



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

Variabilidade interanual da precipitação em Campina Grande – PB



Leydson Galvêncio Dantas¹; Irene Cristina Correa²; JoséIVALDO Barbosa de Brito³; Carlos Antonio Costa dos Santos⁴; Ricardo Alves de Olinda⁵

¹ Mestrando, Estudante, Universidade Federal de Campina Grande/DCA, Fone: (83)9910-1504, leydsongalvencio@gmail.com

² Mestranda, Estudante, Universidade Federal de Campina Grande/DCA, irenecristinacorrea@hotmail.com

^{3,4} Doutor, Professor, Universidade Federal de Campina Grande/DCA, carlostorm@gmail.com, ivaldo@dca.ufcg.edu.br

⁵ Doutor, Professor, Universidade Estadual da Paraíba/UE, ricardo.stat@yahoo.com.br

RESUMO: O presente estudo mostra a análise da variabilidade interanual da precipitação em Campina Grande – PB utilizando modelos ARIMAs testados pelo Critério de Informação Akaike (AIC), que é uma medida da distância entre o resultado verdadeiro e o estimado pelo modelo acrescido de uma penalidade associada ao número de parâmetros do modelo, e pelo Erro Quadrático Médio (EQM), que representa a magnitude média dos erros estimados. Ao todo foram testados 20 modelos escolhendo o melhor por cada método (AIC e EQM) e comparados com os resultados observados da precipitação total de quatro anos não incluídos na elaboração dos modelos. A estimativa de dados de anos faltosos foi testada pela estimativa de máxima verossimilhança via bootstrap (EMB). Os resultados obtidos mostraram que o uso do EMB para reamostragem é apropriada para a análise da série histórica de precipitação na cidade de Campina Grande – PB, e que o critério AIC, para escolha do modelo ARIMA, foi superior ao EQM em termos de previsão ou substituição de dados faltosos.

PALAVRAS-CHAVE: Climatologia, Análise Residual, Previsão

Interannual variability of precipitation in Campina Grande - PB

ABSTRACT: This study shows the analysis of the interannual variability of rainfall in Campina Grande - PB using ARIMAs models tested by the Akaike Information Criterion (AIC), which is a measure of the distance between the real and the result estimated by the model plus a penalty associated with number of model parameters, and the mean square error (MSE), which represents the average magnitude of the estimated errors. Altogether 20 models were tested choosing the best for each method (AIC and MSE) and compared with the observed results total rainfall of four years not included in the preparation of models. The estimate of missing years of data was tested by maximum likelihood estimate by bootstrap (MEB). The results showed that the use of MEB for resampling is suitable for the analysis of time series of precipitation in the city of Campina Grande – PB, and that the criterion AIC, to choose the ARIMA model was superior to MSE in terms of prediction or replacement of missing data.

KEY WORDS: Climatology, Residual Analysis, Forecast

INTRODUÇÃO

Campina Grande está inserida na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, mais precisamente na Mesorregião Agreste Paraibano do Estado da Paraíba. A variabilidade climática do município de Campina Grande é semelhante às das demais áreas da Região Nordeste do Brasil, principalmente o Semiárido.



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:



O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

Os principais fatores climatológicos na distribuição climática do NEB e sua variação sazonal são a sua posição geográfica, seu relevo (composto de dois extensos planaltos, Borborema e a bacia do rio Parnaíba, e de algumas áreas altas que formam as chapadas, como Diamantina e Araripe), a natureza da sua superfície (bastante diversificada, com a Mata Atlântica no litoral, a Mata dos Cocais no meio norte, Manguezais, Caatinga, Cerrado e Restingas) e os sistemas de pressão atuantes na região (Anticiclones Subtropicais do Atlântico Sul e do Atlântico Norte, e do Cavado equatorial) (Kayano e Andreoli, 2004).

Segundo Strang (1972) há uma alta porcentagem da precipitação anual em apenas três meses do ano no NEB, com 60% de novembro a janeiro para o alto e médio São Francisco; de fevereiro a abril com mais de 60% nos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, toda região semiárida até o norte da Bahia; e de maio a junho na costa leste do NEB com 50%.

A Paraíba é conhecida por apresentar clima semiárido na maior parte de seu território. A precipitação do Estado, assim como em todo o NEB, é proveniente de vários sistemas meteorológicos, tais como: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Vórtices Ciclônicos da Alta Troposfera (VCAS), Sistemas Ondulatórios de Leste, Linhas de Instabilidade e Perturbações de frentes frias que atuam em diferentes meses do ano, com características diferentes de um ano para outro (Pedroza, 2009).

Campina Grande é o segundo município em população do Estado, sua área da unidade territorial é de 594,182 km² e exerce grande influência política e econômica no estado. A população de Campina Grande, segundo o Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2010, foi estimada em 385.213 habitantes, correspondendo a uma densidade demográfica de 648,31 hab/km² (Dantas, 2013).

O tipo de clima encontrado em Campina Grande/PB, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, é As' (Clima tropical com chuva de outono-inverno). Onde se caracteriza por apresentar chuvas de outono - inverno e um período de estiagem de cinco a seis meses. O período seco começa em setembro e prolonga-se até fevereiro, sendo mais acentuado no trimestre da primavera, salientando-se o mês de novembro como o mais seco (Cunha et al., 2009).

Encontrando-se entre a mesorregião do Litoral e o Sertão da Paraíba, o município de Campina Grande, abrange o semiárido brasileiro, apresenta clima tropical de altitude. Com temperaturas máximas durante o ano em torno dos 31°C (verão) e 21°C (inverno); e as mínimas entre 20°C (verão) e 13°C (inverno), proporcionando um clima ameno e agradável para se viver. Com período chuvoso no início de maio e término em agosto (Dantas, 2011).

Este trabalho tem como objetivo analisar a variabilidade interanual da magnitude da tendência de precipitação para a cidade de Campina Grande/PB, utilizando o critério de Akaike, com a ajuda do software R 3.1.2.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo está localizada na cidade de Campina Grande no Estado da Paraíba, sobre o planalto da Borborema como se observa na Figura 1, utilizou-se os dados da precipitação diária correspondente a 104 anos entre o período de 1911 a 2014 coletados da estação meteorológica do INMET situada na EMBRAPA – Algodão.

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

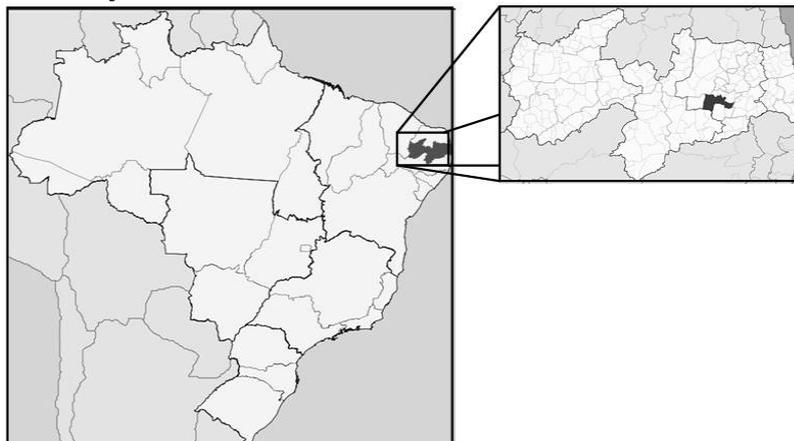


Figura 1. Localização da estação meteorológica do INMET na cidade de Campina Grande no Estado da Paraíba.

Elaborou-se vinte modelos ARIMA para análise da variabilidade interanual da precipitação a escolha do melhor modelo foi feita pelas técnicas do Critério de Informação Akaike (AIC), que é uma medida da distância entre o resultado verdadeiro e o estimado pelo modelo, acrescido de uma penalidade associada ao número de parâmetros do modelo, e do Erro Quadrático Médio (EQM), que é a magnitude média dos erros estimados. Verificando qual destas técnicas escolheria o melhor modelo ARIMA para representar a variabilidade interanual da precipitação estimando dados faltosos ou realizando retro previsão. O software R 3.1.2 foi utilizado para geração dos gráficos, cálculo dos critérios, simulação dos dados de precipitação anual de 1931 pelo método de bootstrap, bem como na análise das retro previsões da série temporal realizadas pelo melhor modelo ARIMA escolhido por cada uma das técnicas (AIC e EQM), com utilização da metodologia de Box e Jenkins.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando a série histórica dos totais anuais de precipitação de Campina Grande, durante o período de 1911 a 2014, foram executados vinte modelos ARIMA, sendo escolhido o $(0,1,1)_x(2,0,0)$ o melhor modelo pelo AIC e o $(1,1,2)_x(2,0,0)$ pelo o EQM. Simulou-se o valor da precipitação total anual para o ano de 1931 na qual se observa o valor médio de 788,14 mm. Em seguida é elaborada uma comparação, no qual o método escolheu o modelo que melhor estime dados faltosos ou realize uma melhor previsão, para tanto foram estimados as precipitações totais anuais do período de 2011 a 2014 por ambos os modelos e comparados com os valores observados.

Pelo estudo do critério e análise dos dados residuais, verifica-se a existência de um padrão de variabilidade interanual nos eventos acumulativos de precipitação durante os anos como se observa na Figura 2. Nos modelos usados os parâmetros estimados foram significativos e os resíduos apresentaram autocorrelação com valores residuais dentro do limite de qualidade, comprovando assim que pode ser usado para realizar previsões de tempo descobrindo por metodologias estatísticas os possíveis períodos pluviométricos como também os secos.

Pelo teste de p-valores para a estatística Ljung-Box é verificado que o grupo de autocorrelações está acima da faixa de 5%, comprovando que a escolha foi apropriada pela hipótese nula da ausência de autocorrelação, portanto os resíduos seguem com o comportamento relacionado a um ruído branco, assim o modelo pode ser dito como adequado.

Calculou-se pelo teste Shapiro-Wilk, no qual envolve o modelo ARIMA no estudo do erro da predição, há hipótese de normalidade e comportamento dos resíduos que segue uma distribuição normal

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

com o valor do nível $P=0,003608$ e $P=0,00898$, como se sabe o valor de P é mais significativo próximo da nulidade, assim a melhor análise deste teste tem ajuste seguindo a normalidade para Akaike, na qual pode-se analisar que os valores dos preditores podem ser utilizados para efeitos de uma possível previsão.

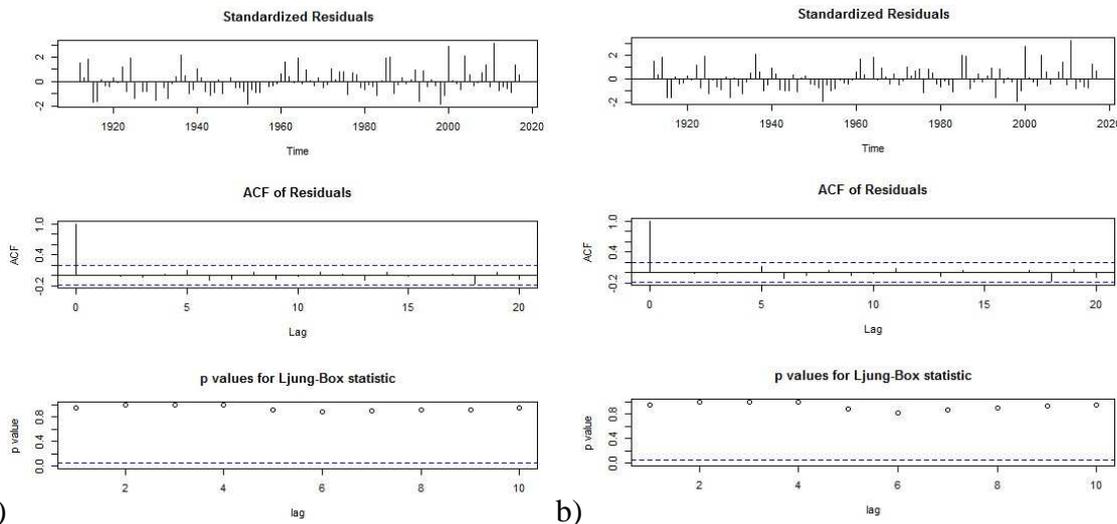


Figura 2. Análise residual para os dados históricos na cidade de Campina Grande – PB utilizando os modelos: a) AIC $(0,1,1) \times (2,0,0)$; b) Método quadrático $(1,1,2) \times (2,0,0)$.

Pela qualidade da série histórica e do padrão de variabilidade encontrado, foi proposto a verificação da validade de precipitação comparando a valores já observados, deste modo ocultando os eventos das precipitações anuais entre o período de 2011 a 2014 para que fosse calculado, a partir dos modelo os valores das predições e por conseguinte comparar aos valores reais, com o intuito de analisar a validade para anos de eventos extremos e anos normais.

Tabela 1. Previsão pluviométrica correspondente ao período entre 2011 a 2014 na cidade de Campina Grande – PB.

Anos	Precipitação Observada	AIC		EQM	
		Previsto	Erro	Previsto	Erro
2011	1494,4 mm	784,7 mm	47,5%	732,6 mm	50,97%
2012	604,5 mm	766,2 mm	26,7%	803,6 mm	32,94%
2013	752,8 mm	770,6 mm	2,36%	733,7 mm	2,54%
2014	638,6 mm	769,6 mm	20,52%	805,3 mm	26,11%

É suposto que os valores de precipitação a serem encontrados estão por volta da média histórica, caracterizado pela periodicidade dos dois modelos, os valores estimados seguem um padrão de erros



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:



O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

baixos, a normais quando se refere a precipitação onde há ausência de eventos extremos, no entanto, quando calculado para anos onde a precipitação foi muito acima da média como 2011, os modelos cometem erros de até aproximadamente 51% (Tabela 1), isto pode está associado a limitação dos dados de entrada do modelo que recebe apenas informações das precipitação anuais e não outros valores de entrada devido a eventos meteorológicos como exemplo, informações comportamentais das anomalias dos índices de TSM que influencia bastante no clima global.

CONCLUSÕES

O uso da EMB para reamostragem e, por conseguinte, preenchimento de falha é satisfatório para a análise da série histórica de precipitação na cidade de Campina Grande – PB, e que a técnica que escolheu o melhor modelo ARIMA em termos de preditores ou substituição de dados faltosos é o AIC quando utilizado como comparativo ao da raiz do erro quadrático médio por identificar bem a variabilidade interanual.

A análise residual dos critérios e modelos, identificou variabilidade nos valores de precipitação, estes com normalidade significativamente estatística. O resultado é interessante para prever eventos futuros de precipitação, com exceção aos eventos extremos onde o modelo não demonstrou comportamento satisfatório, mesmo assim pode ser levado como mais uma ferramenta que possa auxiliar nas decisões dos governantes no comportamento financeiro, utilizando melhor as diretrizes das políticas públicas, principalmente no contexto do uso e reuso da água.

AGRADECIMENTOS

Os pesquisadores agradecem a CAPES e ao CNPQ pelo consenso da bolsa de estudos ao programa PGMET e ao INMET pelo fornecimento dos dados observados de precipitação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CUNHA, J. E. B. L.; RUFINO, I. A. A.; IDEIÃO, S. M. A.; Determinação da temperatura de superfície na cidade de Campina Grande-PB a partir de imagens do satélite Landsat 5-TM. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, INPE, p. 5717-5724, abril de 2009.

DANTAS, L. G.; GUEDES, R. V. S.; CABRAL, D. E. C.; VILAR, R. A. A.; SOUSA, F. A. S.; Sistemas Atmosféricos responsáveis pela magnitude da precipitação do dia 17 de julho de 2011 em Campina Grande – PB. Anais IV Simpósio Internacional de Climatologia, João Pessoa, Brasil, outubro de 2011.

DANTAS, L. G.; Tendências Anuais e Sazonais nos Extremos de Temperatura e Precipitação em Campina Grande – PB. Tese de conclusão de curso (graduação em Meteorologia) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2013.

KAYANO, M. T.; ANDREOLI, R. V.; Decadal variability of northern northeast Brazil rainfall and its relation to tropical sea surface temperature and global sea level pressure anomalies. Journal of Geophysical Research, v. 109, n. C11011, DOI: 10.1029/2004JC002429, 2004.



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:



O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

PEDROZA, I. C. B. Estimativa da Climatologia Diária da Precipitação e investigação de Possíveis Influências das Fases da Lua nas Chuvas no Estado da Paraíba: 2009. 86f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

STRANG, D. M. G. D. Análise Climatológica das normais pluviométricas do Nordeste Brasileiro. São José dos Campos: CTA/IAE, 1972.