



MAPEAMENTO DE ELEMENTOS CLIMÁTICOS DA REGIÃO DAS MATAS DE MINAS – MG DURANTE O CICLO FENOLÓGICO DO CAFÉ ARÁBICA

MAPPING CLIMATIC ELEMENTS IN THE MATAS DE MINAS REGION – MG IN THE PHENOLOGICAL CYCLE OF ARABICA COFFEE

Thalyta Varejão Miranda

Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG
Vila Gianetti, casa 46, Viçosa – MG. CEP: 36.570-000
E-mail: thalytavmiranda@gmail.com

Williams Pinto Marques Ferreira

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA
Vila Gianetti, casa 46, Viçosa - MG. CEP: 36.570-00
E-mail: williams.ferreira@embrapa.br

Guilherme de Castro Oliveira

Universidade Federal de Viçosa - UFV
Av. Ph. Rolfs, s/n, Centro – Campus Viçosa. CEP: 36.570-000
E-mail: guilhermecastrol86@gmail.com

Marcos Antônio Vanderlei Silva

Universidade do Estado da Bahia – UNEB
BR-242, KM 04, s/n - Flamengo, Campus Barreiras - BA. CEP: 47802-682
E-mail: maavsilva@uneb.br

Informações sobre o Artigo

Data de Recebimento:
09/2017
Data de Aprovação:
11/2017

Resumo

O Brasil é o maior exportador de café do mundo, sendo Minas Gerais, o Estado com maior participação na produção de café. Nesse contexto, o mapeamento dos elementos climáticos permite avaliar espacialmente as condições ambientais que influenciam na produção. O objetivo deste trabalho foi investigar a melhor forma de representar espacialmente o padrão de precipitação e temperatura do ar na região das Matas de Minas - MG, nas fases vegetativa e reprodutiva do ciclo fenológico do café arábica, e verificar a correlação entre dados das estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET e do Banco de Dados

Climáticos Globais – WorldClim, e expressar espacialmente, por meio de mapas, as diferenças entre as informações dos distintos bancos de dados. Notou-se que os modelos gerados a partir dos dados das estações meteorológicas foram generalistas, e não captaram as nuances das variações térmicas e pluviométricas, identificou-se diferenças entre as representações dos mapas gerados a partir das duas bases de dados, considerando o tamanho da área e a disponibilidade de dados.

Palavras-chave: Café; clima; INMET; interpolação; WorldClim.

Abstract

Brazil is the largest exporter of coffee in the world, as such Minas Gerais, is the State with the largest production of coffee. In this context, the mapping of these climate elements allows evaluate the spatial of the environmental conditions that pervade the productivity. The objective of this work was to investigate the best way to represent the pattern of rainfall and air temperature in the Matas de Minas region – MG, in the reproductive and vegetative phases of the Arabica coffee phenological cycle, and verify the correlation between the data of the National Institute of Meteorology - INMET, and the Global Climate Data - WoldClim, and spatially express by means of maps, the difference between the information of the different data bases. It was noted the models generated by the data of the meteorological stations were generalist, and not capture the nuances of thermal and pluviometry variability, it was identified differences between the representation of maps generated from the distinct data bases, considering the size of the area and the data availability.

Keywords: Coffee; climate; INMET; interpolation; WorldClim.

1. Introdução

Historicamente a cultura do café tem grande importância na economia brasileira. O país destaca-se como o maior exportador de café do mundo, sendo Minas Gerais o Estado de maior participação nessa produção. A região das Matas de Minas localizada na porção sudeste do Estado, é uma das mais importantes regiões produtoras de café do (Vilela & Rufino, 2010).

Nessa região, o cultivo predominante é de café arábica, cultura que tem bom desenvolvimento em áreas onde a média térmica varia de 18 °C a 21 °C, e volume de chuvas entre 1.200 mm a 1.500 mm ao ano (Ngolo et al., 2014).

As culturas necessitam de condições favoráveis durante todo seu ciclo vegetativo, para alcançar produtividade econômica (Meireles et al., 2007). Assim, considerar as características climáticas do local onde o café é cultivado é importante pois o padrão do clima interfere nas fases fenológicas do café. A fenologia corresponde a interação entre os processos biológicos da planta, em função de sua reação às condições ambientais, cujos ciclos ocorrem ao longo de dois anos na espécie arábica, com sucessão de fases de reprodução e vegetação (Pezzopane, 2008).

Considerando a relevância do clima para o desenvolvimento vegetal, pode-se identificar a capacidade à produção de determinada cultura por meio do mapeamento de elementos climáticos (Meireles et al., 2007). Para confecção desses mapas podem ser utilizadas técnicas de interpolação, quando não se tem dados em quantidade suficiente à representação de variáveis, para estimar valores de um atributo em locais não amostrados, a partir de pontos amostrados na mesma região (Carvalho, 2012). Métodos de interpolação geoestatísticos possibilitam projetar a relação espacial de dados georreferenciados para obter superfícies contínuas, de fenômenos com distribuição espacial (Perin et al., 2015). A Krigagem é um interpolador geoestatístico, cujos parâmetros de cálculo consideram que elementos mais próximos tendem a ser mais parecidos entre si do que aqueles que estão mais distantes (Jakob, 2013). A Cokrigagem, é uma extensão multivariada da Krigagem, que possibilita usar variáveis secundárias densamente amostradas na espacialização de uma variável primária (Carvalho & Queiroz, 2002). O Inverso da Distância ao Quadrado IDW (em inglês) é um interpolador estatístico que estima valores de um atributo por meio de combinação linear dos pontos mais próximos (Perin et al., 2015).

Mediante ao valor da produção cafeeira da região, e a relevância do estudo do clima para o cultivo de café, tendo em vista a aptidão climática do grão, e as particularidades fenológicas da planta, objetiva-se com esse trabalho investigar a melhor forma para representar espacialmente o padrão regional de chuva e temperatura do ar a partir de distintas fontes de dados, nos meses correspondentes aos períodos vegetativo e reprodutivo do café arábica, averiguar a correlação entre os valores previstos pelos interpoladores, e observados conforme o Banco de Dados Climáticos Global - WorldClim, e gerar mapas que expressem espacialmente as diferenças na representação espacial dessas informações.

2. Material e Métodos

Para mapear o padrão térmico e pluviométrico da região das Matas de Minas, foram utilizados dados de estações meteorológicas convencionais, do BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa, do portal do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. Outra fonte de dados foi o portal do WorldClim, o qual disponibiliza dados de temperatura do ar e precipitação interpolados com dados de estação, em grades matriciais, com resolução espacial de 1km² (Hijmans et al., 2005).

Para definição da escala temporal dos dados das estações meteorológicas, foram considerados os meses de setembro a março, período quando ocorre a formação dos ramos vegetativos no primeiro ano fenológico, e quando se inicia a floração sucedida pelo crescimento dos grãos e granação dos frutos no segundo ano fenológico (Camargo & Camargo, 2001).

Devido a pequena quantidade de estações meteorológicas na região, para minimizar o vazio de informações, foram utilizadas 65 estações, de Minas Gerais e dos Estados vizinhos, gerando superfícies de interpolação, para obter melhores resultados nas interpolações.

Foram agrupadas em planilhas informações de médias mensais de temperatura do ar e precipitação, do BDMEP e WorldClim (versão 1.4), no período de 1961 a 2014, e de 1960 – 1990, respectivamente.

A decisão acerca do interpolador mais adequado para a elaboração dos mapas, foi feita com base na análise dos erros médios expressos nos semivariogramas. Assim, foram confeccionados mapas com valores previstos de temperatura (máxima e mínima) do ar e precipitação, pelo IDW (com potência 2), Krigagem ordinária - KO (com modelo de Gauss), e Cokrigagem ordinária – CO (com modelo esférico). Na CO, considerou-se a altitude como variável secundária na interpolação da precipitação, de acordo com Viola et al. (2010). Todo o processamento dos dados foi feito na extensão Geoestatistical Analyst do programa ArcMAP 10.1.

Foram extraídos valores térmicos e pluviométricos nas localidades das 66 estações consideradas, das imagens do WorldClim e das interpolações dos dados do BDMEP, que foram exportados para tabelas, para poder-se avaliar a correlação entre os valores previstos e observados.

3. Resultados

3.1. Interpoladores

Os resultados dos erros médios do IDW tiveram menor exatidão, possivelmente devido a pequena concentração de dados, sobretudo com a variável precipitação. Os parâmetros de cálculo

desse interpolador fazem previsões de novos valores tomando como base os pontos mais próximos. Diferentemente, a KO, apresentou menores erros médios, sobretudo para temperatura do ar, e precipitação, possivelmente porque o método da Krigagem baseia-se nas informações do semivariograma, para estimar os valores ótimos amostrais de um ponto, que são diferentes em conformidade com o arranjo espacial dos dados. O semivariograma (Figura 1) foi modelado desconsiderando anisotropia e efeito pepita.

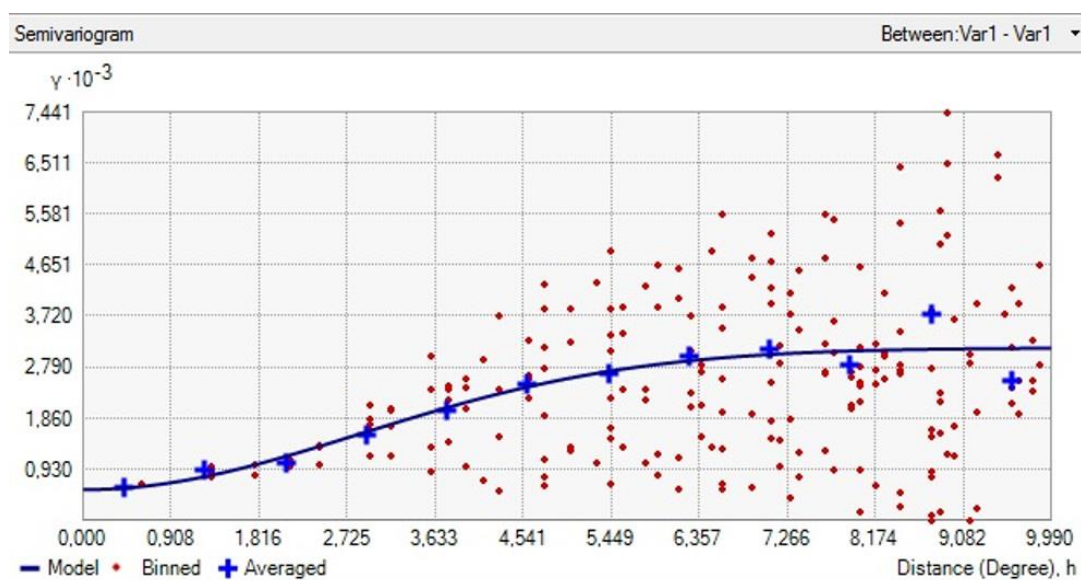


FIGURA 1: Semivariograma modelado por Cokrigagem Ordinária, com dados de precipitação do mês de dezembro.

3.2. Correlação entre os dados

Os gráficos de dispersão expressaram o grau de associação entre os dados, conforme Ramos (2011), dos modelos de previsão dos interpoladores, e os dados do WorldClim. Nota-se que de modo geral, os registros de precipitação (Figura 2) tiveram melhores valores de correlação, com relação aos dados de temperatura (Figuras 3 e 4).

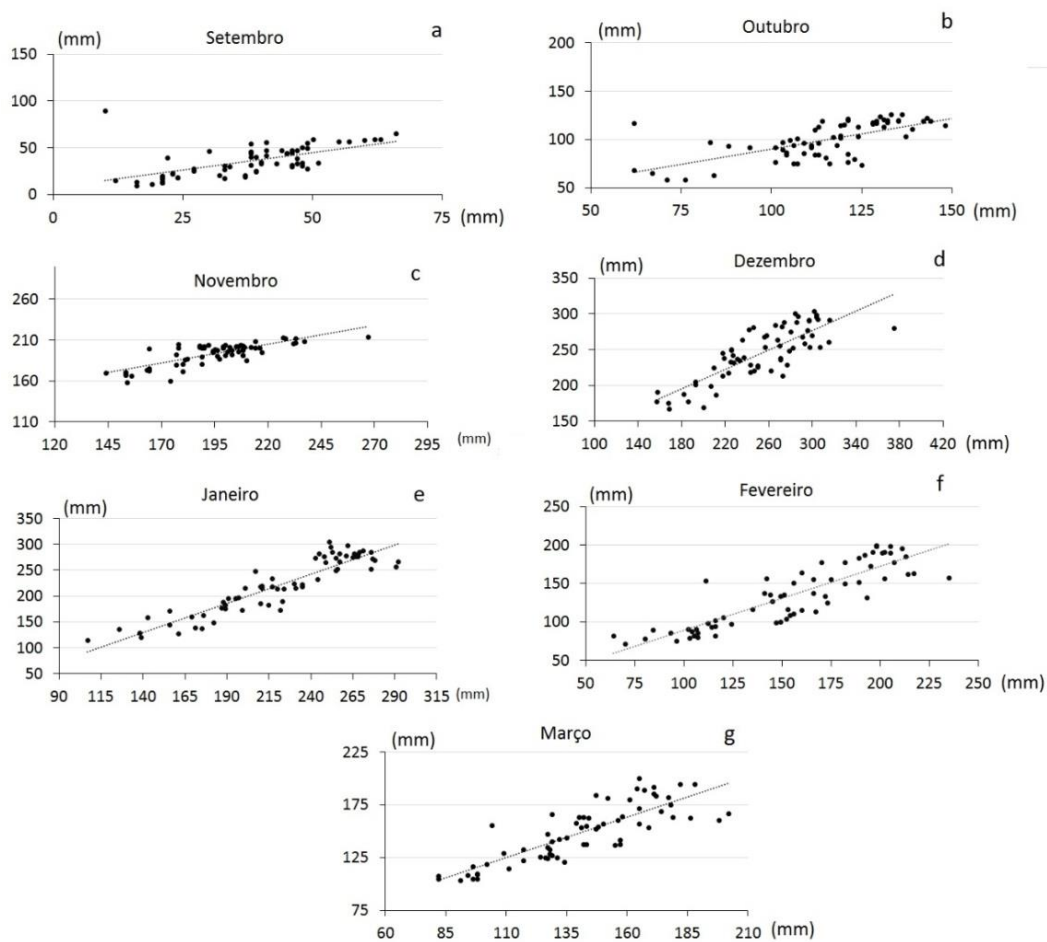


FIGURA 2: Gráfico de correlação dos valores de precipitação (mm) entre os dados do WorldClim (eixo x) e das interpolações com Cokrigagem (eixo y).

Para temperatura máxima do ar, o mês de janeiro teve menor correlação, e setembro teve maiores valores de correlação (Figura 3 - h). Para temperaturas mínimas do ar, a menor correlação ocorreu no mês de dezembro e a maior em outubro (Figura 3).

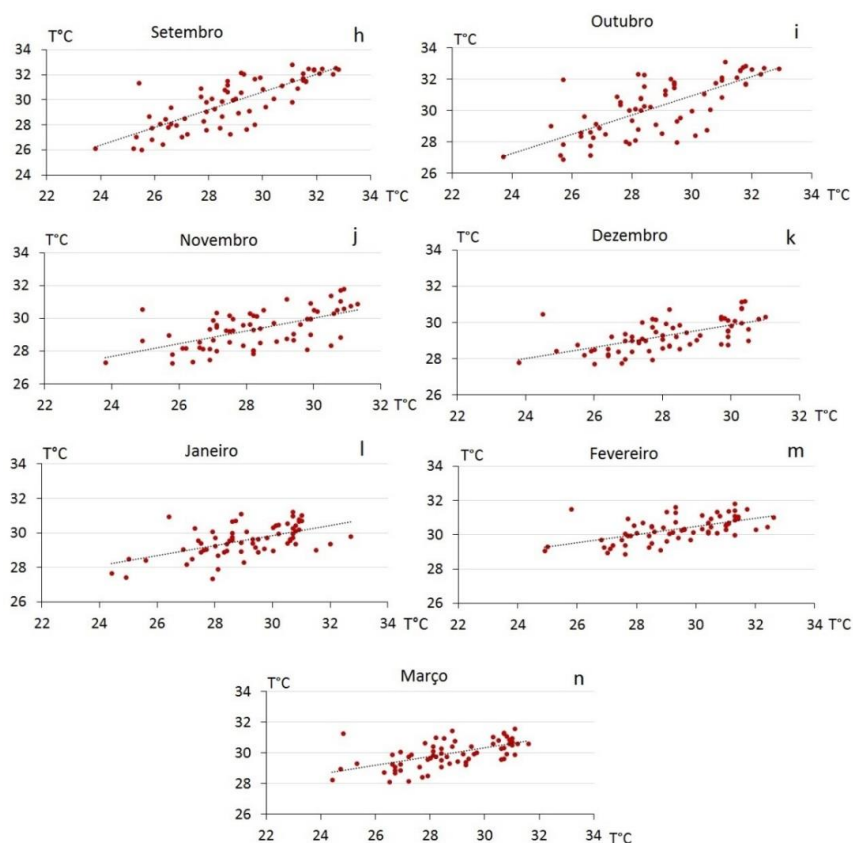


FIGURA 3: Gráfico de correlação dos valores de temperatura máxima do ar (°C), entre os dados do WorldClim (eixo x) e das interpolações com Krigagem (eixo y).

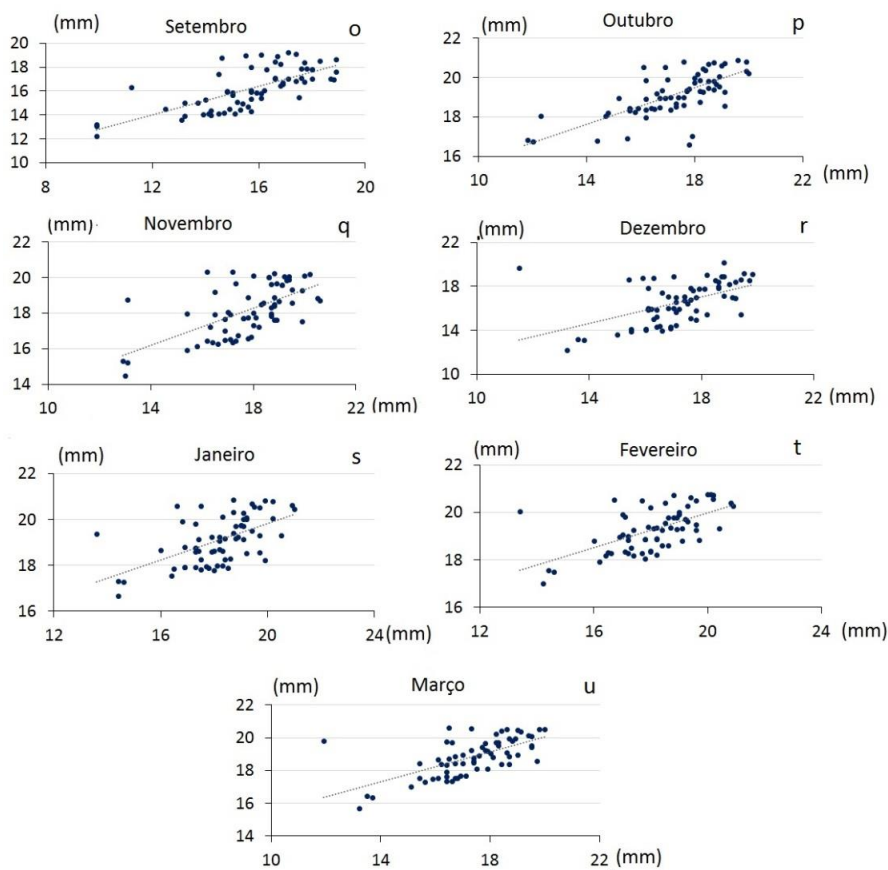


FIGURA 4: Gráfico de correlação dos valores de temperatura mínima do ar (°C), entre os dados do WorldClim (eixo x) e das interpolações com Krigagem (eixo y).

Em todos os casos as correlações foram positivas, sendo os melhores valores de correlação os de precipitação em janeiro, com forte correlação ($r = 0,91$), e de temperatura mínima em dezembro, com correlação moderada ($r = 0,51$). No entanto, os valores de correlações foram variáveis no período, assim, a análise dos modelos de previsão deve considerar que essas diferenças interferem na exatidão dos modelos gerados.

3.3. Mapas

Nas Figuras de 5 a 10 são apresentados mapas de precipitação e temperatura, elaborados com dados do WorldClim e BDMEP que foram interpolados com Krigagem Ordinária (para temperatura) e Cokrigagem Ordinária (para precipitação).

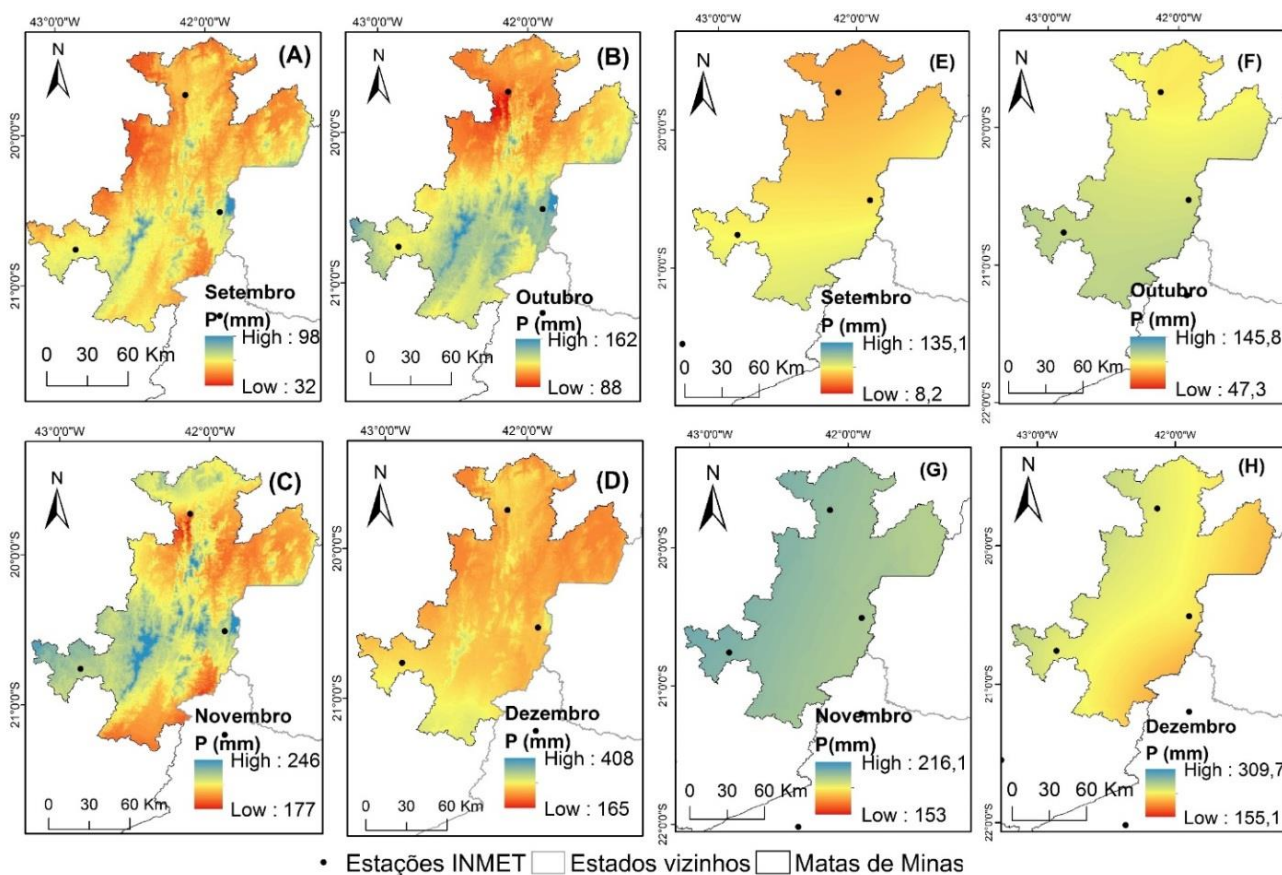


FIGURA 5: Valores de precipitação, P (mm), durante os meses de setembro a dezembro, com dados do WorldClim (A, B, C, D), e do INMET (E, F, G, H).

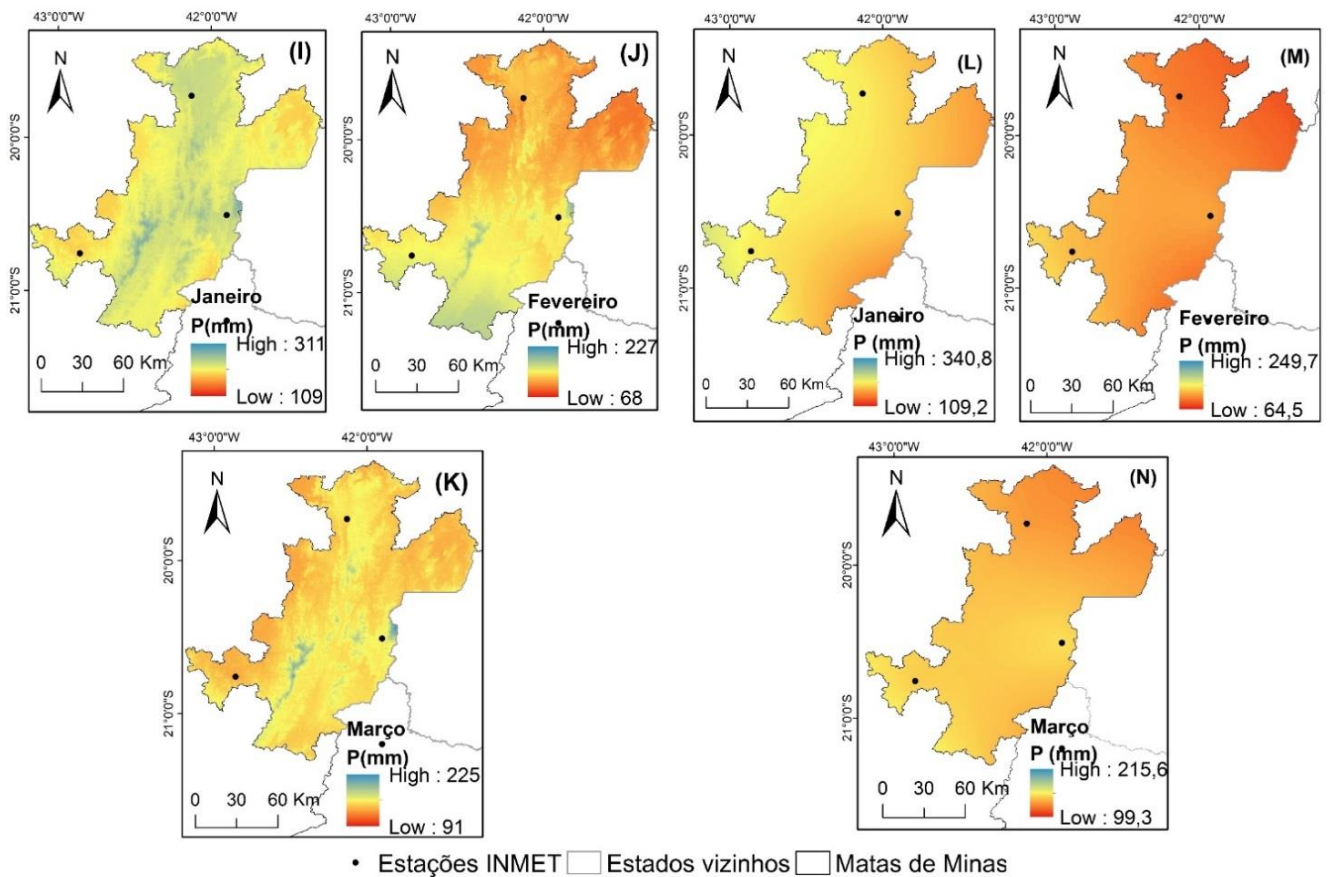


FIGURA 6: Valores de precipitação, P (mm), durante os meses de janeiro a março, com dados do WorldClim (I, J, K), e do INMET (L, M, N).

Nota-se com base na Figura 5, que em ambas fontes de dados, o mês de dezembro (Figuras 5D e 5H), apresentou maior volume de chuva registrado, e setembro (Figuras 5A e 5E) o menor.

A variação térmica da região das Matas de Minas, está representada nos mapas de temperatura do ar (Figuras 7 a 10).

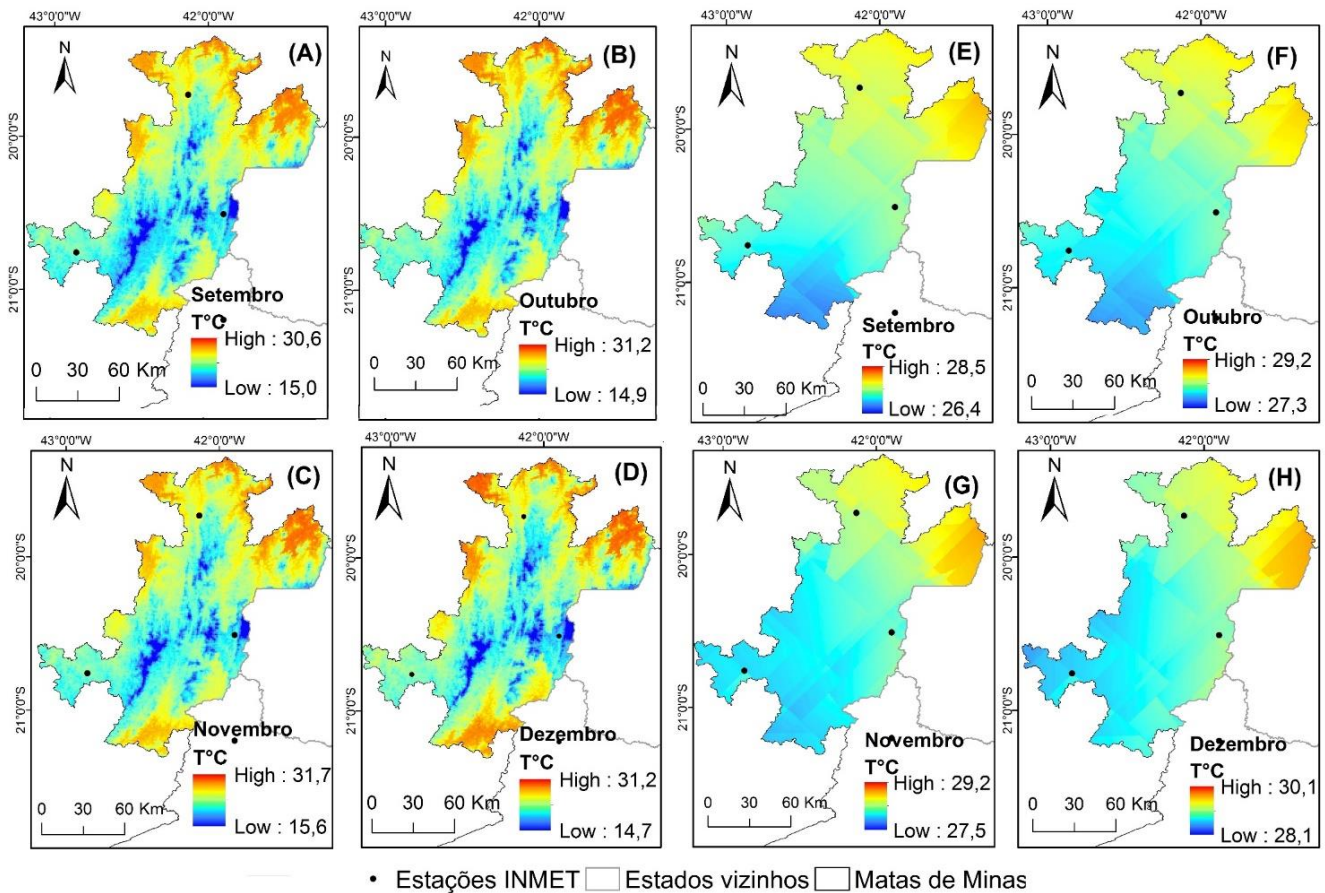


FIGURA 7: Valores de temperatura máxima (T^oC), durante os meses de setembro a dezembro, com dados do WorldClim (A, B, C, D), e do INMET (E, F, G, H).

Nota-se que novembro (Figuras 7C) foi o mês com as maiores médias térmicas segundo os dados do WordClim, contudo, com base nos dados do INMET tal fato foi observado no mês de dezembro (Figuras 7H).

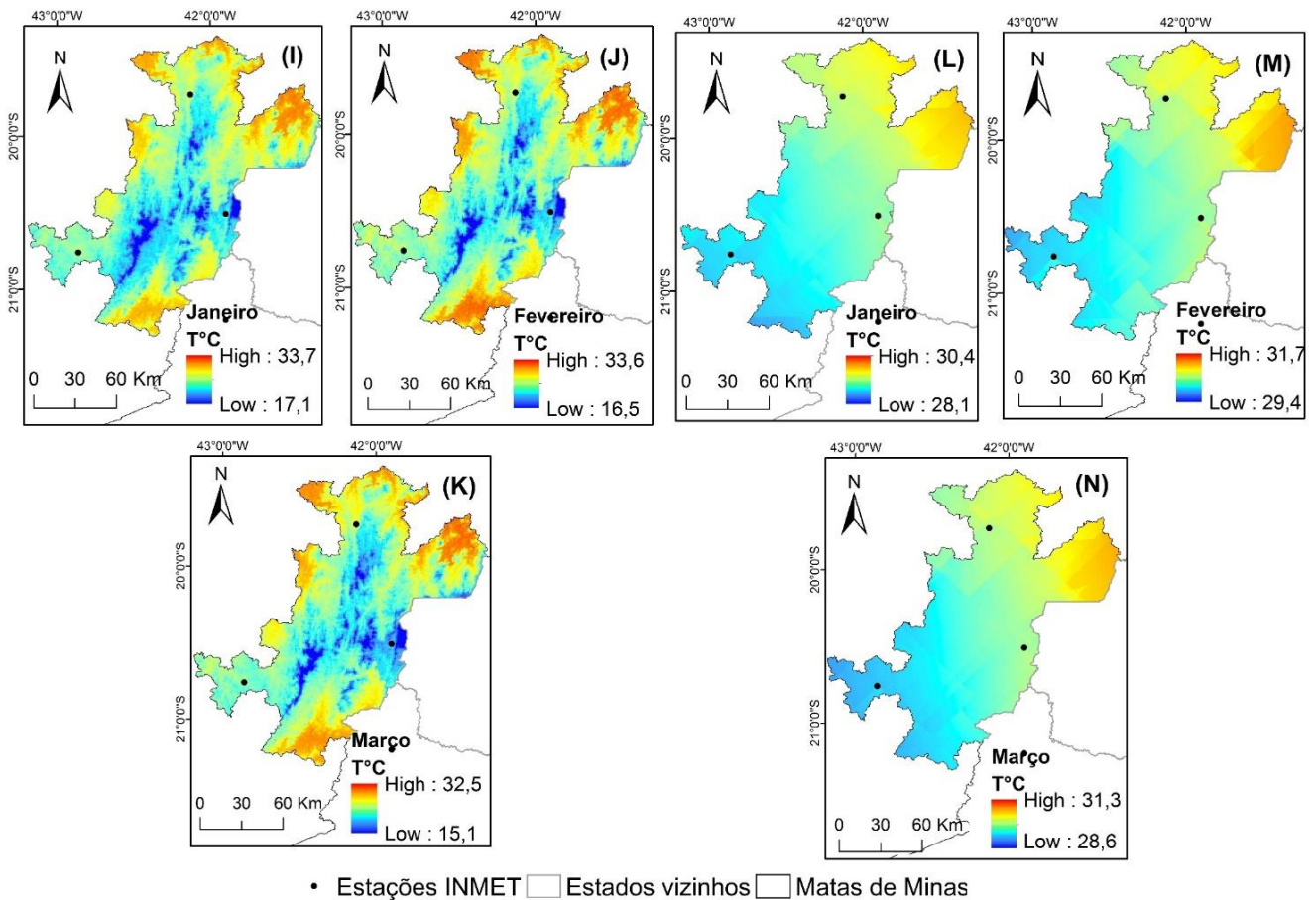


FIGURA 8: Valores de temperatura máxima (T°C), durante os meses de janeiro a março, com dados do WorldClim (I, J, K), e do INMET (L, M, N).

No período do verão, com base nos dados do WorldClim, os meses de janeiro (Figura 8I) e fevereiro (Figura 8J) apresentaram os maiores valores de temperatura e amplitude térmica, diferentemente dos valores previstos pelos interpoladores que expressaram pequena amplitude térmica nesses meses.

Nas Figuras 9 e 10 são apresentados os mapas com o padrão de temperaturas mínimas do ar.

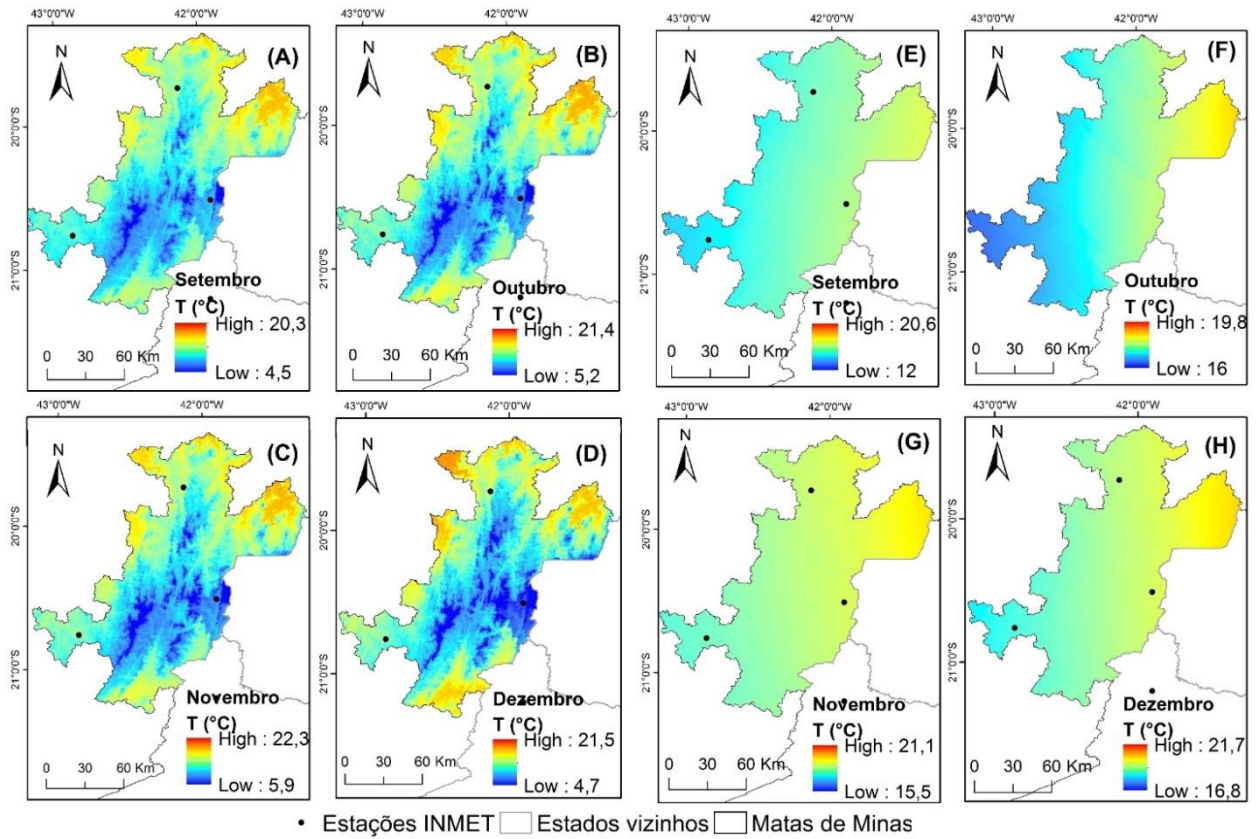


FIGURA 9: Valores de temperatura mínima do ar (T°C), durante os meses de setembro a dezembro, gerados a partir dos dados do WorldClim (A, B, C, D), e do INMET (E, F, G, H).

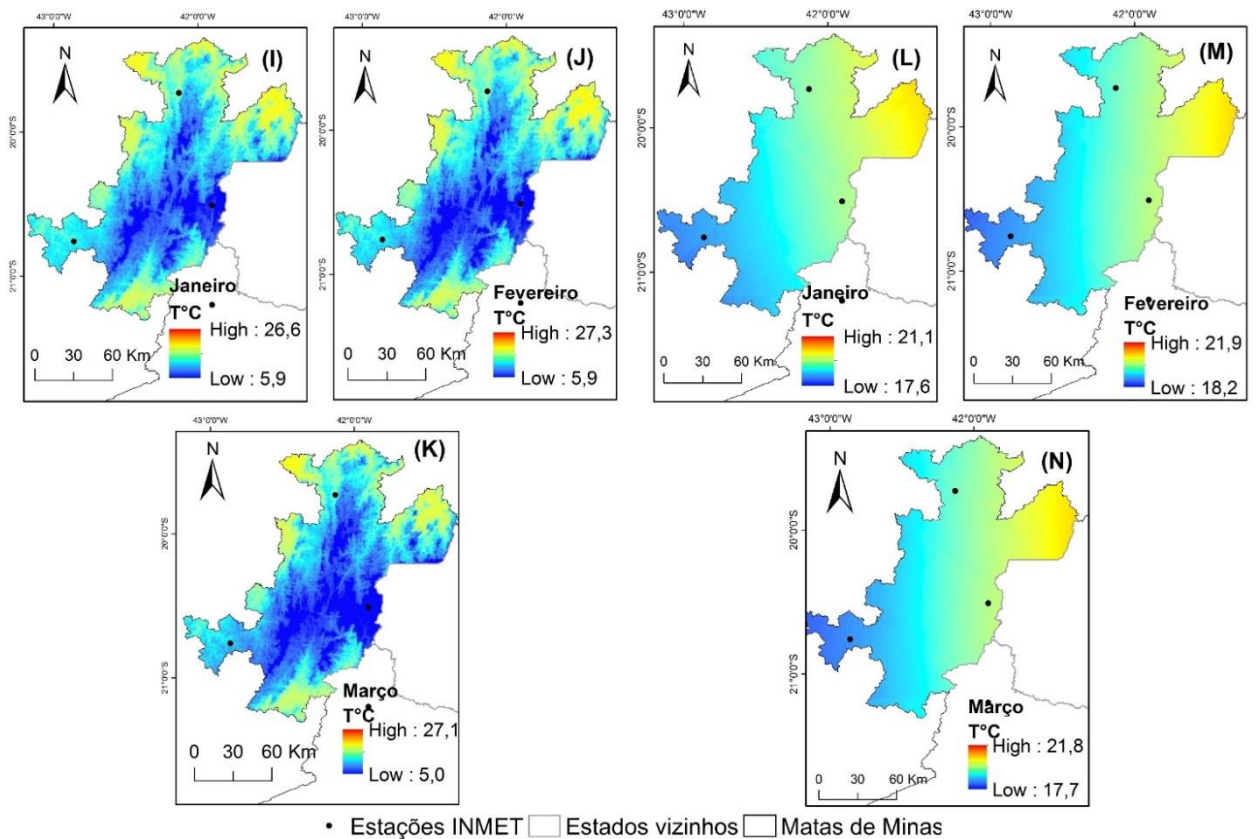


FIGURA 10: Valores de temperatura mínima (T°C), durante os meses de janeiro a março, gerados a partir dos dados do WorldClim (I, J, K), e do INMET (L, M, N).

Os mapas com os dados do WorldClim foram menos generalistas mostrando melhor as nuances nas diferenças climáticas na região, em comparação com os mapas feitos com dados das estações do INMET, mesmo com bons resultados dos modelos preditivos dos interpoladores, por ser uma rede com poucas estações.

4. Conclusões

De acordo com os resultados dos erros médios gerados nas interpolações, os interpoladores Krigagem e Cokrigagem podem ser apontados como mais adequados para mapear o padrão de chuvas e temperatura do ar no período estudado, na região das Matas de Minas. No entanto, as interpolações geradas pelos interpoladores foram generalistas, e não captaram bem as nuances das diferenças térmicas e pluviométricas da região. De modo geral no Brasil existem poucos dados de estações convencionais disponíveis, sendo essa uma das limitações ao uso desses dados para trabalhos em grandes áreas.

Observou-se certa correspondência entre os dados previstos (interpoladores) e observados (WorldClim). Todavia, os modelos de previsão gerados pelos interpoladores sugerem que o mapeamento de elementos climáticos em grandes regiões com carência de dados de estações meteorológicas pode ser inadequado para alguns estudos, considerando a extensão da área e as configurações do relevo da região, o que indica a vantagem do uso das informações do WorldClim.

Agradecimentos

Agradecemos à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento, à Universidade Federal de Viçosa (UFV) e à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) café pelo apoio à realização desse estudo.

Referências

- ALVES, E. D. L.; VECCHIA, F. A. S. Análise de diferentes métodos de interpolação para a precipitação pluvial no Estado de Goiás. **Acta Scientiarum**. Human and Social Sciences, Maringá, v. 33, n. 2, p. 193-197, 2011.
- ANGÉLICO, J. C. Desempenho da cokrigagem na determinação da variabilidade de atributos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, n.6, p.931-936, 2006.
- CAMARGO, A. P.; CAMARGO, M. B. P. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. **Revista Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 1, p. 65-68, 2001.
- CARVALHO, J. R. P.; QUEIROZ, E. F. **Uso de cokrigagem colocada na determinação da distribuição espacial de precipitação**. Campinas: EMBRAPA, 2002. 4p. Boletim Técnico.
- CARVALHO, J. R. P.; ASSAD, e. D.; PINTO, H. S. Interpoladores geoestatísticos na análise da distribuição espacial da precipitação anual e de sua relação com altitude. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 2012.

- HIJMANS, Robert J. et al. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **International journal of climatology**, v. 25, n. 15, p. 1965-1978, 2005.
- JAKOB, A. A. E. A Krigagem como método de análise de segregação espacial da população. **Anais**. Recife; Encontros Nacionais da ANPUR, v. 10, 2013.
- LANDIM, P. M. B. Sobre Geoestatística e mapas. **Terra e Didática**, Campinas, v. 2, n. 1, p. 19-33, 2006.
- LI, J.; HEAP, A. A. Review of Spatial Interpolation Methods for Environmental Scientists. **Geoscience Australia Record**, Camberra, 2008.
- MEIRELES, E. J. E et al. **Zoneamento agroclimático: Um estudo de caso para o café**. Informe Agropecuário, v. 28, n. 241, p. 50 - 57, 2007.
- NGOLO, A. O. et al. **Zoneamento agroclimático para cultura do café em Angola**. 2014, Tese (Mestrado em agroecologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.
- PERIN, E. B. et al. Interpolação das variáveis climáticas temperatura do ar e precipitação: revisão dos métodos mais eficientes. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 40, n. 2, p. 269-289, 2015.
- PEZZOPANE, J. R. M. et al. Exigência térmica do café arábica cv. Mundo Novo no subperíodo florescimento-colheita. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1781-1786, 2008.
- RAMOS, C. et al. Modelagem da variação horária da temperatura do ar em Petrolina, PE, e Botucatu, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, p. 959-965, 2011.
- BRASIL. Ministério do Planejamento, desenvolvimento e Gestão. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618#resultado>>. Acesso em 31 de janeiro de 2017.
- VILELA, P. S.; RUFINO, J. L. D. S. **Caracterização da cafeicultura de montanha de Minas Gerais**. Estudos INAES e FAPEMIG. Cadeias Produtivas. Café, v.1, p.9, 2010.
- VIOLA, M. R. et al. Métodos de interpolação espacial para o mapeamento da precipitação pluvial. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 9, p. 970-978, 2010.