- CLEVELAND, W.P. & TIAO, G.C. (1976), Decomposition of seasonal time series: a model for the Census X-11 program, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 71, pp. 581-587.
- CLEVELAND, W.P. et al (1979), SABL: a resistant seasonal adjustment procedure graphical methods for interpretation and diagnosis, in *Seasonal Analysis of Economic Time Series*, ed. Arnold Zellner, Washington, D. C., U.S. Dept. of Commerce, Bureau of the Census, pp. 201-231.
- CONOVER, W.J. (1971), *Practical nonparametric statistics*, New York, John Wiley & Sons, Inc.
- DAGUM, E.B. (1975), Seasonal factor forecasts from ARIMA models, paper presented at the 40th session of the International Statistical Institute, Warsaw, Poland.
- DRAPER, N.R. & SMITH, H. (1966), *Applied regression analysis*, New York, John Wiley & Sons, Inc.
- DURBIN, J. (1959), Estimation of parameters in time series regression models, *Journal of the Royal Statistical Society, B*, 22, pp. 139-153.
- DURBIN, J. (1962), Trend elimination by moving-average and variate-difference filters, *Bulletin of the International Statistical Institute*, Vol. 139, pp. 130-141.
- DURBIN, J. (1970), Testing for serial correlation in least square regres-

- sion when some of the regressors are lagged dependent variables, *Econometrica*, 30, pp. 410-421.
- DURBIN, J. & MURPHY, J. J. (1975), Seasonal adjustment based on a mixed additive-multiplicative model, *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, Vol. 138, pp. 385-410.
- ECONOMETRIC SOFTWARE PACKAGE (1974), Washington, D.C., Synergy Inc., University of Chicago Version.
- EKERN, S. (1976), Forecasting with adaptive filtering, *Operational Research Quarterly*, 27, pp. 705-715.
- FARIAS NETO, J. J. (1980), Manual de utilização do modelo Bayesiano de crescimento linear de estados múltiplos para previsão de séries temporais. Grupo de Sistemas, LOS, PUC, Rio de Janeiro, junho.
- FISHER, R. A. & YATES, F. (1964), *Statistical tables for biological, agricultural and medical research*, New York, Hafner Publishing Co. (6th edition).
- GAIT, N. (1975), *Ajustamento sazonal de séries temporais*, dissertação de mestrado, Instituto de Matemática e Estatística da USP.
- GOLDER, E. R. & SETTLE, J. G. (1976), On adaptive filtering, *Operational Research Quarterly*, 27, pp. 857-868.
- GRANGER, C. W. J. & NEWBOLD, J. P. (1976), Forecasting transformed series, *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, Vol. 38, pp. 189-203.
- GRANGER, C. W. J. & NEWBOLD, J. P. (1977), *Forecasting economic time series*, New York, Academic Press.
- GRAY, H. L., KELLEY, G. D. & McINTIRE, D. D. (1978), A new approach to ARMA modeling, *Communications in Statistics*, Vol. 87, nº 1, pp. 1-78.
- HARRISON, P. J. (1965), Short-term sales forecasting, *Applied Statistics*, 14, pp. 102-139.
- HIBBS, D. (1974), Problems of statistical estimation and causal inference in dynamic time series models, Herbert Costner (ed.) *Sociological Methodology*, San Francisco, Jossey-Bass, pp. 252-308.
- JENKINS, G. M. & WATTS, D. G. (1968), *Spectral analysis and its applications*, San Francisco, Holden-Day.

- JENKINS, G.M. (1979), *Practical experiences with modelling and forecasting time series*, Jersey, Channel Islands, GJP Publications.
- JOHNSTON, J. (1972), *Econometric methods*, 2^a ed., New York, McGraw-Hill.
- JORGENSEN, D.W. (1964), Minimum variance, linear, unbiased seasonal adjustment of economic time series, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 59, pp. 681-687.
- KENDALL, M.G. (1973), *Time series*, London, Griffin.
- KOOPMANS, L.H. (1974), *The spectral analysis of time series*, New York, Academic Press.
- MALINVAUD, E. (1966), *Statistical methods of econometrics*, Amsterdam, North Holland Publ. Co.
- MANN, H.B. & WALD, A. (1943), On the statistical treatment of linear stochastic difference equation, *Econometrica*, 11, pp. 173-220.
- MAKRIDAKIS, S. & WHEELWRIGHT, S.C. (1977), Adaptive filtering: an integrated autoregressive moving average filter for time series forecasting, *Operational Research Quarterly*, 28, pp. 425-437.
- MAKRIDAKIS, S. & HIBON, M. (1979), Accuracy of forecasting: an empirical investigation, *The Journal of the Royal Statistical Society, Series A, (General)*, Vol. 142, Part 2, pp. 97-145.
- MARQUARDT, D.W. (1963), An algorithm for least-squares estimation of non-linear parameters, *Journal Soc. Ind. Appl. Math.*, 11, p.431.
- McCLAVE, T.J. (1978), Estimating the order of autoregressive models: the max χ^2 method, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 73, pp. 122-128.
- McLEOD, A.I. et al. (1977), Advances in Box-Jenkins modelling, 2, Applications, *Water Resources Research*, Vol. 13, pp. 577-586.
- MEEKER, W.Q. (1977), *T-SERIES—A user-oriented computer program for identifying, fitting and forecasting ARIMA time series models*, Ames, Iowa, Statistical Laboratory, Iowa State University.
- MENTZ, R.P. et al (1980), Exploratory fitting of autoregressive and moving average models to well-behaved time series data, *Relatório Técnico do Departamento de Estatística do IME-USP*, RT-MAE-8001.

- MESQUITA, A.R. & MORETTIN, P.A. (1979), Análise de séries temporais oceano-gráficas com pequeno número de observações. *Atas do 39 Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística*, São Paulo, IME-USP, pp. 165-173.
- MONTGOMERY, D.C. & JOHNSON, L.A. (1976), *Forecasting and time series analysis*, New York, McGraw-Hill.
- MONTGOMERY, D.C. & CONTRERAS, L.E. (1977), A note on forecasting with adaptive filtering, *Operational Research Quarterly*, 28, pp. 87-91.
- MORETTIN, P.A. (1979), *Análise harmônica de processos estocásticos*, Rio de Janeiro, IMPA-CNPq.
- MORRY, M. (1975), A test to determine whether the seasonality is additively or multiplicatively related to the trend-cycle component, *Time Series and Seasonal Adjustment Staff Research Papers*, Statistics Canada.
- NELSON, C.R. (1973), *Applied time series analysis for managerial forecasting*, San Francisco, Holden-Day.
- NELSON, H.L. (1976), *The use of Box-Cox transformations in economic time series analysis: an empirical study*: Doctoral Dissertation, Univ. of California, San Diego.
- NERLOVE, M. (1964), Spectral Analysis of seasonal adjustment procedures, *Econometrica*, Vol. 32, pp. 241-286.
- NERLOVE, M., GREYER, D.M. & CARVALHO, J.L. (1979), *Analysis of economic time series: A synthesis*, New York, Academic Press.
- OSTROM Jr., C.W. (1978), *Time series analysis: regression techniques*, Sage Publications, Beverly Hills, London.
- OZAKI, T. (1977), On the order determination of ARIMA models, *Journal of the Royal Statistical Society*, Series C, Vol. 26, pp. 290-301.
- PACK, D.J. (1977), *A computer program for the analysis of time series models using the Box-Jenkins philosophy*, Columbus, Ohio, The Ohio State University, College of Administrative Sciences, Data Center.
- PARZEN, E. (1976), Multiple time series: determining the order of approximating autoregressive schemes, *Multivariate Analysis IV*, ed. P. Krishnaiah, New York, Academic Press.
- PARZEN, E. (1978), *Time series modeling, spectral analysis and forecasting*,

- in *Reports on Directions in Time Series*, eds. D.R.Brillinger and G.C. Tiao, Institute of Mathematical Statistics, pp. 80-111.
- PAYNE,D.J. (1973), *The determination of regression relationship using stepwise regression techniques*, Ph.D. Thesis, Dept. of Mathematics, Univ. of Nottingham.
- PIERCE,D.A. (1978), Some recent developments in seasonal adjustment, in *Reports on Directions in Time Series*, eds. D.R.Brillinger and G.C.Tiao, Institute of Mathematical Statistics, pp. 123-146.
- PIERCE,D.A. (1979), Seasonal adjustment when both deterministic and stochastic seasonality are present, in *Seasonal Analysis of Economic Time Series*, ed. Arnold Zellner, Washington,D.C., U.S. Dep. of Commerce, Bureau of the Census, pp. 242-269.
- PIERCE,D.A. (1980), A survey of recent developments in seasonal adjustment, *The American Statistician*, Vol. 34, n° 3, pp. 125-134.
- PLOSSER,C.I. (1979), Short-term forecasting and seasonal adjustment, *Journal of the American Statistical Association*, Vol.74,n°365,pp. 15-24.
- PRIESTLEY,M.B. (1979), Discussion of the paper by Professor Makridakis and Dr. Hibon, *The Journal of the Royal Statistical Society*, Series A (General), Vol. 142, Part 2, pp. 127-128.
- QUENOUILLE,M.H. (1949), Approximate tests of correlation in time series, *Journal of the Royal Statistical Society*, Series B, 11, pp. 68-84.
- REID,D.J. (1969), *A comparative study of time series prediction techniques on economics data*, Ph.D.Thesis, Dept. of Mathematics, Univ. of Nottingham.
- SHISKIN,J.; YOUNG,A.H. & MUSGRAVE,J.C. (1967), The X-11 variant of the Census Method-II seasonal adjustment program, *Technical Paper*, n° 15, U.S. Bureau of the Census.
- SILVA,F.A. (1975), *Sistema de projeção de vendas a curto prazo*, Dissertação de Mestrado, Departamento de Métodos Quantitativos e Informática, Escola de Administração de Empresas de São Paulo, F.G.Vargas.
- STEPHENSON,J.A. & FARR,H.T. (1972), Seasonal adjustment of economic data by application of the general linear statistical model, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 67, pp. 37-45.

- TONG, H. (1977), Some comments on the Canadian lynx data, *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, 140, pp. 432-436.
- TRIGG, D.W. & LEACH, A.G. (1967), Exponential smoothing with an adaptive response rate, *Operational Research Quarterly*, Vol. 18, n° 1, pp. 53-59.
- WHEELWRIGHT, S.C. & MAKRIDAKIS, S. (1973a), Forecasting with adaptive filtering, *Revue Française d'Automatique et de Recherche Operationelle*, 1, pp. 31-52.
- WHEELWRIGHT, S.C. & MAKRIDAKIS, S. (1973b), An examination of the use of adaptive filtering in forecasting, *Operational Research Quarterly*, 24, n° 1, pp. 55-64.
- WHEELWRIGHT, S.C. & MAKRIDAKIS, S. (1973c), *Forecasting methods for management*, New York, John Wiley & Sons.
- WHEELWRIGHT, S.C. & MAKRIDAKIS, S. (1978), *Forecasting methods and applications*, New York, John Wiley & Sons.
- WHITTLE, P. (1963), *Prediction and regulation by linear least squares methods*, London, English Universities Press.
- WIDROW, B. (1966), Adaptive filters I: fundamentals, *Technical Report* n° 6764-6, Stanford University, California.
- WINTERS, P.R. (1960), Forecasting sales by exponentially weighted moving average, *Management Science*, 6, pp. 324-342.
- WOODWARD, W.A. & GRAY, H.L. (1978), New ARMA models for Wolfer's sunspot data, *Communications in Statistics*, Vol. B7, n° 1, pp. 97-115.
- ZELLNER, A. (1979), *Seasonal Analysis of Economic Time Series*, Washington, D.C., U.S. Dept. of Commerce, Bureau of the Census.