

Metodologia de Box & Jenkins na análise de temperatura máxima (°C) da cidade de Lavras, Minas Gerais

Tatiane Carvalho Alvarenga^{1 6}

Taís Aparecida Alvarenga^{2 6}

Leila Maria Ferreira^{3 6}

Gilberto Rodrigues Liska^{4 6}

Thelma Sáfadi^{5 6}

1. Introdução

Lavras é um município brasileiro da região do Campo das Vertentes, pertencente ao estado de Minas Gerais. Localiza-se a uma latitude 21° 14' 43 sul e a uma longitude 44° 59' 59 oeste, estando a uma altitude de 919 metros, na qual, o clima é tropical de altitude, de acordo com [5]. Segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia ([3]), a temperatura máxima registrada em Lavras foi de 36.8 °C, observada dia 12 de setembro de 1961.

De acordo com [4], uma série temporal é todo e qualquer conjunto de observações ordenadas sequencialmente ao longo do tempo, onde a ordem destas observações é fundamental para o estudo.

Uma característica deste tipo de dados é que as observações vizinhas são dependentes e o interesse é analisar e modelar esta dependência. Assim, pode-se subdividir a análise de séries temporais em dois grupos: i) a análise é feita no domínio temporal e os modelos são paramétricos; ii) a análise é feita no domínio de frequência e são mais utilizados os modelos não paramétricos.

Dentro do grupo i), pode-se citar o modelo SARIMA ([1]), o qual foi utilizado neste trabalho. Os conceitos da análise de séries temporais foram aplicados em uma série relativa à temperatura máxima na cidade de Lavras, MG, no período de janeiro de 1993 à dezembro de 2013, totalizando 148 períodos: e uma previsão dos dados dos períodos de janeiro de 2014 a agosto de 2014 foi realizada.

2. Material e métodos

2.1. Conjunto de dados e Software

¹ DEX – UFPA, e-mail: tatianecarvalhoalvarenga@gmail.com

² DEX – UFPA, e-mail: taisapalvarenga@gmail.com

³ DEG – UFPA, e-mail: leilamaria2003@yahoo.com.br

⁴ DEX – UFPA, e-mail: gilbertoliska@hotmail.com

⁵ DEX – UFPA, e-mail: safadi@dex.ufpa.br.

⁶ Agradecimento a FAPEMIG pelo apoio financeiro.

Os dados da série foram retirados do INMET (BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa, [3]) e são referentes à temperatura máxima média da cidade de Lavras, Minas Gerais, no período de janeiro de 1993 à dezembro de 2013, totalizando 148 períodos.

O software Gretl [2] foi utilizado para realização das análises, bem como para produção dos gráficos da série temporal em estudo.

2.2. Modelagem SARIMA

De acordo com [4] um dos modelos mais utilizados que consideram a sazonalidade de uma determinada série temporal, é o chamado modelo ARIMA sazonal, ou SARIMA. Estes modelos são importantes, pois leva em consideração a sazonalidade estocástica dos dados. Quando o período $s=12$, o modelo denominado SARIMA de ordem $(p; d; q) \times (P; D; Q)_{12}$, é dado por:

$$\phi(X)\Phi(X^{12})\Delta^d\Delta_{12}^D Z_t = \theta(X)\Theta(X)\alpha_t \quad (1)$$

em que $\phi(X)$ é o operador autorregressivo (AR) de ordem p , $\theta(X)$ é o operador médias móveis (MA) de ordem q , $\Phi(X)$ é o operador AR-sazonal de ordem P , $\Theta(X)$ é o operador MA-sazonal de ordem Q , Δ^d é o operador diferença, Δ_{12}^D é o operador diferença sazonal e α_t é um ruído branco.

3. Resultados e discussão

Inicialmente foi plotado o gráfico da série temporal das temperaturas máximas mensais da cidade de Lavras, MG, no período de janeiro de 1993 a dezembro de 2013 (Figura 1).

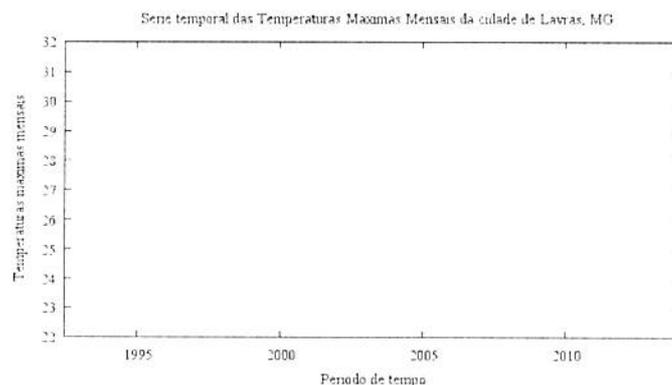


Figura 1: Série temporal das temperaturas máximas mensais da cidade de Lavras, MG, no período de janeiro de 1993 a dezembro de 2013.

O teste de Box-Cox não indicou a presença de tendência nesta série. Pelo teste de média-amplitude, verificou-se a não necessidade de se logaritmizar os dados da série. O periodograma

apresentou alguns picos de frequência, o que indica a presença de sazonalidade na série. Sendo assim, foi retirada diferença de ordem 12, para eliminar a componente de sazonalidade. Através da série estacionária (Figura 2) foram calculadas as autocorrelações amostrais e autocorrelações parciais amostrais (Figura 3).

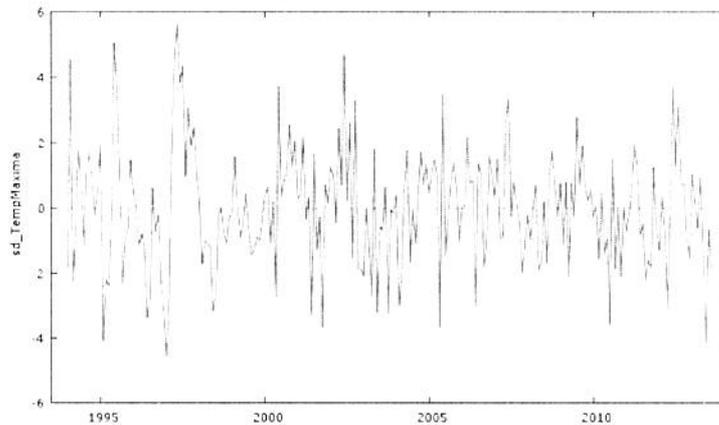


Figura 2: Série temporal estacionária das temperaturas máximas mensais da cidade de Lavras, MG, no período de janeiro de 1993 a dezembro de 2013.

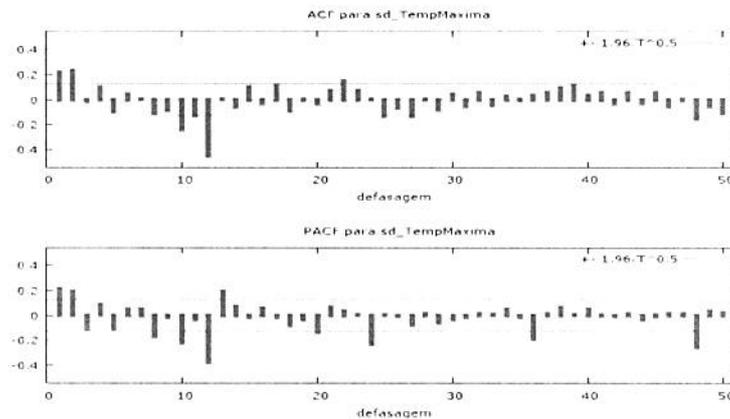


Figura 3: Gráfico das autocorrelações amostrais (ACF para Temp. Máxima) e autocorrelações parciais amostrais (PACF para Temp. Máxima) da Série temporal das temperaturas máximas mensais da cidade de Lavras, MG, no período de janeiro de 1993 a dezembro de 2013.

Após uma análise preliminar, foi selecionado os modelos:

- $SARIMA(2,0,2)(1,1,1)_{12}$ sem constante.

Assim, os resultados obtidos foram:

Tabela 1: Estimativas dos parâmetros do modelo $SARIMA(2,0,2)(1,1,1)_{12}$ sem constante da Série temporal das temperaturas máximas mensais da cidade de Lavras, MG, no período de janeiro de 1993 a dezembro de 2013.

Nº	Modelo	Const.	ϕ_1	ϕ_2	θ_1	θ_2	Φ_1	Φ_2	Θ_1	AIC
(1)	$SARIMA(2,0,2)(1,1,1)_{12}$	*	-0.5057	*	0.8346	*	0.8020	-	*	840.0843
	Erro Padrão	-	0.2105	-	0.2111	-	0.0679	-	-	-

* Estimativas de parâmetros não significativos.

Através do gráfico dos resíduos do modelo $SARIMA(2,0,2)(1,1,1)_{12}$ sem constante pode-se dizer que o modelo é aceitável, já que os resíduos é ruído branco e, desta forma, calcula-se as previsões.

Tabela 2: Previsões do ano de 2014 do modelo $SARIMA(2,0,2)(1,1,1)_{12}$ para as temperaturas ($^{\circ}C$) máximas mensais da cidade de Lavras, MG, no período de janeiro de 1993 a dezembro de 2013, e seus respectivos erros padrões e intervalo de confiança de 95%.

Mês	Previsão	Erro Padrão	LI	LS
Jan.	31.22	1.36	28.56	33.88
Fev.	27.84	1.43	25.04	30.64
Mar	29.68	1.56	-26.63	32.73
Abr	26.06	1.57	22.97	29.14
Mai	23.08	1.59	19.97	26.20
Jun	25.52	1.60	22.40	28.65
Jul	24.23	1.60	21.09	27.36
Ago	25.44	1.60	22.31	28.58

- $SARIMA(2,0,2)(3,1,1)_{12}$ sem constante.

Tabela 3: Estimativas dos parâmetros do modelo $SARIMA(2,0,2)(3,1,1)_{12}$ sem constante da Série temporal das temperaturas máximas mensais da cidade de Lavras, MG, no período de janeiro de 1993 a dezembro de 2013.

Nº	Modelo	Const.	ϕ_1	ϕ_2	θ_1	θ_2	Φ_1	Φ_2	Θ_1	AIC
(2)	$SARIMA(2,0,2)(3,1,1)_{12}$	*	-0.4882	*	0.8181	*	-	*	*	843.1421
	Erro Padrão	-	0.2064	-	0.2079	-	0.7433	-	-	-
							0.1024			

* Estimativas de parâmetros não significativos.

Através do gráfico dos resíduos do modelo $SARIMA(2,0,2)(3,1,1)_{12}$ sem constante pode-se dizer que o modelo é aceitável, já que os resíduos é ruído branco e, desta forma, calcula-se as previsões.

Tabela 4: Previsões do ano de 2014 do modelo $SARIMA(2,0,2)(3,1,1)_{12}$ para as temperaturas (°C) máximas mensais da cidade de Lavras, MG, no período de janeiro de 1993 a dezembro de 2013, e seus respectivos erros padrões e intervalo de confiança de 95%.

Mês	Previsão	Erro Padrão	LI	LS
Jan.	31.22	1.36	28.56	33.88
Fev.	27.84	1.43	25.04	30.64
Mar	29.68	1.56	26.63	32.73
Abr	26.06	1.57	22.97	29.14
Mai	23.08	1.59	19.97	26.20
Jun	25.52	1.60	22.40	28.65
Jul	24.23	1.60	21.09	27.36
Ago	25.44	1.60	22.31	28.58

4. Conclusões

De acordo com os correlogramas dos resíduos dos dois modelos, pode se verificar a existência de ruído branco. Já que o modelo $SARIMA(2,0,2)(1,1,1)_{12}$ apresentou os menores valores para o Critério de Akaike (AIC= 840,0843). Conseqüentemente, o modelo $SARIMA(2,0,2)(1,1,1)_{12}$ é o escolhido dentre os dois para a modelagem da série temporal das temperaturas máximas mensais da cidade de Lavras, MG.

5. Referências

- [1] BOX, G. E. P.; JENKINS, G. W.; REINSEL, G. C.. **Time Series Analysis, Forecasting and Control**, 3rd edition, New Jersey: Prentice-Hall, 1994.
- [2] Gretl (**Gnu Regression, Econometrics and Time-series Library**). Disponível em: <<http://gretl.sourceforge.net/>>. Acesso em: 01 fev. 2014.
- [3] INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Bdmep – Série histórica**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/>>. Acesso em 07 fev. 2014.
- [4] MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C., **Análise de séries temporais**, 2a edição, São Paulo: Editora Edgarg Blucher, 2004.
- [5] PREFEITURA DE MUNICIPAL DE LAVRAS - **Dados geográficos** - Disponível em: <http://www.lavras.mg.gov.br/?page_id=45>. - Acesso em 01 fev. 2014.