

GEOTECNOLOGIAS NA CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA REGIÃO DE MACHADO-MG

GUSTAVO SOUZA RODRIGUES¹, FERNANDO FERRARI PUTTI² LUÍS ROBERTO ALMEIDA GABRIEL FILHO³ ADRIANO BORTOLOTTI DA SILVA⁴

¹ Engenheiro Agrônomo, Mestrando, Professor Titular, Faculdade de Agronomia, Fundação Educacional de Machado – FEM, Machado - MG UNIFENAS - Univ José do Rosário Vellano, Alfenas - MG prof.gustavo@outlook.com.br

² Bacharel em Administração, Doutor em Agronomia, Prof. Assistente Doutor, Faculdade de Ciências e Engenharia, UNESP - Estadual Paulista, Tupã - SP; UNIFENAS - Univ José do Rosário Vellano, Alfenas - MG, fernandoputti@tupa.unesp.br

³ Graduado, Mestre e Livre-Docente em Matemática, Doutor em Agronomia, Prof. Adjunto, Faculdade de Ciências e Engenharia, UNESP - Univ Estadual Paulista, Tupã - SP, gabrielfilho@tupa.unesp.br

⁴ Graduado, Mestre, Doutor Agronomia, Prof, Titular, UNIFENAS - Univ José do Rosário Vellano, Alfenas - MG, adriano.silva@unifenas.br

Apresentado no
XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016
24 a 28 de julho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil

RESUMO: Devido ao enorme destaque que as mudanças climáticas vêm apresentando no decorrer dos anos, justifica-se a importância da análise de tendências dos eventos climáticos e hidrológicos críticos para compreender os possíveis impactos que as mudanças no clima poderão ocasionar na sociedade em geral. O presente trabalho faz parte de um projeto maior¹, cujo principal objetivo é aplicar metodologias que permitem à espacialização de elementos climáticos e posteriormente o zoneamento agrícola de culturas de importância econômica, utilizando às geotecnologias, mais precisamente, as técnicas de interpolação e manipulação de dados espaciais em ambiente de Sistemas de Informação Geográficas – SIG, possibilitando a análise dos elementos climáticos de qualquer região. Para tal, utilizaram-se dados obtidos das estações meteorológicas no estado de Minas Gerais referente às médias mensais e anuais de uma série histórica (1961-2015) de temperatura e precipitação, disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Os resultados apresentados foram satisfatórios, possibilitando representar as variáveis climáticas estudadas e entender melhor sua atuação na região.

PALAVRAS-CHAVE: temperatura, precipitação, mudanças climáticas, agrometeorologia, sistemas de informações geográficas.

GEOTECHNOLOGIES IN CLIMATE CHARACTERIZATION OF MACHADO-MG REGION

ABSTRACT: Due to the huge featured that climate change have shown through the years, it is justified to the importance of the trend analysis of critical hydrological events to understand the possible impacts that changes in climate can cause in society in general. This work is part of a bigger project¹, whose main objective is to apply methodologies that allow the spatial distribution of climatic elements and later the agricultural zoning of economically important crops, using the geotechnologies, more precisely, the interpolation techniques and manipulation of spatial data in Geographic Information Systems – GIS, enabling the analysis of climatic elements of any region. For this, were used data obtained from weather stations in the state of Minas Gerais referring to the monthly and annual averages of the series (1961-2015) of temperature and precipitation, provided by the National Institute of Meteorology - INMET. The presented results were satisfactory, allowing to represent the studied climatic variables and better understand their role in the region.

KEYWORDS: temperature, precipitation, climate change, agrometeorology, geographic information systems.

INTRODUÇÃO: O comportamento climático no planeta está variando intensamente nos últimos anos e vem se tornando cada vez mais extremas, produzindo aumento nos números de desastres ambientais e catástrofes, como também causando grandes prejuízos financeiros nas diversas regiões do planeta (IPCC, 2014; MARIN, ASSAD, PILAU, 2008).

De acordo com os estudos de Assad et. al (2008), as mudanças climáticas e o aquecimento global irão representar o início de uma nova reconfiguração geográfica no plantio e produção do café (*Coffea sp.*) no Brasil, trazendo possíveis perdas econômicas, já que o país corresponde aproximadamente por 30% do mercado mundial, e em um cenário mais pessimista, cerca de 33% das áreas com plantio de café aptas atualmente poderão se tornar inaptas ou de alto risco climáticos. O estado de Minas Gerais responde praticamente pela metade da produção nacional, e o café produzido na região do Sul de Minas Gerais é responsável pela maior parte da produção cafeeira estadual, caracterizando o cultivo de café como a maior atividade empregadora e geradora de rendas para essa região e um dos mais importantes do estado, desta forma, o Sul de Minas assume uma importância socioeconômica nacional como uma região agrícola e cafeeira, que no futuro poderá sofrer as consequências negativas das mudanças no clima (ABIC, 2015; LIBANO, CALDERARO, VALE, 2011). O objetivo deste trabalho é realizar a espacialização e a análise da temperatura e precipitação da região de Machado-MG.

MATERIAL E MÉTODOS: Para a espacialização climática o primeiro passo consiste em determinar e delimitar a área de estudo, logo após, de acordo com a metodologia aplicada, procede-se com a geração do banco de dados, regressão linear múltipla e espacialização dos elementos do clima (SANTOS et al. 2015). A área de estudo é representada pelo município de Machado-MG (Figura 1), que possui uma área territorial de aproximadamente 586 Km², localizada na coordenada geográfica de latitude 21° 40' 30" S e longitude 45° 55' 12" W localizado na microrregião de Alfenas, e na mesorregião do Sul de Minas, e sua principal fonte econômica é a exploração agrícola, sendo a cultura do café que se destaca como principal produto econômico e grande gerador de empregos (IBGE, 2015; INMET, 2015).

As técnicas de interpolação e espacialização foram empregadas em uma série meteorológica média de 55 anos, representativa de 31 estações climatológicas de Minas Gerais visando favorecer as interpolações estatísticas futuras dos dados.

A base de dados meteorológica de temperatura e precipitação foi importada para uma planilha eletrônica, com o objetivo de gerar um banco de dados contendo campos com as informações das estações climatológicas como: Município onde se localiza; Altitude; Latitude; Longitude; Série histórica mensal; e Média anual. Após geração da planilha eletrônica aplicou o método estatístico denominado crítica de dados para encontrar e corrigir eventuais falhas e erros que possam vir a comprometer os resultados espaciais e temporais.

Por meio do aplicativo computacional de SIG, ArcGIS[®], versão 10, foi realizada a importação das planilhas referentes à série histórica de temperatura e precipitação, resultando na sua vetorização espacial pontual com suas respectivas tabelas de atributos, contendo todos os campos referentes à temperatura média mensal e precipitação média mensal (SANTOS et al., 2015; OMENA, 2014; SANTOS, 1999).

Na prática, sabe-se que ocorre uma relação linear entre os elementos climáticos, como a temperatura e a precipitação (variáveis dependentes), com a altitude (variável independente), assim, foi aplicado a regressão linear múltipla, utilizando a altitude e as coordenadas de latitude e longitude como variáveis independentes e a temperatura e a precipitação como variável dependente, todas disponibilizadas nas tabelas de atributos oriundas das séries históricas de temperatura e de precipitação importadas para o aplicativo de SIG, ArcGIS[®] (SANTOS et al., 2015; CRUZ et al., 2014; RIBEIRO Jr., 2011):

A partir das coordenadas de latitude e longitude da imagem vetorial representativa das estações meteorológicas, aplicou-se a técnica geoestatística de interpolação espacial por tendência, gerando as imagens matriciais das coordenadas Latitude e Longitude. O bando de dados de altimetria, foi

importado para o ArcGIS® o Modelo Digital de Elevação (MDE) do projeto Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), disponibilizado gratuitamente no portal da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA na escala de 1:250.000 na projeção cartográfica WGS 84 (Figura 1), como também, as imagens vetoriais representando os limites estaduais e municipais da região fornecida pelo IBGE (SANTOS et al., 2014; EUGENIO, 2014). Aplicou-se a álgebra de mapas, tendo como entrada as equações de regressões lineares múltiplas com suas respectivas variáveis independentes representadas pelas imagens matriciais MDE/SRTM, coordenadas Latitude e Longitude em que obteve as imagens matriciais da média anual e de cada mês de temperatura e precipitação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O resultado final obtido foi o desenvolvimento dos mapas apresentando a distribuição espacial dos dados da série histórica de 55 anos da temperatura e precipitação das 31 estações climatológicas do INMET. Por meio dos mapas, podemos observar como os elementos climáticos se distribuem espacialmente, tornando a análise mais precisa e rica, principalmente em comparação às planilhas e tabelas. A espacialização destes elementos climáticos, consegue-se analisar sua interação com os fatores climáticos, principalmente quando trata-se da altitude e da latitude, pelo fato do município se localizar em uma área que apresenta um relevo bem acidentado com elevadas altitudes, principalmente na região oeste.

A área urbana de Machado está localizada na região central do município, onde observamos uma topografia menos acidentada com altitudes variando entre 700 a 900 metros, pode-se observar que as regiões mais baixas apresentam as maiores temperaturas médias anuais, já nas regiões mais altas podemos observar maiores volumes de precipitação atmosférica, evidenciando uma forte influência do relevo na formação de nuvens e de chuvas orográficas, apresentando também, em algumas épocas do ano, altas probabilidades de ocorrência de precipitações torrenciais e até mesmo na forma de granizo.

A cafeicultura constitui-se na principal atividade agrícola de Machado, e as lavouras estão presentes praticamente em todas as regiões do município, sendo responsável por promover e desempenhar os papéis socioeconômicos na região, como a geração de emprego e de renda para grande parte da população e as mudanças que ocorrem no clima afetam diretamente a produção cafeeira na região.

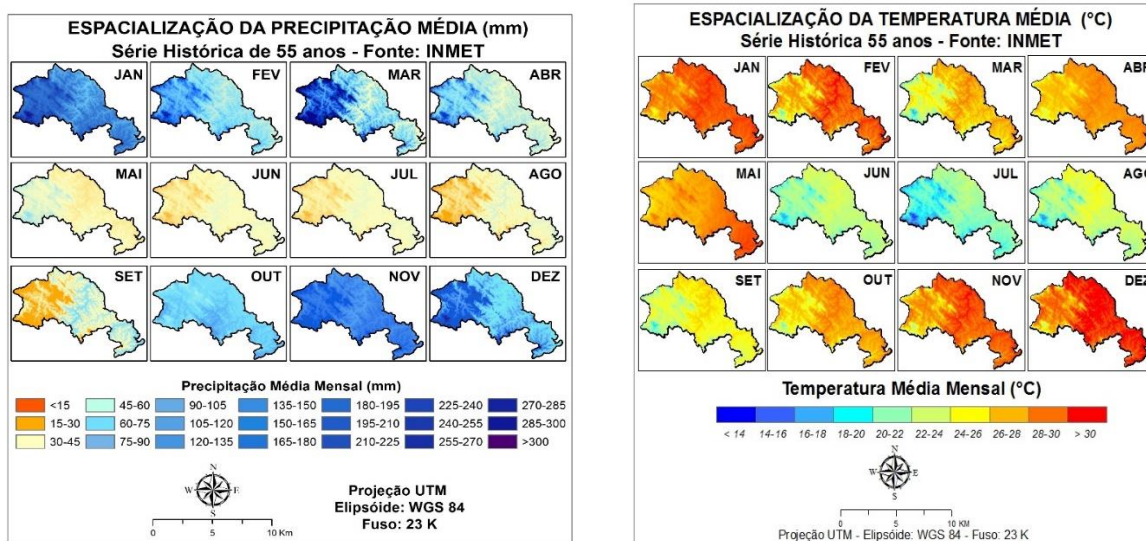


Figura 3. (A) Espacialização da precipitação média mensal (mm) entre 1961 e 2015 para o município de Machado-MG (B) Espacialização da temperatura média mensal (°C) entre 1961 e 2015 para o município de Machado-MG

CONCLUSÕES: É de fundamental importância à coleta e a espacialização de dados dos elementos climáticos e seu mapeamento para auxiliar nas pesquisas. A partir dos mapas de espacialização da temperatura e precipitação, torna-se possível observar a relação dos elementos climáticos com os

fatores climáticos e o quanto uma variável pode interferir ou influenciar outra variável. Sendo assim, as Geotecnologias foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

A importância de poder estudar e prever os principais fenômenos hídricos severos como secas e tempestades são fundamentais no papel de compreender as mudanças climáticas para que no futuro a população não sofra com os possíveis impactos negativos que as mudanças no clima possam trazer para a agricultura na região.

AGRADECIMENTOS:

Os autores agradecem o Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Irrigação/Drenagem) da FCA/UNESP, Botucatu-SP, ao Programa em Agronomia (Agricultura Sustentável) da UNIFENAS, Alfenas-MG pelo suporte científico, o CNPq pela concessão das bolsas de produtividade em pesquisa do terceiro autor (Processo 306964/2014-7). Pelo suporte financeiro que permitiu a participação neste evento, a FAPEMIG e a FAPESP.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Sistema de Informações Hidrológicas** – Dados online. Disponível em: < <http://hidroweb.ana.gov.br/>> Acesso em: 11/2015.
- ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; ZULLO JUNIOR, J.; EVANGELISTA, S. R. de M.; OTAVIAN, A. F.; ÁVILA, M. H. de; EVANGELISTA, B. A.; MARIN, F.; MACEDO JUNIOR, C.; PELLEGRINO G.; COLTRI, P. P.; CORAL, G. A nova geografia da produção agrícola no Brasil. In: DECONTO, J. G. (Coord.). **Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária: Unicamp, 2008. 82p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ – ABIC. **Produção Agrícola 2015** – Dados online. Disponível em < <http://www.abic.com.br/>> Acesso em: 11/2015.
- CRUZ, M. A. S.; SOUZA, L. A.; ARAGÃO, R.; SILVA, R. R. S.; MOTA, P. V. M., Aplicação de regressão linear múltipla para estimativa da precipitação média anual considerando a variabilidade espacial no estado de Sergipe: In: **XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. 2013, Bento Gonçalves-RS, Brasil.
- EUGENIO, F. C.; PELUZIO, T. M. O.; PEREIRA, A. A. B.; SANTOS, A. R.; PELUZIO, J. B. E.; BRAGANÇA, R.; FIEDLER, N. C.; PAULA, E. N. S. O. Zoneamento agroclimatológico do Coffea canefora para o Espírito Santo mediante interpolação espacial. **Revista Coffee Science**, v.9, n.3, Lavras, p.319-328, 2014.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Indicadores da Agropecuária** – Dados online. Disponível em < <http://www.ibge.gov.br/>> Acesso em 10/2015
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. n – Dados online. Disponível em < <http://www.inmet.gov.br/>> Acesso em: 10/2015.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Climate Change 2014: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate. Geneva, Switzerland, 2014. 151p.
- MARIN, F. R.; ASSAD, E. D.; PILAU, F. G., **Clima e ambiente: introdução à climatologia para a ciências ambientais**. Campinas, SP. Embrapa Informática Agropecuária, 2008. 127p.
- OMENA, M. S. **Conjunto de ferramentas computacionais para análises agroclimáticas**. Dissertação (Mestrado - Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Campos dos Goytacazes, RJ. 106 p, 2014.
- RIBEIRO Jr, J. I. **Análises estatísticas no Excel: guia prático**, Viçosa: UFV. 2011.
- SANTOS, A. R.; RIBEIRO, C. A. A. S.; SEDIYAMA, G. C.; PELUZIO, J. B. E.; PEZZOPANE, J. E. M.; BRAGANÇA, R. **Espacialização de Dados Meteorológicos no ArcGIS 10.3: passo a passo**. Alegre, ES: CAUFES, 2015, 58p.
- SANTOS, A. R. **Zoneamento agroclimatológico para a cultura do café conilon (Coffea canéfora L.) e arábica (Coffea arábica L.) na bacia do rio Itapemerim, ES**. Dissertação (Mestrado – Meteorologia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 78 p, 1999.