

Modelagem de séries temporais de demanda de energia elétrica da Universidade Federal de Lavras, correspondentes ao período de 1995 a 2013

Jair Rocha do Prado¹

Thelma Sáfyadi²

Joaquim Paulo da Silva³

1 Introdução

A crise de abastecimento de energia, ocorrida no ano de 2001 no Brasil, forçou o Governo Federal a tomar uma série de medidas para corrigir os erros do modelo em vigência e garantir a segurança do suprimento de energia elétrica ao país. Assim, como na sociedade, a energia elétrica tem papel relevante nas universidades e, devido a esse fato, as universidades precisam também planejar o seu consumo e demanda para garantir, além da segurança do suprimento da energia, uma economia maior nas suas tarifas.

Para a Universidade Federal de Lavras (UFLA), onde a implantação de novos cursos está em andamento, são necessários e úteis estudos sobre o comportamento do consumo e da demanda de energia elétrica no campus.

A contribuição deste trabalho foi no sentido de se utilizar séries temporais na análise do comportamento da demanda de potência registrada na UFLA, nos horários de ponta e fora de ponta. As previsões obtidas darão subsídios para tomadas de decisões, como por exemplo, escolha dos valores para as demandas contratadas nos horários de ponta e fora de ponta, e escolha da tarifa, dentre as possíveis, a que proporciona menores valores das contas de energia.

2 Material e métodos

A base de dados utilizada neste trabalho foi obtida junto à Universidade Federal de Lavras por meio das contas de energia elétrica emitidas pela CEMIG (Centrais Elétricas de Minas Gerais).

O intuito foi fazer uma análise descritiva e modelar as séries de demanda de potência registrada em horários de ponta e fora de ponta na UFLA. A metodologia utilizada para modelar as séries foi a de Box e Jenkins. As séries históricas são mensais e compreendem o período de janeiro de 1995 a dezembro de 2013. O ano de 2013 foi utilizado para escolha dos modelos,

¹UFLA/UFL. e-mail: jairmat1@yahoo.com.br

²DEX - UFLA.

³DEX - UFLA.

com base no menor valor de erro quadrático médio de previsão. Para cada série foram obtidas as previsões para o ano de 2014.

As análises foram feitas, principalmente, no software R (R Development Core Team, 2013) por meio de procedimentos disponíveis em pacotes dedicados à análise de séries temporais, como por exemplo, TSA, ou por funções elaboradas durante a pesquisa usando o mesmo software.

Maiores detalhes sobre a teoria, os materiais e os métodos utilizados neste trabalho, podem ser encontrados em Morettin e Toloi (2006) e Prado (2011). As notações utilizadas neste texto são as mesmas encontradas em Morettin e Toloi (2006).

3 Resultados e discussões

3.1 Série de demanda de potência registrada em horário de ponta

Uma análise preliminar do comportamento da série sob estudo foi feita por meio de uma inspeção visual. Observa-se na Figura 1 uma possível presença dos componentes de tendência e sazonalidade.

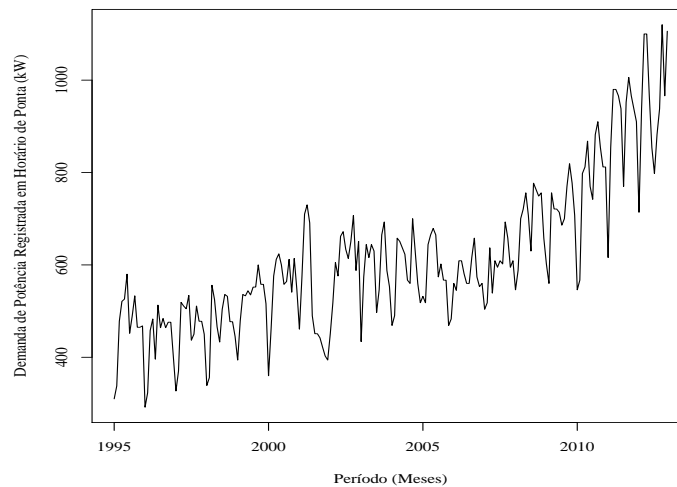


Figura 1: Série mensal de demanda de potência registrada em horário de ponta da UFLA, em kW, no período de janeiro de 1995 a dezembro de 2012

O modelo escolhido para representar a série mensal de demanda de potência registrada em horário de ponta foi o SARIMA $(1, 1, 1)(2, 1, 0)_{12}$. Este modelo possui o menor EQMP (Erro Quadrático Médio de Previsão) e um bom desempenho de ajuste de acordo com o MAPE (Erro Percentual Médio Absoluto).

O modelo SARIMA $(1, 1, 1)(2, 1, 0)_{12}$ com as estimativas dos parâmetros é dado por:

$$Z_t = \frac{(1 - 0,92B)a_t}{(1 - 0,51B)(1 + 0,58B^{12} + 0,35B^{24})(1 - B^{12})(1 - B)}$$

3.2 Série de demanda de potência registrada em horário fora de ponta

A Figura 2 representa a série mensal de demanda registrada de potência no horário fora de ponta na UFLA. Observa-se indícios da existência dos componentes de tendência e sazonalidade na série.

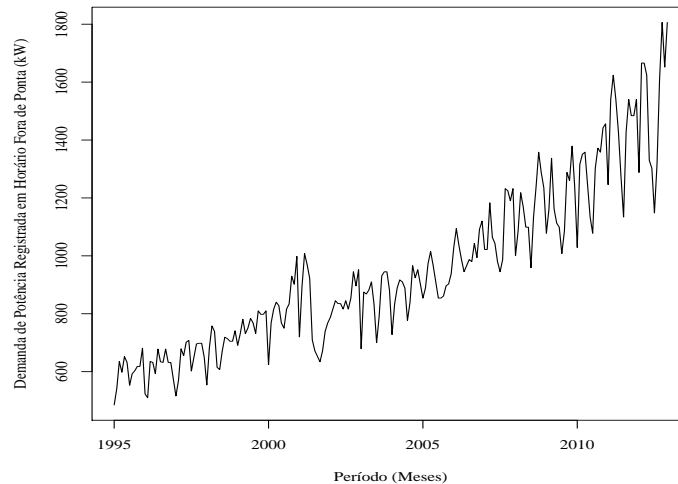


Figura 2: Série mensal de demanda de potência registrada em horário fora de ponta da UFLA, em kW, no período de janeiro de 1995 a dezembro de 2012

Para representar a série mensal de demanda de potência registrada em horário fora de ponta o modelo escolhido foi o SARIMA $(1, 1, 1)(0, 1, 3)_6$. Este modelo possui o menor EQMP, um bom desempenho de ajuste de acordo com o MAPE.

O modelo SARIMA $(1, 1, 1)(0, 1, 3)_6$ com as estimativas dos parâmetros é dado por:

$$Z_t = \frac{(1 - 0,92B)(1 - 0,84B^6 + 0,22B^{12} - 0,20B^{18}) a_t}{(1 - 0,56B)(1 - B^6)(1 - B)}$$

3.3 Previsões para o ano de 2014

Nas Tabelas 1 e 2 encontram-se os valores das previsões no período de janeiro de 2014 a dezembro de 2014 e os respectivos intervalos de confiança para as séries de demanda de potência registrada em horários de ponta e fora de ponta, respectivamente, com uma confiança de 95% de probabilidade.

Estes resultados podem ser utilizados em futuros contratos, contribuindo assim de forma efetiva com a Universidade Federal de Lavras.

Tabela 1: Valores preditos ($\hat{Z}_t(h)$) e intervalos de confiança ($IC(95\%)$) para a série mensal da demanda de potência registrada em horário de ponta da UFLA, em kW, no período de janeiro a dezembro de 2014, utilizando o modelo SARIMA $(1, 1, 1)(2, 1, 0)_{12}$.

Modelo	Mês	$\hat{Z}_t(h)$	IC(95%)
SARIMA $(1, 1, 1)(2, 1, 0)_{12}$	Jan/14	1117,35	[988,49;1246,22]
	Fev/14	1324,23	[1174,27;1474,20]
	Mar/14	1401,54	[1243,14;1559,94]
	Abr/14	1324,73	[1161,76;1487,69]
	Mai/14	1318,81	[1152,72;1484,90]
	Jun/14	1254,71	[1086,12;1423,31]
	Jul/14	1188,74	[1017,92;1359,55]
	Ago/14	1270,80	[1097,90;1443,69]
	Set/14	1297,77	[1122,88;1472,65]
	Out/14	1376,69	[1199,86;1553,52]
	Nov/14	1428,76	[1250,01;1607,50]
	Dez/14	1429,010	[1248,385;1609,635]

Tabela 2: Valores preditos ($\hat{Z}_t(h)$) e intervalos de confiança ($IC(95\%)$) para a série mensal da demanda de potência registrada em horário fora de ponta da UFLA, em kW, no período de janeiro a dezembro de 2014, utilizando o modelo SARIMA $(1, 1, 1)(0, 1, 3)_6$.

Modelo	Mês	$\hat{Z}_t(h)$	IC(95%)
SARIMA $(1, 1, 1)(0, 1, 3)_6$	Jan/14	1654,71	[1491,87 1817,55]
	Fev/14	1876,09	[1686,05 2066,13]
	Mar/14	1949,38	[1748,68 2150,08]
	Abr/14	1867,25	[1661,04 2073,45]
	Mai/14	1749,17	[1539,41 1958,92]
	Jun/14	1695,72	[1483,25 1908,19]
	Jul/14	1598,34	[1383,28 1813,39]
	Ago/14	1769,19	[1551,87 1986,52]
	Set/14	1773,39	[1553,96 1992,83]
	Out/14	1891,80	[1670,35 2113,26]
	Nov/14	1907,38	[1683,96 2130,80]
	Dez/14	1875,05	[1649,70 2100,41]

4 Conclusões

De um modo geral, os modelos propostos por Box e Jenkins ajustaram-se bem aos dados de energia elétrica da Universidade Federal de Lavras.

Baseado nos modelos de séries temporais ajustados, pode-se afirmar que a série de demanda de potência registrada em horário de ponta apresentou sazonalidade de 12 meses, enquanto que a série de demanda de potência registrada em horário fora de ponta apresentou sazonalidade de

6 meses. Ambas as séries apresentaram o componente de tendência.

Com relação às previsões para o ano de 2014, estimativas pontuais e intervalos de confiança foram obtidos e servirão de suporte para futuras decisões.

Com os resultados obtidos neste trabalho, espera-se que medidas eficazes possam ser tomadas no intuito de garantir, além da segurança do suprimento da energia, uma economia maior nas suas tarifas.

5 Bibliografia

Referências

- [1] MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Análise de séries temporais**. 2. ed. São Paulo: E. Blucher, 2006. 538p.
- [2] PRADO, J. R. do **Modelos para demanda e consumo de energia elétrica utilizando séries temporais na Universidade Federal de Lavras**. 2011. 114 p. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agropecuária), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.
- [3] R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2013. Disponível em <http://www.r-project.org>. Acesso em: 1 mar. 2014.