

6 Referências Bibliográficas

Abdo, J. M. M., **Resolução Nº 31**, Agência Nacional De Energia Elétrica. Publicado no D.O. de 25.01.2002, Seção 1, p. 259, v. 139, n. 18.

Abelém, A. J. G. **Redes Neurais Artificiais na Previsão de Séries Temporais** Dissertação de Mestrado PUC-Rio, 1994.

Associação Brasileira da Infra-Estrutura e Indústrias de Base (Abdib). **CNPE Nº 005**: Relatório da resolução do Conselho Nacional de Política Energética, São Paulo, 2003a.

Associação Brasileira da Infra-Estrutura e Indústrias de Base. **Infra 2020 GTDC** 3º Fórum Brasileiro de Energia Elétrica - Infra GTDC 2003b.

Barreto, G. A.; Araújo, A. F. R. **Uma Rede Neural Auto-Organizável para Processamento de Seqüências Temporais: Um Estudo de Caso em Robótica**. Anais do XIII Congresso Brasileiro de Automática, 2000.

Bolfarine, H., Sandoval, M. C., **Introdução à Inferência Estatística** Coleção Matemática Aplicada - Sociedade Brasileira de Matemática, 2001.

Box, G. E. P., Jenkins, G. M. e Reinsel, G. C. **Time Series Analysis, Forecasting and Control**, third edn, Prentice Hall, San Francisco, 1994.

Bou Issa, F. C.C. **Combinação de Métodos Univariados na previsão mensal da carga própria das concessionárias de energia elétrica**. Dissertação de Mestrado, PUC-Rio, 1996.

Cardoso, F. H. **Medida Provisória No 2.148-1**, De 22 de Maio De 2001.

CEPEL, **Relatório do Projeto PREVCAR II**: Sistema de Previsão Mensal de Carga Elétrica para o Horizonte de 12 meses, 2000

Cromwell, J. B., Labys, W. C., Terraza, M. **Univariate Tests for Time Series Models**. Sage University paper series on Quantitative Applications in Social Sciences, 1994

Esteves, G. R. T. **Modelos de Previsão de Carga de Curto Prazo**. Dissertação de Mestrado. PUC-Rio, Abril de 2003.

Federação Nacional dos Urbanitários, **Relatório da Comissão de Análise do Sistema Hidrotérmico de Energia Elétrica** – apresentação, São Paulo, 2001.

Fernandes, L. G. L. **Utilização de Redes Neurais na Previsão de Séries Temporais**. Dissertação de Mestrado, UFRGS, 1995.

Fonte, R. C. F. **Sistema para Previsão de Elevação de Temperatura em Transformadores de Potência Combinando Modelos Lineares e Redes Neurais**. Dissertação de Mestrado PUC-Rio, 2002.

Granger, C.W.J. **Forecasting in Business and Economics**. Academic Press, 1980.

Haykin, S. **Neural Networks: A Comprehensive Foundation**. New Jersey, Prentice Hall, 2o Edição, 1999.

Hippert, H. S. **Previsão de Cargas a Curto Prazo - Uma Avaliação da Viabilidade do uso de Redes Neurais Artificiais**. Dissertação de Mestrado PUC-Rio, 2001.

Hippert, H. S. **Um Previsor de Temperaturas Horárias Baseado em Redes Neurais e Modelos ARIMA**. Artigo PUC-Rio, 2000.

Kohonen, T. **Self-organizing maps**. 2nd edition, Springer- Verlag, 1997.

Lasdon, L., Watson, J., Waren, A., Fylstra, D. **Design and Use of the Microsoft Excel Solver INTERFACES** pg 29–55, 1998.

Lehmann R. B., Amorim H. P. **Redes Neurais Artificiais Aplicada no Estudo e Previsão de Consumo de Carga Elétrica** XV Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica - SENDI 2002.

Mamdani, E.H. and S. Assilian, **An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller**. International Journal of Man-Machine Studies, Vol. 7, No. 1, pp. 1-13, 1975.

Martins, P. S.; **ICA DEMO** Laboratório de Controle e Microinformática, UFSC, Março de 2002.

Mendel, J. M., Wang, L. **Generating Fuzzy Rules by Learning from examples**. IEEE vol. 22 no 6, 1992a.

Mendel, J. M. **Fuzzy Logic Systems for Engineering: A Tutorial**, IEEE, 1992b.

Mendes, E. L. **Modelos de Intervenção para Previsão Mensal de Carga Elétrica Considerando Cenários para o Racionamento**. Dissertação de Mestrado, DEE, PUC-Rio, 2002.

Montgomery, D. C., Johnson, L.A.. **Forecasting and Time Series Analysis**. New York: Mc Graw-Hill, 1976.

Neto, L.S. R., **Redes Neurais Artificiais, Lógica Fuzzy e Sistemas Neuro-Fuzzy na Previsão de Carga Elétrica em Curto Prazo**. Dissertação de Mestrado PUC-Rio, 1999.

Pellegrini, F. R. **Metodologia para Implementação de Sistemas de Previsão de Demanda**. Dissertação de Mestrado UFRGS, 2000.

Pessanha, J. F. M., Melo, A. C. G. **Técnicas de Cluster Analysis na Construção de Tipologias de Curva de Carga**. XV SEMINÁRIO NACIONAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA – SENDI, 2002.

Pinto, F. C. S. A P. **Um Estudo dos Efeitos da Previsão de Séries Temporais Lineares com Redes Neurais**. Dissertação de Mestrado PUC-Rio, 2002.

Ribeiro, V., Vellasco, M., Tansheit, R., **Aplicação De Lógica Fuzzy Para Avaliação Docente**. Artigo DEE - PUC-Rio, Trabalho final Lógica Fuzzy, 2002.

Rodrigues, D. D., **Previsão de Fornecimento de Energia Elétrica: Um Estudo de Caso do Ponto de Vista do Barramento**. Dissertação de Mestrado, UFMG, 2002.

Rizzo, G. M.; **Previsão de Carga de Curtíssimo Prazo no Novo Cenário Elétrico Brasileiro**. Dissertação de Mestrado PUC-Rio, 2001.

Sartoris, A.; Carmo, H. ; Braga, M.; Diaz, M. D. M.; Filho, M. B.; Picchetti, P.; Sukanuma, R.; Fava, V. L. **Manual de Econometria** São Paulo Atlas, 2000.

Serrão, F. C. C. **Modelo de Previsão de Carga de Curto Prazo Utilizando Redes Neurais e Lógica Fuzzy**. Dissertação de Mestrado PUC-Rio, 2003.

Silva E.L. **Formação de Preços em Mercados de Energia Elétrica**; 1. Ed.: Sagra Luzzato, 2001.

Sobral, A. P. B. **Previsão de Carga Horária uma Nova Abordagem Por Árvore de Decisão** Dissertação de Mestrado PUC-Rio, 2003.

Souza, R. C. **Modelos Estruturais para previsão de Séries Temporais, Abordagem clássica e bayesiana**. Colóquio Brasileiro de Matemática, 17, 1993 Anais.

Souza, R.C. & Camargo, M. E. **Análise e Previsão de Séries Temporais: Os Modelos ARIMA**, 1996.

Souza, R.C. **Métodos Automáticos de Amortecimento Exponencial para Previsão de Séries Temporais**, Monografia GSM-10/83, Maio 1983.

Sugeno, M., **Industrial applications of fuzzy control**, Elsevier Science Pub. Co., 1985.

Tanscheit, R. **Sistemas Fuzzy**. Minicurso, VI Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, Bauru, SP, 2003.

Teixeira, M A. **Redes Neurais Recorrentes para Predição de Carga Elétrica**. Dissertação de Mestrado COPPE, UFRJ, 1999.

Zadeh, L.A. **The role of fuzzy logic in the management of uncertainty in expert systems**. J. Fuzzy Sets Syst. Pg 199-277, 1983.

7 Apêndice

Este apêndice está dividido em cinco seções:

7.1 - Mostra as previsões de carga elétrica dos modelos Box & Jenkins, Holt & Winters, Lógica Fuzzy e Redes Neurais para cinco séries de carga elétrica no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2002;

7.2 – Ilustra as previsões dos modelos de Box & Jenkins com variáveis de intervenção e os parâmetros estimados pelo programa AUTOBOX 5.0 de cada modelo;

7.3 - Apresenta o desempenho da proposta de transformação da série temporal para os modelos de Lógica Fuzzy e Redes Neurais;

7.4 - Apresenta o IRP de 28 empresas do SIN;

7.5 - Apresenta o Estudo de Caso 1 para cinco séries de carga elétrica;

7.6 - Apresenta o Estudo de Caso 2 para cinco séries de carga elétrica.

7.1.

Previsão de Carga para 5 séries de carga elétrica

Série 1

DATA	H.W.	B.J.	R.N.	L.F.
jan/00	0,34%	0,44%	3,79%	0,84%
fev/00	0,21%	1,09%	3,70%	0,90%
mar/00	1,04%	0,69%	4,41%	0,16%
abr/00	0,36%	1,05%	2,29%	2,13%
mai/00	1,70%	1,33%	4,34%	2,14%
jun/00	1,41%	0,86%	4,62%	3,70%
jul/00	1,48%	1,78%	2,91%	0,51%
ago/00	1,30%	1,85%	7,45%	4,41%
set/00	3,11%	2,60%	2,75%	0,55%
out/00	4,24%	4,11%	6,43%	6,71%
nov/00	2,68%	4,23%	1,49%	2,63%
dez/00	0,33%	1,04%	0,97%	4,29%
MAPE	1,52%	1,76%	3,76%	2,41%

DATA	H.W.	B.J.	R.N.	L.F.
jan/01	6,12%	6,71%	7,31%	6,14%
fev/01	0,52%	0,43%	5,00%	4,00%
mar/01	0,62%	0,69%	4,32%	0,70%
abr/01	0,16%	0,47%	4,60%	3,03%
mai/01	5,75%	5,87%	1,42%	4,55%
jun/01	25,64%	25,04%	24,86%	27,88%
jul/01	10,05%	5,08%	29,45%	35,12%
ago/01	0,48%	0,17%	29,82%	12,72%
set/01	0,32%	0,21%	27,15%	8,41%
out/01	1,82%	1,80%	28,76%	11,59%
nov/01	4,25%	4,64%	20,68%	0,99%
dez/01	0,13%	0,66%	19,42%	0,89%
MAPE	4,65%	4,31%	16,90%	9,67%

DATA	H.W.	B.J.	R.N.	L.F.
jan/02	2,30%	2,07%	19,78%	5,74%
fev/02	3,02%	2,17%	13,38%	1,00%
mar/02	4,65%	3,83%	9,17%	3,26%
abr/02	4,54%	3,31%	6,38%	6,68%
mai/02	0,12%	0,50%	4,18%	10,88%
jun/02	1,94%	2,53%	8,71%	20,49%
jul/02	0,73%	0,71%	11,80%	12,47%
ago/02	0,73%	0,12%	11,67%	6,56%
set/02	0,12%	0,68%	12,25%	7,06%
out/02	1,01%	0,86%	11,80%	6,15%
nov/02	1,57%	1,85%	7,47%	1,46%
dez/02	1,22%	0,94%	5,90%	0,18%
MAPE	1,83%	1,63%	10,21%	6,83%

Série 2

DATA	H.W.	B.J.	R.N.	L.F.
jan/00	2,39%	2,03%	0,43%	1,21%
fev/00	1,90%	2,24%	2,24%	4,69%
mar/00	0,03%	0,08%	1,10%	0,78%
abr/00	0,66%	0,03%	0,08%	1,89%
mai/00	1,41%	1,08%	2,75%	2,51%
jun/00	0,37%	0,74%	1,36%	0,24%
jul/00	0,42%	0,59%	0,72%	0,56%
ago/00	0,23%	0,55%	3,34%	3,18%
set/00	0,70%	0,38%	1,97%	2,68%
out/00	2,28%	2,94%	6,33%	2,86%
nov/00	0,09%	0,49%	4,62%	4,46%
dez/00	0,76%	1,30%	1,63%	0,23%
MAPE	0,94%	1,04%	2,21%	2,11%

DATA	H.W.	B.J.	R.N.	L.F.
jan/01	3,21%	3,09%	4,55%	1,12%
fev/01	2,89%	3,36%	5,81%	4,24%
mar/01	0,07%	0,07%	4,49%	3,62%
abr/01	0,58%	0,05%	4,08%	1,16%
mai/01	3,14%	3,74%	0,15%	4,16%
jun/01	25,52%	25,69%	23,60%	26,26%
jul/01	15,15%	9,55%	27,09%	25,42%
ago/01	3,85%	1,80%	27,83%	12,03%
set/01	1,78%	2,30%	22,31%	6,39%
out/01	2,79%	3,72%	26,62%	13,31%
nov/01	5,50%	5,56%	18,36%	3,04%
dez/01	0,43%	2,00%	18,76%	3,75%
MAPE	5,41%	5,08%	15,30%	8,71%

DATA	H.W.	B.J.	R.N.	L.F.
jan/02	0,86%	0,27%	20,83%	7,41%
fev/02	3,96%	3,62%	15,99%	5,21%
mar/02	7,87%	6,97%	6,99%	3,62%
abr/02	5,50%	3,84%	4,35%	7,38%
mai/02	2,68%	3,69%	7,75%	0,65%
jun/02	6,66%	7,64%	10,34%	24,78%
jul/02	6,77%	5,66%	7,12%	3,77%
ago/02	2,26%	3,88%	11,41%	12,45%
set/02	1,38%	1,17%	11,79%	5,85%
out/02	3,94%	3,44%	16,32%	11,42%
nov/02	0,03%	1,41%	11,77%	1,51%
dez/02	1,05%	1,89%	10,46%	1,00%
MAPE	3,58%	3,62%	11,26%	7,09%

Série 3

DATA	H.W.	B.J.	R.N.	L.F.
jan/00	3,35%	3,05%	2,75%	5,09%
fev/00	4,68%	4,73%	5,48%	3,82%
mar/00	2,86%	3,22%	3,90%	1,94%
abr/00	2,59%	1,77%	0,06%	0,02%
mai/00	2,02%	1,41%	1,16%	3,90%
jun/00	0,73%	0,98%	1,82%	1,84%
jul/00	1,74%	1,64%	1,52%	0,68%
ago/00	1,17%	1,83%	3,14%	2,28%
set/00	0,10%	0,23%	0,33%	1,71%
out/00	0,31%	0,38%	1,41%	0,85%
nov/00	0,79%	1,22%	2,22%	3,11%
dez/00	1,48%	0,71%	0,43%	0,74%
MAPE	1,82%	1,76%	2,02%	2,16%

DATA	H.W.	B.J.	R.N.	L.F.
jan/01	0,01%	0,53%	2,06%	4,01%
fev/01	1,02%	1,33%	2,45%	3,81%
mar/01	2,73%	2,81%	2,97%	4,18%
abr/01	1,24%	2,53%	5,16%	4,23%
mai/01	9,56%	10,00%	9,57%	6,42%
jun/01	27,01%	26,18%	25,23%	22,05%
jul/01	5,99%	3,19%	33,07%	28,18%
ago/01	1,35%	1,23%	31,39%	12,72%
set/01	0,52%	0,15%	30,18%	10,84%
out/01	3,36%	3,93%	24,82%	7,20%
nov/01	1,44%	2,09%	21,43%	6,12%
dez/01	0,04%	0,00%	23,38%	6,65%
MAPE	4,52%	4,50%	17,64%	9,70%

DATA	H.W.	B.J.	R.N.	L.F.
jan/02	2,67%	2,46%	19,50%	3,20%
fev/02	0,92%	0,60%	17,18%	4,20%
mar/02	5,09%	4,40%	13,47%	1,82%
abr/02	5,94%	4,59%	7,53%	6,01%
mai/02	3,85%	4,18%	7,41%	8,93%
jun/02	0,49%	1,96%	5,22%	22,56%
jul/02	2,93%	1,35%	6,01%	7,84%
ago/02	0,08%	0,61%	6,39%	6,11%
set/02	0,19%	0,04%	6,58%	5,82%
out/02	6,57%	6,71%	10,37%	9,46%
nov/02	3,00%	2,78%	6,54%	2,18%
dez/02	2,96%	2,70%	7,50%	4,92%
MAPE	2,89%	2,70%	9,47%	6,92%

Série 4

DATA	H.W.	B.J.	R.N.	L.F.
jan/00	1,38%	0,00%	0,92%	0,27%
fev/00	0,60%	0,70%	0,52%	0,53%
mar/00	2,20%	0,92%	0,29%	0,27%
abr/00	2,06%	0,18%	1,87%	0,83%
mai/00	1,16%	0,96%	2,62%	2,85%
jun/00	1,19%	0,39%	1,00%	3,25%
jul/00	3,02%	3,23%	1,46%	2,11%
ago/00	0,93%	0,35%	1,58%	1,18%
set/00	1,07%	0,35%	0,39%	4,74%
out/00	6,87%	7,27%	5,34%	8,33%
nov/00	1,52%	0,29%	3,13%	4,50%
dez/00	0,15%	0,34%	2,60%	0,09%
MAPE	1,85%	1,25%	1,81%	2,41%

DATA	H.W.	B.J.	R.N.	L.F.
jan/01	2,44%	2,73%	1,41%	2,68%
fev/01	2,50%	1,84%	1,59%	1,76%
mar/01	3,63%	2,53%	2,08%	0,80%
abr/01	0,29%	1,89%	4,21%	5,03%
mai/01	10,90%	11,74%	13,49%	14,55%
jun/01	28,01%	22,23%	17,00%	17,11%
jul/01	17,56%	2,83%	27,51%	28,25%
ago/01	4,74%	0,50%	20,78%	11,61%
set/01	1,48%	0,61%	21,82%	10,67%
out/01	0,39%	1,19%	26,33%	18,42%
nov/01	7,38%	6,36%	15,94%	3,06%
dez/01	1,92%	0,52%	13,89%	2,98%
MAPE	6,77%	4,58%	13,84%	9,74%

DATA	H.W.	B.J.	R.N.	L.F.
jan/02	4,14%	2,16%	13,46%	2,40%
fev/02	1,46%	1,50%	15,96%	4,52%
mar/02	9,22%	7,86%	9,24%	2,60%
abr/02	5,79%	1,77%	6,64%	7,20%
mai/02	2,51%	0,92%	2,96%	17,67%
jun/02	0,15%	1,67%	8,32%	15,43%
jul/02	4,11%	3,99%	7,47%	5,47%
ago/02	0,76%	4,82%	11,43%	9,54%
set/02	5,31%	5,23%	7,61%	2,26%
out/02	9,53%	9,88%	15,45%	12,36%
nov/02	0,99%	1,74%	12,12%	1,45%
dez/02	2,39%	2,20%	11,51%	3,05%
MAPE	3,86%	3,65%	10,18%	7,00%

Série 5

DATA	H.W.	B.J.	R.N.	L.F.
jan/00	1,41%	0,97%	12,47%	15,51%
fev/00	2,66%	1,55%	8,88%	9,06%
mar/00	2,02%	2,08%	0,12%	0,36%
abr/00	1,48%	2,08%	8,58%	7,09%
mai/00	0,29%	0,14%	4,44%	4,69%
jun/00	2,74%	2,53%	8,68%	8,89%
jul/00	4,72%	3,23%	2,26%	3,52%
ago/00	3,97%	5,38%	7,96%	9,56%
set/00	2,90%	2,54%	5,81%	6,36%
out/00	6,07%	5,66%	8,31%	6,28%
nov/00	0,62%	1,46%	6,76%	14,01%
dez/00	1,13%	0,34%	8,81%	10,42%
MAPE	2,50%	2,33%	6,92%	7,98%

DATA	H.W.	B.J.	R.N.	L.F.
jan/01	0,95%	1,82%	6,76%	14,30%
fev/01	2,22%	2,22%	9,18%	4,51%
mar/01	0,85%	0,34%	9,90%	7,67%
abr/01	0,23%	0,35%	8,72%	8,18%
mai/01	9,35%	9,82%	0,01%	1,08%
jun/01	25,15%	25,25%	21,57%	20,06%
jul/01	5,38%	1,62%	27,03%	28,36%
ago/01	4,61%	3,37%	32,42%	29,39%
set/01	2,76%	2,27%	24,23%	5,40%
out/01	3,15%	4,13%	32,78%	17,14%
nov/01	9,65%	9,04%	18,83%	0,28%
dez/01	4,69%	3,77%	12,48%	4,43%
MAPE	5,75%	5,33%	16,99%	11,73%

DATA	H.W.	B.J.	R.N.	L.F.
jan/02	1,47%	1,80%	16,10%	0,00%
fev/02	0,17%	0,57%	17,41%	2,56%
mar/02	6,97%	6,04%	10,69%	4,37%
abr/02	7,46%	7,25%	3,53%	11,40%
mai/02	2,13%	1,20%	2,19%	21,36%
jun/02	2,78%	2,07%	9,84%	14,53%
jul/02	3,04%	0,42%	10,48%	11,45%
ago/02	0,70%	0,62%	12,81%	10,18%
set/02	3,50%	3,82%	8,33%	2,57%
out/02	9,21%	8,86%	18,24%	13,79%
nov/02	1,55%	0,38%	13,34%	1,46%
dez/02	4,52%	3,67%	13,56%	2,37%
MAPE	3,62%	3,06%	11,38%	8,00%

Série 6

DATA	H.W.	B.J.	R.N.	L.F.
Jan-00	2.10%	2.26%	0.48%	0.63%
Feb-00	3.30%	2.80%	3.61%	1.70%
Mar-00	3.06%	4.50%	4.00%	6.51%
Apr-00	0.11%	0.34%	2.64%	0.61%
May-00	3.59%	3.68%	0.77%	4.04%
Jun-00	0.29%	0.07%	3.01%	1.95%
Jul-00	5.88%	6.32%	5.34%	5.24%
Aug-00	5.29%	4.40%	0.58%	1.12%
Sep-00	1.86%	0.55%	2.07%	3.80%
Oct-00	6.23%	7.96%	9.05%	11.59%
Nov-00	0.90%	1.06%	1.45%	4.30%
Dec-00	1.97%	1.90%	1.12%	4.06%
MAPE	2.88%	2.99%	2.84%	3.80%

DATA	H.W.	B.J.	R.N.	L.F.
Jan-01	3.90%	3.59%	1.44%	2.47%
Feb-01	4.18%	2.40%	3.58%	0.98%
Mar-01	3.83%	1.90%	0.24%	0.70%
Apr-01	2.60%	0.15%	4.20%	2.34%
May-01	12.30%	14.87%	18.80%	16.67%
Jun-01	30.97%	28.21%	19.67%	23.04%
Jul-01	26.74%	8.67%	33.92%	34.14%
Aug-01	7.60%	1.05%	25.91%	6.83%
Sep-01	5.13%	1.78%	25.87%	9.40%
Oct-01	1.05%	0.26%	29.37%	18.05%
Nov-01	4.75%	3.99%	19.81%	4.45%
Dec-01	1.79%	0.49%	18.45%	5.96%
MAPE	8.74%	5.61%	16.77%	10.42%

DATA	H.W.	B.J.	R.N.	L.F.
Jan-02	2.51%	0.51%	19.61%	7.92%
Feb-02	0.56%	2.65%	24.17%	12.12%
Mar-02	13.42%	12.02%	10.08%	2.36%
Apr-02	8.86%	4.68%	8.76%	5.93%
May-02	0.66%	3.60%	8.21%	16.04%
Jun-02	0.51%	0.20%	1.55%	17.29%
Jul-02	8.18%	4.92%	1.99%	3.66%
Aug-02	1.22%	3.63%	7.11%	12.20%
Sep-02	10.37%	8.51%	0.71%	0.78%
Oct-02	8.17%	9.62%	10.87%	10.22%
Nov-02	7.98%	6.98%	14.29%	8.87%
Dec-02	6.16%	4.42%	14.52%	9.77%
MAPE	5.72%	5.15%	10.16%	8.93%

7.2.

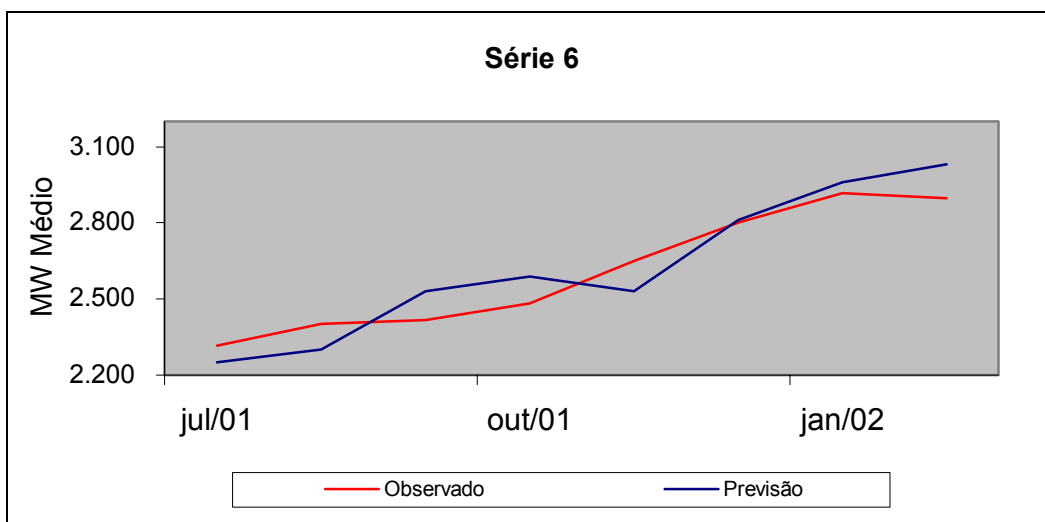
Previsões dos modelos de Box & Jenkins com variáveis de intervenção

O primeiro modelo utilizado por Mendes (2002) foi estimado pelo AUTOBOX 5.0 para a série 6, resultando nos seguintes parâmetros:

$$(1 - B)(1 - B^{12})y_t = -682.59I_t + \frac{(1 - 0.618B)(1 - 0.845B^{12})a_t}{(1 - 1.05B)}$$

Os erros de previsão e o desempenho desse modelo são apresentados na tabela e gráfico a seguir:

Série 6	Observado	Previsão	APE
jul-01	2.317	2.250	2,89%
ago-01	2.401	2.300	4,21%
set-01	2.416	2.530	4,72%
out-01	2.482	2.590	4,35%
nov-01	2.650	2.530	4,53%
dez-01	2.802	2.810	0,29%
jan-02	2.917	2.960	1,47%
fev-02	2.896	3.030	4,63%
MAPE			3,39%

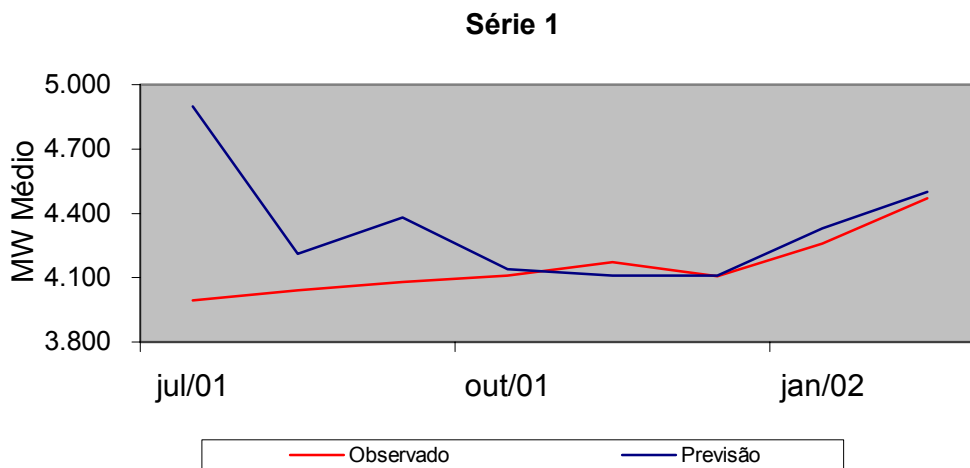


O segundo modelo também foi estimado pelo AUTOBOX 5.0, porem para a série 1, resultando nos seguintes parâmetros:

$$(1-B)(1-B^{12})y_t = \frac{-1044200}{(1+0.675B)} I_t + \frac{(1-0.305B)(1-0.792B^{12})a_t}{(1-1.0164B^{12})}$$

Os erros de previsão e o desempenho desse modelo são apresentados na tabela e gráfico a seguir:

Série 1	Observado	Previsão	APE
jul-01	3.994	4.900	22,68%
ago-01	4.040	4.210	4,21%
set-01	4.081	4.380	7,33%
out-01	4.109	4.140	0,75%
nov-01	4.171	4.110	1,46%
dez-01	4.108	4.110	0,05%
jan-02	4.260	4.330	1,64%
fev-02	4.469	4.500	0,69%
MAPE			4,85%



7.3.

Desempenho dos Modelos de Lógica Fuzzy e RNA após as transformações nas séries de carga elétrica

Série 1

Mês	RNA Usual	RNA Proposto
jul-01	29,45%	6,26%
ago-01	29,82%	3,20%
set-01	27,15%	0,90%
out-01	28,76%	0,82%
nov-01	20,68%	0,77%
dez-01	19,42%	2,76%
jan-02	19,78%	5,02%
fev-02	13,38%	0,28%
MAPE	23,55%	2,50%

Mês	LF Usual	LF Proposto
jul-01	35,12%	0,35%
ago-01	12,72%	1,21%
set-01	8,41%	5,98%
out-01	11,59%	0,97%
nov-01	0,99%	2,35%
dez-01	0,89%	1,51%
jan-02	5,74%	0,99%
fev-02	1,00%	9,73%
MAPE	9,56%	2,89%

Série 2

Mês	RNA Usual	RNA Proposto
jul-01	27,09%	2,72%
ago-01	27,83%	3,17%
set-01	22,31%	0,53%
out-01	26,62%	0,55%
nov-01	18,36%	7,33%
dez-01	18,76%	0,35%
jan-02	20,83%	0,41%
fev-02	15,99%	3,27%
MAPE	22,22%	2,29%

Mês	LF Usual	LF Proposto
jul-01	25,42%	3,93%
ago-01	12,03%	1,69%
set-01	6,39%	3,72%
out-01	13,31%	1,54%
nov-01	3,04%	3,97%
dez-01	3,75%	2,06%
jan-02	7,41%	0,93%
fev-02	5,21%	5,82%
MAPE	9,57%	2,96%

Série 3

Mês	RNA Usual	RNA Proposto
jul-01	33,07%	2,70%
ago-01	31,39%	1,55%
set-01	30,18%	0,07%
out-01	24,82%	3,58%
nov-01	21,43%	2,59%
dez-01	23,38%	0,44%
jan-02	19,50%	1,51%
fev-02	17,18%	2,27%
MAPE	25,12%	1,84%

Mês	LF Usual	LF Proposto
jul-01	28,18%	5,33%
ago-01	12,72%	5,93%
set-01	10,84%	2,22%
out-01	7,20%	3,68%
nov-01	6,12%	1,41%
dez-01	6,65%	6,62%
jan-02	3,20%	4,08%
fev-02	4,20%	1,22%
MAPE	9,89%	3,81%

Série 4

Mês	RNA Usual	RNA Proposto
jul-01	27,51%	0,57%
ago-01	20,78%	1,54%
set-01	21,82%	0,68%
out-01	26,33%	0,41%
nov-01	15,94%	4,83%
dez-01	13,89%	3,61%
jan-02	13,46%	6,56%
fev-02	15,96%	4,78%
MAPE	19,46%	2,87%

Mês	LF Usual	LF Proposto
jul-01	28,25%	10,90%
ago-01	11,61%	2,69%
set-01	10,67%	0,48%
out-01	18,42%	0,12%
nov-01	3,06%	4,48%
dez-01	2,98%	4,53%
jan-02	2,40%	2,60%
fev-02	4,52%	2,12%
MAPE	10,24%	3,49%

Série 5

Mês	RNA Usual	RNA Proposto
jul-01	27,03%	3,61%
ago-01	32,42%	3,94%
set-01	24,23%	5,65%
out-01	32,78%	5,02%
nov-01	18,83%	2,70%
dez-01	12,48%	3,34%
jan-02	16,10%	4,13%
fev-02	17,41%	0,64%
MAPE	22,66%	3,63%

Mês	LF Usual	LF Proposto
jul-01	28,36%	3,99%
ago-01	29,39%	7,73%
set-01	5,40%	8,76%
out-01	17,14%	8,87%
nov-01	0,28%	11,02%
dez-01	4,43%	9,53%
jan-02	0,00%	2,62%
fev-02	2,56%	0,13%
MAPE	10,95%	6,58%

Série 6

Mês	RNA Usual	RNA Proposto
jul-01	33,92%	2,93%
ago-01	25,91%	3,05%
set-01	25,87%	7,51%
out-01	29,37%	0,21%
nov-01	19,81%	1,37%
dez-01	18,45%	5,44%
jan-02	19,61%	0,81%
fev-02	24,17%	4,83%
MAPE	24,64%	3,27%

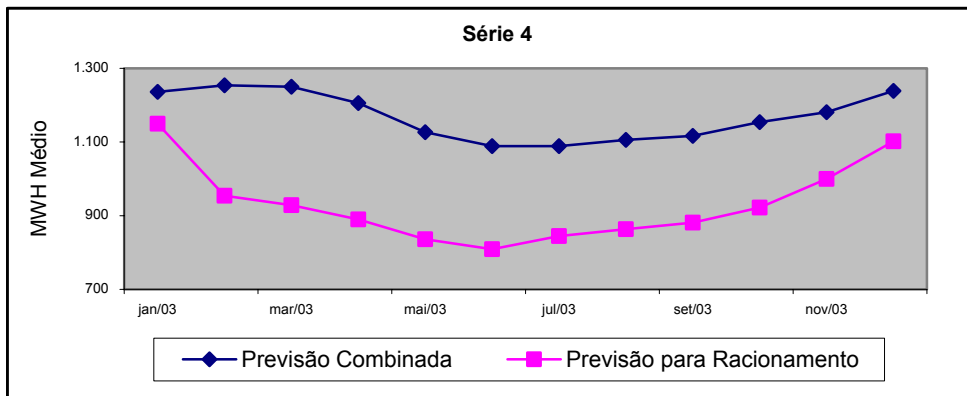
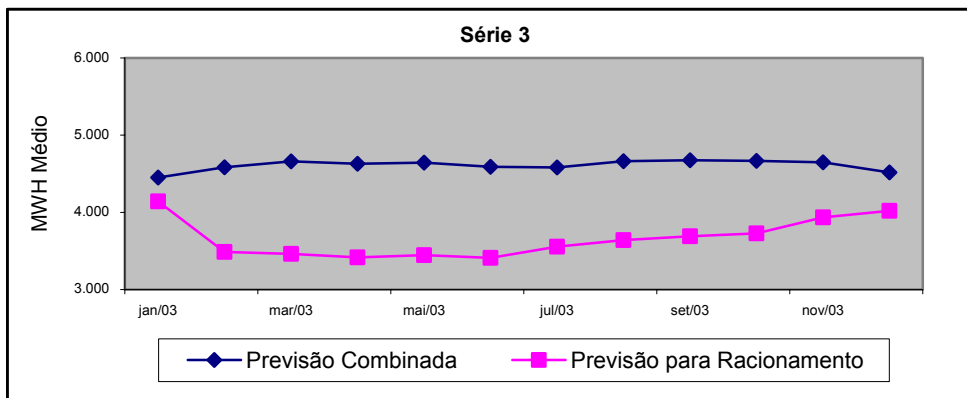
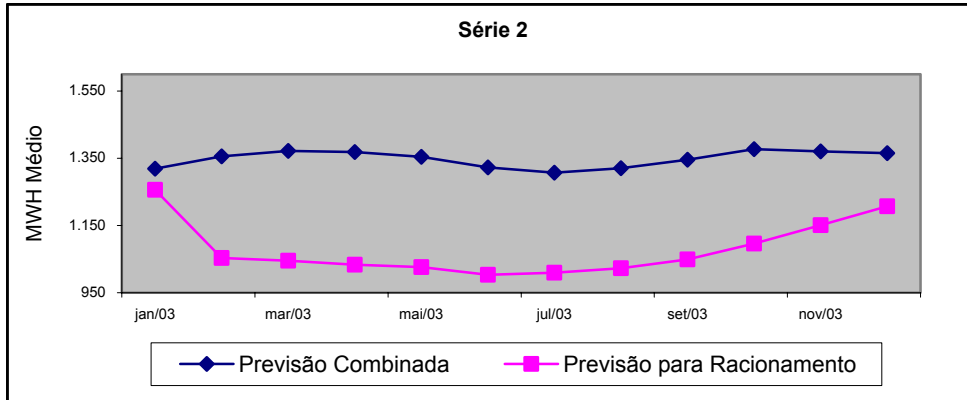
Mês	LF Usual	LF Proposto
jul-01	34,14%	11,05%
ago-01	6,83%	4,50%
set-01	9,40%	3,15%
out-01	18,05%	4,11%
nov-01	4,45%	6,75%
dez-01	5,96%	0,64%
jan-02	7,92%	4,01%
fev-02	12,12%	2,90%
MAPE	12,36%	4,64%

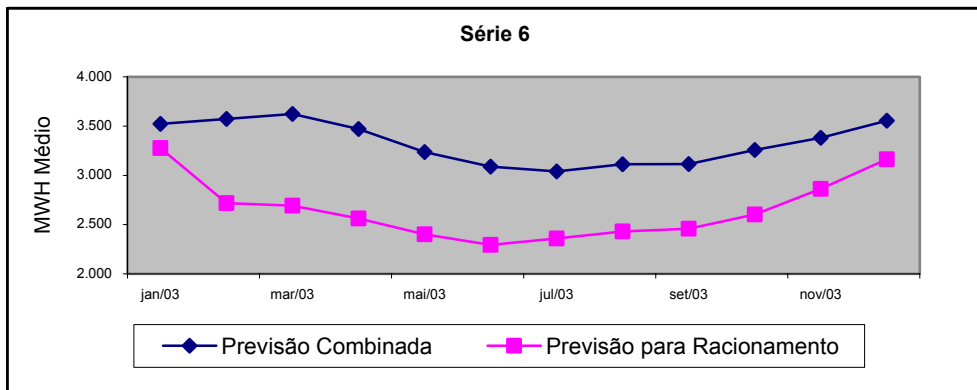
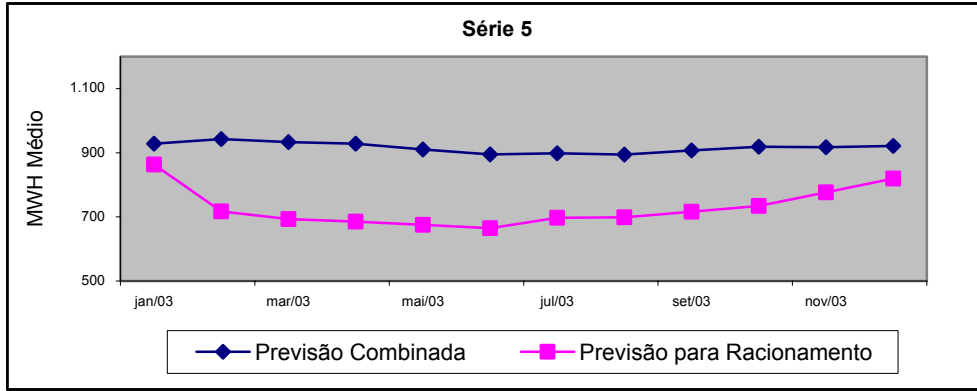
7.4. IRP de 28 empresas

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0210444/CA

NEURÔNIO	EMPRESA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	CEMAR	1.00	0.90	0.86	0.74	0.74	0.74	0.69	0.74	0.74	0.78	0.76	0.79
1	SAELPA	1.01	0.79	0.76	0.77	0.77	0.79	0.76	0.76	0.73	0.76	0.80	0.85
1	COELCE	0.97	0.77	0.77	0.76	0.75	0.77	0.77	0.78	0.78	0.79	0.85	0.89
1	CELPE	0.96	0.76	0.75	0.74	0.74	0.74	0.73	0.76	0.76	0.79	0.83	0.88
1	COELBA	0.97	0.78	0.76	0.74	0.77	0.75	0.79	0.77	0.78	0.82	0.89	0.92
2	CEAL	0.98	0.79	0.79	0.78	0.78	0.79	0.78	0.79	0.76	0.74	0.82	0.89
2	COSERN	1.00	0.80	0.80	0.79	0.80	0.82	0.81	0.79	0.79	0.82	0.86	0.94
2	ENERGIPE	1.00	0.80	0.77	0.77	0.79	0.79	0.81	0.82	0.80	0.84	0.86	0.90
2	BANDEIRANTE	0.91	0.76	0.74	0.83	0.80	0.78	0.79	0.75	0.80	0.80	0.84	0.89
2	CEMAT	0.91	0.75	0.79	0.82	0.81	0.80	0.77	0.70	0.79	0.80	0.86	0.92
2	CELG	0.93	0.79	0.78	0.75	0.79	0.77	0.81	0.81	0.82	0.80	0.86	0.92
3	CELPA	1.00	0.92	0.89	0.85	0.82	0.84	0.84	0.86	0.85	0.89	0.88	0.91
3	CEPISA	0.98	0.83	0.83	0.83	0.84	0.84	0.85	0.87	0.84	0.94	0.92	0.97
4	CEMIG	0.94	0.77	0.73	0.74	0.73	0.74	0.78	0.78	0.79	0.81	0.85	0.88
4	ESCELSA	0.91	0.75	0.74	0.72	0.74	0.72	0.78	0.81	0.80	0.80	0.85	0.92
4	LIGHT	0.88	0.73	0.72	0.74	0.73	0.72	0.76	0.76	0.77	0.75	0.86	0.88
4	CERJ	0.89	0.75	0.72	0.73	0.73	0.72	0.79	0.79	0.82	0.80	0.88	0.90
4	ELETROPAULO	0.91	0.74	0.72	0.72	0.72	0.74	0.76	0.76	0.78	0.79	0.82	0.88
4	CEB	0.92	0.72	0.70	0.70	0.72	0.71	0.75	0.76	0.77	0.78	0.82	0.83
4	CELB	0.97	0.77	0.74	0.73	0.76	0.76	0.79	0.81	0.81	0.81	0.86	0.91
4	ELEKTRO	0.92	0.76	0.74	0.75	0.74	0.76	0.80	0.78	0.81	0.84	0.87	0.90
4	CPFL	0.93	0.77	0.76	0.77	0.76	0.76	0.80	0.80	0.81	0.81	0.84	0.91
5	EMERSUL	0.90	0.75	0.79	0.77	0.77	0.78	0.80	0.78	0.84	0.83	0.91	1.02
6	COPEL	0.94	0.90	0.92	0.94	0.93	0.95	0.97	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99
6	CELESC	0.95	0.91	0.91	0.94	0.92	0.94	0.96	0.93	0.97	0.95	0.96	1.00
6	CEEE	0.96	0.91	0.90	0.89	0.90	0.94	0.92	0.88	0.90	0.89	0.98	0.96
6	AES - SUL	0.97	0.96	0.92	0.96	0.86	0.93	0.98	0.92	0.98	0.94	0.93	0.96
6	RGE - ENERGIA	0.98	0.91	0.91	0.94	0.92	0.96	0.96	0.90	0.95	0.93	0.97	0.99

7.5. Estudo de Caso 1 para Cinco Séries de carga elétrica





7.6. Estudo de Caso 2 para Cinco Séries de carga elétrica

