

  **UNIVERSIDADE DO ALGARVE**
Centro Internacional de Investigação em Turismo

Projecto IMPACTUR

Lisboa, 17 de Março de 2005

 **PORTUGAL**
Universidade do Algarve - Centro Internacional de Investigação em Turismo - Escola Superior de Gestão, Hotelaria e Turismo - Campus da Penha - 8000-117 FARO - cdesght@ualg.pt

IMPACTUR – Equipa de Investigação

EQUIPA DO PROJECTO

	Coordenador do Projecto Prof. Doutor Fernando Perna	
Grupos de investigação	Análise estatística do turismo Dra. Maria João Custódio Dr. Ricardo Baptista	Acumula com coordenação dos grupos
	Tecnologia e Sistemas de Informação Eng. Célia Ramos Eng. Pedro Laginha	Dr. Américo Caetano
	Modelização da Previsão Dr. Pedro Gouveia	Prof. Doutor Paulo Rodrigues
		Consultor de grupo

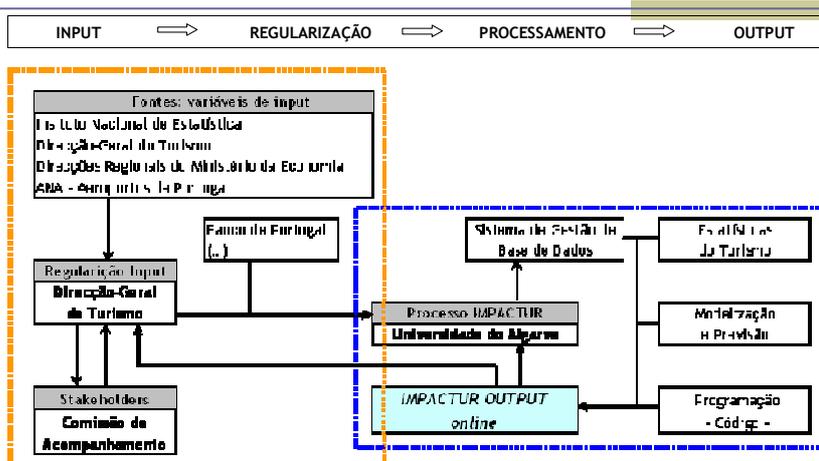
Universidade do Algarve - Centro Internacional de Investigação em Turismo - Escola Superior de Gestão, Hotelaria e Turismo - Campus da Penha - 8000-117 FARO - cdesght@ualg.pt

IMPACTUR – Indicadores de Monitorização e Previsão da Actividade Turística

- Conjunto de indicadores e índices flexíveis e ajustáveis, fruto de tratamento de informação disponível com vista a monitorização da actividade turística;
- Espírito de parceria, com tratamento de *inputs* primários e respectiva análise;
- Abertura ao exterior *online* e regionalizada por NUT II, focado na regularidade da informação em relatórios mensais, trimestrais e anuais (consolidação da informação);
- Aposta no conhecimento científico sobre o sector e no recurso às novas tecnologias de informação e gestão como suporte aos processos de planeamento e decisão.

Universidade do Algarve - Centro Internacional de Investigação em Turismo - Escola Superior de Gestão, Hotelaria e Turismo - Campus da Penha - 8000-117 FARO - cdesght@ualg.pt

IMPACTUR – Fluxo de Informação



Universidade do Algarve - Centro Internacional de Investigação em Turismo - Escola Superior de Gestão, Hotelaria e Turismo - Campus da Penha - 8000-117 FARO - cdesght@ualg.pt

IMPACTUR – Alguns Dados

- 35 variáveis a nível em cada NUT II mais desagregação/ventilação;
 - Considerando 7 NUT II e Portugal ao longo de 12 meses de cada ano...
- ↓
- *Input* de aproximadamente 68.500 registos/ano, cerca de 274.000 no conjunto (incompleto) de 4 anos;
 - O sistema de Gestão de Base de Dados para armazenamento e disponibilização para cálculo obrigou à construção de 60 tabelas, 202 consultas, 221 formulários, 109 macros;
 - Todo o processo de cálculo para visualização *online* dos relatórios resulta, até ao momento em mais de 7.000 linhas de código;

Universidade do Algarve - Centro Internacional de Investigação em Turismo - Escola Superior de Gestão, Hotelaria e Turismo - Campus da Penha - 8000-117 FARO - cdesght@ualg.pt

IMPACTUR

<http://www.esght.ualg.pt/impactur>

Universidade do Algarve - Centro Internacional de Investigação em Turismo - Escola Superior de Gestão, Hotelaria e Turismo - Campus da Penha - 8000-117 FARO - cdesght@ualg.pt

Metodologia de Suporte à Previsão

- A interdependência entre variáveis torna a utilização de modelos univariados (dominante ao nível da modelação e previsão em séries temporais) por vezes redutora. Uma forma de contornar este problema consiste em explorar as relações de complementaridade existentes entre diferentes modelos e assim obter uma melhor aproximação ao processo gerador de dados.
- Desde o estudo de Bates e Granger (1969), têm sido desenvolvidas diversas metodologias de combinação de previsões.
- De um modo geral, tem sido possível encontrar evidência de que as previsões obtidas, mesmo com base em metodologias simples de combinação de previsões, apresentam vantagens em relação às geradas por modelos isolados (vide, *inter alia*, Granger and Newbold (1977), and Granger and Ramanathan (1984), Diebold and Lopez (1996), e Stock e Watson, 1999, 2003).
- A Metodologia de suporte à componente previsão do Impactur tem essencialmente por base os desenvolvimentos de Stock e Watson (1999,2003) e Rodrigues e Gouveia (2004b).

Universidade do Algarve - Centro Internacional de Investigação em Turismo - Escola Superior de Gestão, Hotelaria e Turismo - Campus da Penha - 8000-117 FARO - cdesght@ualg.pt

Modelos Individuais

- Modelo ARMA (p,q) [Autorregressivo de Médias Móveis]- vide. *inter alia*, Hamilton(1994)

$$y_t = \mu + \sum_{j=1}^p \alpha_j y_{t-j} + \sum_{k=1}^q \alpha_k \varepsilon_{t-k} + \varepsilon_t$$

- Modelo AR (p) [Autorregressivo]

$$y_t = \mu + \sum_{j=1}^p \alpha_j y_{t-j} + \varepsilon_t$$

- Modelos ARMA (p,q) e AR (p) Sazonais

$$y_t = \mu + \sum_{i=1}^S \lambda_i D_{i,t} + \sum_{j=1}^p \alpha_j y_{t-j} + \sum_{k=1}^q \alpha_k \varepsilon_{t-k} + \varepsilon_t$$

$$y_t = \mu + \sum_{i=1}^S \lambda_i D_{i,t} + \sum_{j=1}^p \alpha_j y_{t-j} + \varepsilon_t$$

Modelos Individuais

- **Modelos Periódicos Autorregressivos** (vide, *inter alia*, Franses, 1996, Ghyses e Osborn, 2001 e Rodrigues e Gouveia, 2004a)

$$\Delta_k y_t = \sum_{j=1}^{12} (u_j + \beta_j t) D_{jt} + \sum_{j=1}^{12} \sum_{i=1}^{p_j} \alpha_{ij} D_{jt} \Delta_k y_{t-i} + \varepsilon_t,$$

- **Modelos Threshold Autoregressive (TAR) [Autorregressivos de Limiar]-** vide, *inter alia*, Hansen (1997)

$$\Delta_k y_t = \begin{cases} \sum_{j=1}^s \alpha_{1j} D_{jt} + \sum_{j=1}^s \lambda_{1j} D_{jt} t + \phi_1 \Delta_k y_{t-1} + e_{1t} & \text{if } q_{t-d} \leq \gamma \\ \sum_{j=1}^s \alpha_{2j} D_{jt} + \sum_{j=1}^s \lambda_{2j} D_{jt} t + \phi_2 \Delta_k y_{t-1} + e_{2t} & \text{if } q_{t-d} > \gamma \end{cases}$$

Universidade do Algarve - Centro Internacional de Investigação em Turismo - Escola Superior de Gestão, Hotelaria e Turismo - Campus da Penha - 8000-117 FARO - cdesght@ualg.pt

Modelos Individuais

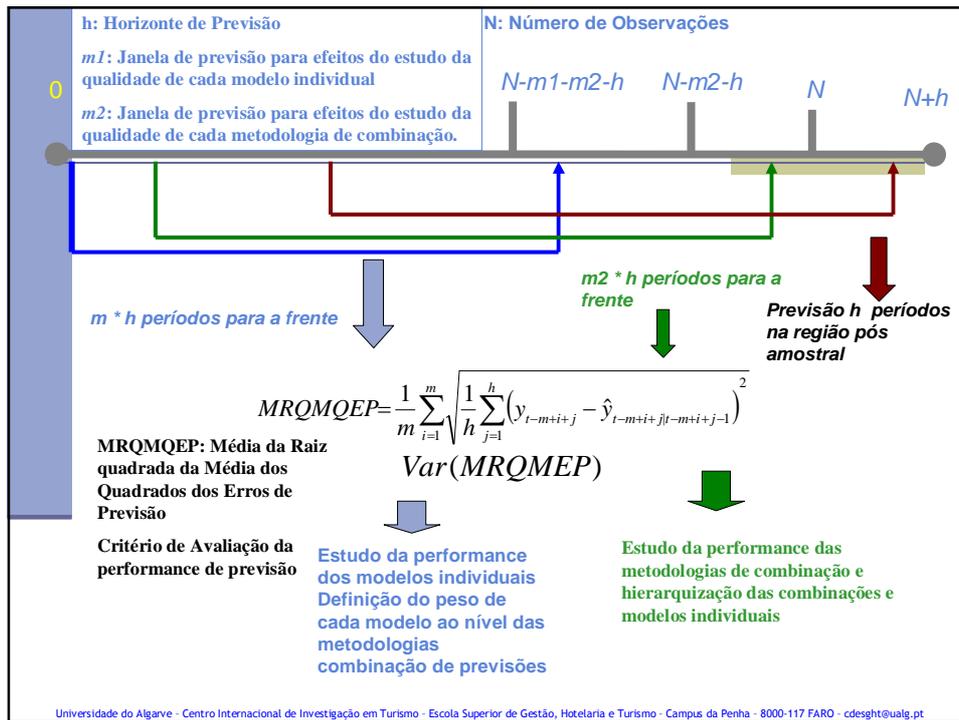
- **Modelo Autorregressivo de desfaseamento Distribuido(ADL)** [vide, *inter alia*, Hamilton,1994]

$$y_t = \sum_j (\mu_j D_j + \lambda D_j) + \sum_{i=1}^p \alpha_i y_{t-i} + \sum_{k=1}^q \alpha_k x_{t-k} + \varepsilon_t$$

- Cada um dos modelos pode ser aplicado para as séries em níveis ou para as séries diferenciadas em função dos resultados de uma análise prévia das propriedades das séries (nomeadamente da não estacionaridade)

Seleção da ordem da parte autorregressiva.

- A qualidade das metodologias de combinação depende da boa performance dos modelos individuais. Neste sentido a seleção da ordem das componente autorregressivas mostra-se essencial para a observância do princípio da parcimónia.
- Neste estudo é seguida a metodologia proposta em Rodrigues e Gouveia (2004a), onde, a partir de uma ordem máxima da parte autorregressiva suficientemente elevada (e.g. p = 24) são eliminadas, sucessivamente, as variáveis menos significativas, procurando garantir em todas as fases a ausência de autocorrelação.



Metodologias de Combinação de Previsões

- Peso de Cada modelo inversamente dependente da performance de previsão em termos históricos (dada por MRQM_{QEP}) [vide, *inter alia*, Stock e Watson, 2003].
- Peso de Cada modelo inversamente dependente do erro de previsão em termos históricos, com distinção entre os modelos com melhor performance no curto prazo (até h/2) e no longo prazo (entre h/2 e h).[vide Rodrigues e Gouveia, 2004].
- Modelo de regressão onde os regressores são constituídos pelas previsões dos modelos com melhor performance em termos de previsão ao longo da janela de previsão (de m1 observações
- Média e Mediana dos modelos individuais.

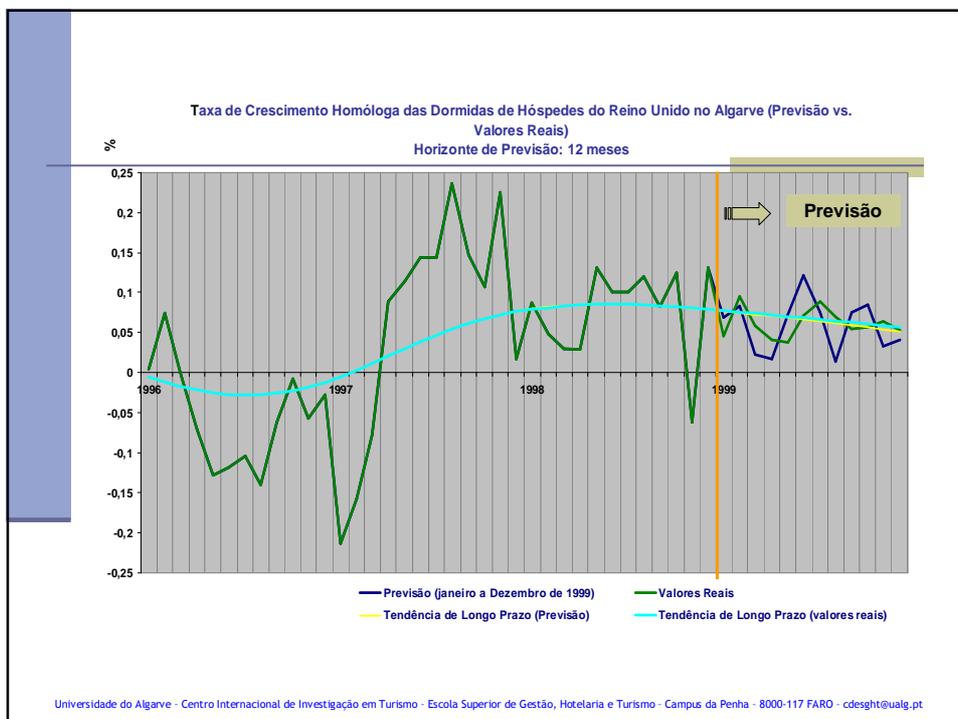
Metodologias de Combinação de previsões		
Code	Expressão	parameters
C1	$w_{i,h,j} = (1/RMSPE_{i,h,j})^{\lambda} / \sum_{j=1}^k (1/RMSPE_{i,h,j})^{\lambda}$	$\lambda = 0$
C2	$w_{i,h,j} = (1/RMSPE_{i,h,j})^{\lambda} / \sum_{j=1}^k (1/RMSPE_{i,h,j})^{\lambda}$	$\lambda = 1$
C3	$w_{i,h,j} = (1/RMSPE_{i,h,j})^{\lambda} / \sum_{j=1}^k (1/RMSPE_{i,h,j})^{\lambda}$	$\lambda = 1.25$
C4	$w_{i,h,j} = (1/RMSPE_{i,h,j})^{\lambda} / \sum_{j=1}^k (1/RMSPE_{i,h,j})^{\lambda}$	$\lambda = 1.5$
C5	$w_{i,h,j} = (1/RMSPE_{i,h,j})^{\lambda} / \sum_{j=1}^k (1/RMSPE_{i,h,j})^{\lambda}$	$\lambda = 2$
C6	$w_{i,h,j} = \begin{cases} (1/MAPEperc_pp1,h,2,j)^{\lambda} / \sum_{j=1}^k (1/MAPEperc_{j,h,2,j}) & \text{if } j \leq \frac{h}{2} \\ (1/MAPEperc_pp1,h,j)^{\lambda} / \sum_{j=1}^k (1/MAPEperc_{j,h,j}) & \text{if } j > \frac{h}{2} \end{cases}$	
C7	mean of best 5 models (RMSPE criteria)	
C8	mean of best 10 models (RMSPE criteria)	
C9	mean of best 15 models (RMSPE criteria)	
C10	median of best 5 models (RMSPE criteria)	
C11	median of best 10 models (RMSPE criteria)	
C12	median of best 15 models (RMSPE criteria)	
C13	median of best 20 models (RMSPE criteria)	
C14	$w_{i,t} = m_{i,t}^{-1} / \sum_{j=1}^k m_{j,t}^{-1}, m_{i,t} = \sum_{j=1}^k \delta^{k-j} (y_{i+h,t} - \hat{y}_{i+h,t})^2$	$\delta = 1$
C15	$w_{i,t} = m_{i,t}^{-1} / \sum_{j=1}^k m_{j,t}^{-1}, m_{i,t} = \sum_{j=1}^k \delta^{k-j} (y_{i+h,t} - \hat{y}_{i+h,t})^2$	$\delta = 0.95$
C16	$w_{i,t} = m_{i,t}^{-1} / \sum_{j=1}^k m_{j,t}^{-1}, m_{i,t} = \sum_{j=1}^k \delta^{k-j} (y_{i+h,t} - \hat{y}_{i+h,t})^2$	$\delta = 0.9$
C17	$y_{i+h,t} = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j \hat{y}_{i+h,t}^j + \sum_{i=1}^p \beta_i V_{i+h-t} + \varepsilon_{i+h,t}$	

Exemplo de Aplicação

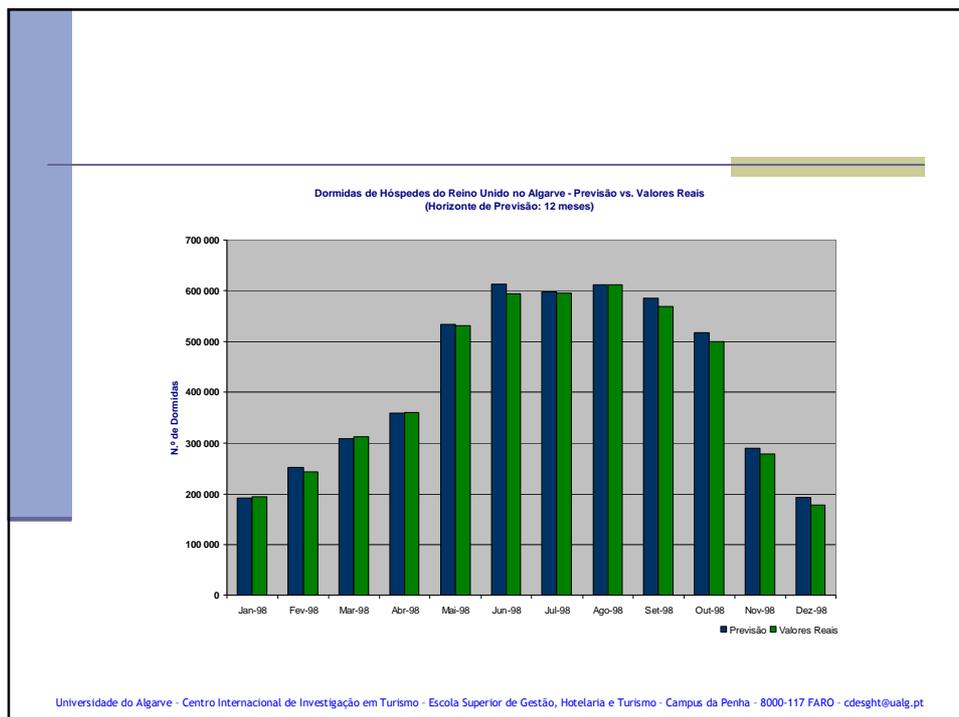
- Para efeitos de exemplificação é considerada uma série temporal relativa às dormidas de hóspedes do Reino Unido no Algarve entre 1980 e 1998 com um horizonte de previsão ($h=12$) até Dezembro de 1999.
- A aplicação das metodologias descritas permitiu concluir que a melhor performance em termos de previsão é obtida para uma combinação baseada numa regressão dos valores reais da janela de previsão de $m1$ observações contra as previsões dos 5 melhores modelos individuais.
- A performance desta metodologia de previsão, entre 1996 e 1998 (janela de previsão de $m2$ observações), é cerca de 30% melhor do que o modelo individual.

Ranking	M/C	MSPE	M/C	MAPE	M/C	MAPEperc	M/C	Var(MSPE)	M/C	Var(MAPE)	M/C	Var(MAPEperc)
1	C16	8486.1	C16	5598.0	C16	0.017	C16	2642.061	C16	1617.273	C16	0.007
2	M2	11101.3	M2	8626.1	M2	0.025	M6	2914.298	M6	2202.615	M6	0.012
3	C10	11532.2	M1	9831.4	C10	0.029	M7	4329.010	M7	4231.461	M8	0.014
4	M1	11799.8	C10	9853.1	M1	0.029	C1	5147.356	M18	4776.823	M7	0.015
5	C17	12022.4	C17	10422.0	C7	0.032	M18	5156.080	C1	4805.908	M19	0.017
6	C5	12130.8	C7	10635.0	C17	0.033	M19	5308.312	M19	4968.799	M5	0.017
7	C7	12176.8	C5	10640.0	C5	0.034	M8	5876.519	M10	5046.705	M2	0.018
8	C13	12571.5	C13	11027.7	M3	0.034	M10	5954.878	M8	5263.026	C12	0.018
9	C14	12705.4	C14	11095.1	C13	0.035	C9	5984.435	C9	5516.118	C9	0.019
10	C4	12735.0	C15	11097.7	C14	0.035	C6	6057.300	C6	5522.568	M16	0.019
11	C15	12773.5	C4	11117.4	C15	0.035	C12	6472.874	C12	5781.173	C1	0.019
12	C11	13064.2	C6	11137.0	C4	0.035	M16	6484.928	C8	5824.327	C17	0.019
13	C6	13115.7	C11	11185.2	C6	0.035	C2	6501.925	C2	5855.733	C15	0.019
14	C3	13147.0	M3	11381.9	C11	0.036	C8	6544.227	C17	5891.699	C6	0.019
15	C12	13350.6	C3	11446.3	C3	0.036	C17	6668.339	C15	5961.640	M18	0.019
16	M3	13569.5	C12	11527.5	C12	0.037	C15	6717.433	M2	5975.693	C11	0.019
17	C2	13631.0	C2	11827.8	M19	0.037	C3	6800.772	C3	6087.178	C2	0.019
18	M19	14189.4	M19	12115.3	C2	0.038	C11	6898.748	C11	6123.188	C14	0.020
19	C8	14191.9	C8	12206.1	C8	0.039	C4	7064.928	C14	6271.766	C3	0.020
20	C9	14827.9	C9	12714.2	C9	0.040	M15	7065.279	C4	6277.315	C8	0.020
21	M14	15148.1	C1	13708.0	M15	0.041	C14	7083.929	C13	6543.876	C4	0.020
22	M15	15165.8	M18	14312.2	M14	0.043	C13	7399.333	C5	6556.645	C5	0.020
23	C1	16035.7	M15	14398.3	C1	0.043	C5	7471.675	M16	6597.742	M15	0.020
24	M16	16087.0	M14	14612.1	M16	0.043	M5	7551.644	M1	6710.019	C13	0.020
25	M18	16801.8	M16	14903.0	M18	0.045	M2	7618.953	M5	6844.012	M1	0.020
26	M4	19382.0	M17	17640.5	M17	0.049	M4	7973.388	M15	7021.981	C7	0.021
27	M17	19980.7	M4	17719.2	M8	0.049	M1	8032.964	C10	7151.558	M4	0.021
28	M6	22241.6	M8	18535.9	M4	0.050	M17	8218.739	C7	7212.901	C10	0.021
29	M8	23237.2	M6	18893.1	M6	0.054	C7	8302.364	M4	7349.400	M17	0.025
30	M5	23352.6	M5	21137.9	M5	0.055	C10	8346.613	M17	8424.847	M3	0.026
31	M7	28809.0	M7	23740.2	M7	0.076	M11	9480.773	M3	8781.116	M10	0.028
32	M10	32388.7	M10	26383.7	M9	0.076	M14	9763.895	M11	9225.797	M14	0.028
33	M11	34720.4	M11	29353.8	M10	0.078	M3	10069.164	M14	9683.752	M11	0.033
34	M9	36903.7	M9	29981.0	M11	0.087	M12	10369.108	M12	10575.912	M12	0.037
35	M12	37255.7	M12	31959.8	M12	0.094	M9	17588.794	M9	13496.408	M9	0.045
36	M13	63807.7	M13	55327.2	M13	0.175	M13	21342.262	M13	18877.542	M13	0.080

Universidade do Algarve - Centro Internacional de Investigação em Turismo - Escola Superior de Gestão, Hotelaria e Turismo - Campus da Penha - 8000-117 FARO - cdesght@ualg.pt



Universidade do Algarve - Centro Internacional de Investigação em Turismo - Escola Superior de Gestão, Hotelaria e Turismo - Campus da Penha - 8000-117 FARO - cdesght@ualg.pt



Referências

- Bates, J.M. e Granger, C.W.J. (1969), The Combination of Forecasts, *Operations Research Quarterly* 20, 451-468.
- Diebold, F.X. e Lopez, J.ª, Forecasting Evaluation and Combination. In Handbook of Statistics, Maddala, G. S., Rao, C.R. (eds.) Rao; North-Holland: Amesterdam.
- Ghysels, E. e D.R. Osborn (2001), *The Econometric Analysis of Seasonal Time Series*, Cambridge University Press.
- Granger, C.W.J. e P. Newbold (1977), *Forecasting Economic Time Series*. New York: Academic Press.
- Granger, C.W.J. e R. Ramathan (1984), Improved Methods of Combining Forecasting, *Journal of Forecasting*, 3: 197-204.
- Hamilton, J. D. (1994), *Time Series Analysis*, Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Hansen, B.E. (1997), Inference in TAR Models, *Studies in Non-linear Dynamics and Econometrics*, 2, 1-14.
- Rodrigues, P.M.M. e P.M.D.C. Gouveia (2004a), An Application of PAR Models for Tourism Forecasting, *Tourism Economics*, pp. 281-303.
- Rodrigues, P.M.M. e P.M.D.C. Gouveia (2004b), Combinação de Previsões com Modelos Autoregressivos Lineares e Não Lineares – Aplicações ao Turismo, Estudos I, Faculdade de Economia, Universidade do Algarve.
- Stock, J.H. e M.W. Watson (1999), A Comparison of Linear and Nonlinear Univariate Models for Forecasting Macroeconomic Time Series, Ch. 1 in R. Engle and H. White (eds.), *Cointegration, Causality and Forecasting: A Festschrift for Clive W.J. Granger*. Oxford: Oxford University Press, 1-44.
- Stock, J.H. e M.W. Watson (2003), *Combination Forecasts of Output Growth in Seven-Country Data Set*, working paper.