

ANÁLISE ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NA MESORREGIÃO GEOGRÁFICA DA BORBOREMA, ESTADO DA PARAÍBA.

José Jerônimo de Souza Nascimento ¹

RESUMO

A mesorregião geográfica da Borborema inserida no contexto do semiárido brasileiro. Consiste em um espaço geográfico caracterizado por condições climáticas singulares em escala local, com irregulares e concentradas precipitações, longas estiagens, má distribuição de recursos hídricos para agricultura. Desse modo, objetivou-se com o trabalho analisar espacialmente a precipitação pluviométrica no referido espaço geográfico, no período que compreende os anos de 2007 a 2010. Demonstrando o comportamento espacial da precipitação pluviométrica, a partir de mapas temáticos e gráficos; além das possíveis correlações existentes para o parâmetro climático em estudo; e fornecer informações importantes para tomadas de decisão acerca de produção agrícola na referida mesorregião. Para tanto foram utilizados dados observados de precipitação de 44 postos pluviométricos de monitoramento da Agência de Gestão das Águas do Estado Paraíba (AESA). Após a aquisição dos dados, os quais tiveram as falhas preenchidas e por fim interpolados a partir do método de interpolação Inverso do Quadrado da Distância (IDW). Os resultados obtidos apontaram que entre os anos de 2007 a 2015, os valores de precipitação anual acumulada variaram de 98 a 1.036 mm. Em termos espaciais, a precipitação apresentou uma dinâmica de maiores volumes de Oeste para os menores volumes a Leste da mesorregião. Assim evidenciou-se que, a utilização dos procedimentos metodológicos apresentou significativa eficiência para o objetivo do estudo. Uma vez que permitiu analisar a dinâmica espacial da precipitação de maneira satisfatória na mesorregião geográfica da Borborema.

Palavras-chave: Variação climática; Espacialização, Geoprocessamento.

INTRODUÇÃO

Conhecer as características hidrográficas e hidrológicas torna-se fundamental para um efetivo gerenciamento dos recursos hídricos disponíveis em um determinado espaço geográfico. Logo, por expressarem a sua dinâmica espaçotemporal, as variáveis envolvidas no ciclo hidrológico, dentre elas, a precipitação pluviométrica, consiste em uma variável que auxiliam no entendimento do sistema hidroclimatológico em diferentes escalas, devido estar envolvida de forma direta nos processos hidrológicos (SENEVIRATNE et al., 2010).

A precipitação, em distintas abordagens quali-quantitativas apresenta certa dificuldade na sua mensuração, sobretudo no que diz respeito ao comportamento espacial. Nesse sentido, o entendimento dessa variabilidade, torna-se possível através da utilização de dados consistentes, oriundos de redes de monitoramento extensas que utilizam instrumentos a partir de métodos diretos e indiretos e que estejam em constante manutenção.

¹ Geógrafo e Professor do Curso Técnico em Mineração da ECIT Padre Jerônimo Lauwen, jeronimodesouza.sl@hotmail.com

Desse modo, ao considerar a importância para o desenvolvimento da agricultura, nos últimos anos houve uma consolidação nos monitoramentos hidrológicos; entretanto, ao considerar, por exemplo, que a existência de dados desta variável hidroclimatológica pode não corresponder à totalidade territorial do espaço geográfico em estudo, originando sub e superestimações, a representatividade pode apresentar certas limitações (CROW et al.; 2011). Contudo, para solucionar esses possíveis problemas são propostas formas inovadoras de se calcular valores para essa variável, como o uso de dados de parâmetros climatológicos observados ou de sensores remotos meteorológicos (KERR et al., 2012; DORIGO et al., 2011).

Para Montenegro e Ragab (2010), estudos sobre processos hidrológicos são de grande interesse para o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos, pois identificam os possíveis impactos nesses recursos conforme as alterações dos elementos climáticos e no uso do solo. Esses estudos apresentam certa complexidade, tendo em vista as características específicas dos elementos naturais envolvidos, de acordo com as suas relações tanto no tempo, quanto no espaço em uma determinada área de estudo (MANETA; SCHNABE; JETTEN, 2008).

Segundo Bernardi et al., (2013), a precipitação pluviométrica consiste em um componente fundamental do ciclo hidrológico, a qual ao atingir a superfície terrestre, parte pode infiltrar-se no solo e atuar na formação dos lençóis freáticos e das nascentes. Como também fazer parte dos escoamentos (superficiais, subsuperficiais e subterrâneos), onde os cursos de águas são então formados, diferenciando-se principalmente pela profundidade e localização onde a água escoar.

No mesmo sentido Qin et al., (2014), afirmaram que a precipitação é um componente-chave do ciclo hidrológico, a qual regula os fluxos hidrológicos entre a terra e a atmosfera. Também, a consideram importante para os modelos hídricos de superfície, proporcionando a realização de medições nas escalas global e/ou local. Portanto, crucial para a compreensão do clima e do ciclo hidrológico, simulando na superfície terrestre (SALIO et al., 2015; BEHRANGI et al., 2011).

Kucera et al., (2013) colocaram que o conhecimento das áreas onde a precipitação ocorre permite uma eficiência na gestão dos recursos hídricos, na prevenção de desastres naturais e, conseqüentemente, um melhor desenvolvimento das atividades humanas. Nesse sentido, Pereira et al., (2013), apontaram o uso da precipitação para validação de modelos numéricos de previsão do tempo e clima, balanço hídrico e radiação. Além de ressaltarem a

importância da compreensão da variabilidade espacial, destacando a representatividade dos monitoramentos realizados pelas estações meteorológicas.

Conforme Devasthale e Norin (2014), o monitoramento da precipitação é importante, uma vez que se trata, como já citado, de um fenômeno de grande relevância no ciclo hidrológico, como também, para o gerenciamento dos recursos hídricos. Logo, em uma perspectiva climática, mudanças nas características da precipitação, tais como: distribuição, frequência e quantidade podem ter consequências significativas para o planejamento dos recursos hídricos.

Wagner et al., (2012), chamaram a atenção que os dados de precipitação precisos são primordiais em estudos agrícolas relacionados aos recursos hídricos. Os quais, quando oriundos de medições de pluviômetros, são adequados para uso em áreas consideradas de pequena escala. No entanto, em escalas maiores se faz necessário averiguar a adequada representação espacial da precipitação, que na sua maioria, são realizadas por interpolações. Ou seja, pode ser representado espacialmente pelos métodos do polígono de Thiessen, inverso da distância ponderada ou por geoestatística (DI PIAZZA et al., 2011).

O método mais comum para quantificar a precipitação, baseia-se em observações de pluviômetros, embora sejam reconhecidos por ser propenso a incertezas na representatividade espacial, devido ser pontuais e suscetíveis a fatores naturais inerentes à localidade da estação do posto, além da influência antrópica na mensuração e manipulação dos dados e equipamentos (KIDD et al., 2014; TAPIADOR et al., 2012; KIDD; LEVIZZANI, 2011).

Entretanto, a necessidade de monitorar e compreender o clima, bem como a crescente preocupação com os impactos ambientais causados pelas atividades antropogênicas, ampliaram e acentuaram a importância das observações ambientais. Nesse contexto, surgiram os sensores remotos meteorológicos para auxiliar na geração dados, fornecendo estimativas de precipitação com significativas resoluções espaciais e temporais (VILLARINI; KRAJEWSKI, 2010).

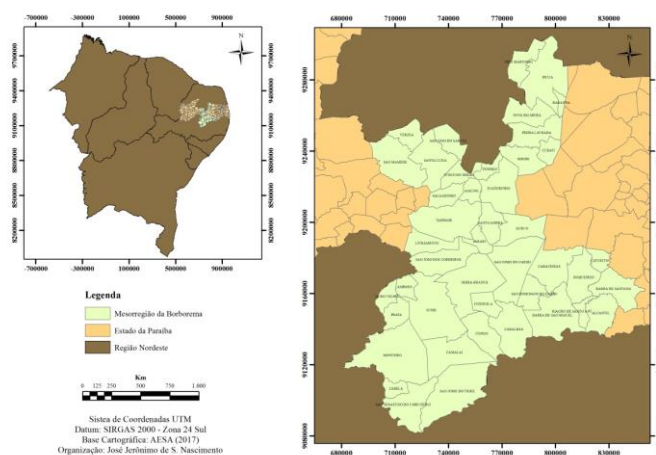
Portanto, neste contexto o presente trabalho tem como objetivo geral analisar espacialmente a precipitação pluviométrica na Mesorregião Geográfica da Borborema, Estado da Paraíba, no período de 2007 a 2010. Almejando demonstrar o comportamento espacial da precipitação pluviométrica, a partir de mapas temáticos e gráficos; compreender as possíveis correlações existentes entre o parâmetro climático em estudo; e fornecer informações importantes para tomadas de decisão acerca de produção agrícola na referida mesorregião.

METODOLOGIA

Localização da área de estudo

A área objeto de estudo do trabalho corresponde à Mesorregião Geográfica da Borborema no Estado da Paraíba, localizada entre as coordenadas do Sistema Universal Transversal de Mercator (UTM) 9.280.000 mE e 830.000 mN e 9.080.000 mE e 680.000 mN. Possui uma área territorial de 15.590 Km², englobando 44 municípios paraibanos (FIGURA 1).

Figura 1 – Mapa de localização da mesorregião geográfica da Borborema.



Fonte – Elaborado pelo autor (2017).

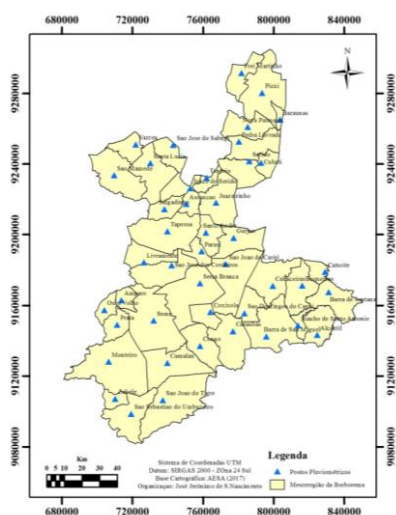
Aquisição e processamento de dados climáticos

Para estudar espacialmente a precipitação buscou-se dados deste parâmetro climático junto à Agência de Gestão das Águas do Estado Paraíba (AESA), correspondentes aos totais de precipitação acumulados nos anos de 2007 a 2016. Assim, foram coletados dados observados dos postos de monitoramento pluviométrico dos municípios que estão inseridos na mesorregião da Borborema, definidos conforme a área de influência, a partir da aplicação do Polígono de *Thiessen*.

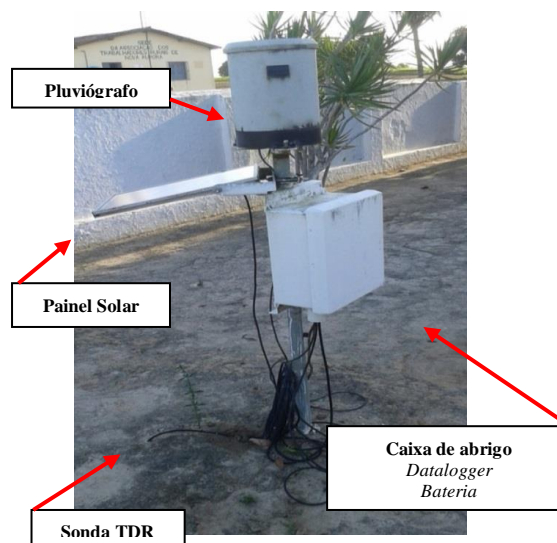
A localização e o modelo das estações de monitoramento postos podem ser visualizados nas Figuras 2 e 3, respectivamente. As quais são equipadas por aparelhos de monitoramento hidrológico, cuja coleta dos registros de precipitação é realizada por pluviógrafo digital (mecanismo *Tipping Bucket*), modelo TB4-L da *Campbell® Scientific*,

Inc., com precisão da báscula de 0,254 mm de chuva precipitada. Logo, os registros são armazenados em um *datalogger*, modelo CR510 alimentado por bateria de 12 V e painel solar. Assim, o registro para precipitao,  realizado a cada 1 (um) minuto em caso de ocorrência e acumulada a cada 6 (seis) horas.

Figura 2 – Mapa de localizao dos postos de monitoramento pluviométrico da AESA. **Figura 3** – Modelo de estao pluviográfica.



Fonte – Elaborado pelo autor (2017).



Fonte – Acervo fotográfico do autor (2017).

Análise de falhas dos dados

Para a escolha das datas levou-se em considerao a consistência dos dados das estaes meteorológicas. O ano inicial, 2007, foi delimitado devido a todas as estaes meteorológicas disponibilizarem dados a parti deste ano. Além disso, foram realizados preenchimentos de falhas dos dados, a partir do método que utiliza registros pluviométricos de pelo menos três estaes localizadas o mais próximo possível da estao que apresenta falha nos dados de precipitao, expresso na (EQUAO 1).

$$P_x = \frac{1}{3} \left[\frac{M_x}{M_a} P_a + \frac{M_x}{M_b} P_b + \frac{M_x}{M_c} P_c \right] \quad (1)$$

Espacializao da precipitao

Na modelagem espacial dos valores de precipitao foi utilizado o método de interpolao Inverso do Quadrado da Distância (IDW), que se baseia na dependência espacial, uma vez que, quanto mais próximo estiver um ponto do outro, maior a correlao entre seus

valores Equação 2. Logo, atribui-se maior peso para as amostras mais próximas do que para às mais distantes do ponto a ser interpolado.

Assim, o modelo multiplica os valores das amostras pelo inverso das suas respectivas distâncias ao ponto de referência para a interpolação dos valores.

$$z = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i} z_i}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i}} \quad (2)$$

Em que,

z = valores estimados;

n = número de amostras;

z_i = valores conhecidos;

d_i = distâncias entre os valores conhecidos e estimados (z_i e z).

Segundo Tsuyuguchi, Cunha e Rufino (2010), o método IDW assume que os pontos mais próximos, para o processamento da célula, influenciam mais fortemente do que aqueles mais afastados. Portanto, é recomendado quando a variável a ser mapeada diminui com a distância na localização amostrada.

Mapas temáticos

Foi criado um banco de dados para a organização e inclusão dos dados vetoriais e *rasters* (imagens). Nesta plataforma integradora foi adotado o sistema de coordenadas UTM e o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS-2000), Zona 24 Sul. Os referidos dados foram processados, e os mapas temáticos foram gerados com a utilização do *software* de Sistema de Informações Geográficas (SIG) ArcGIS 10.1, a partir da licença concedida pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) – Campus Picuí.

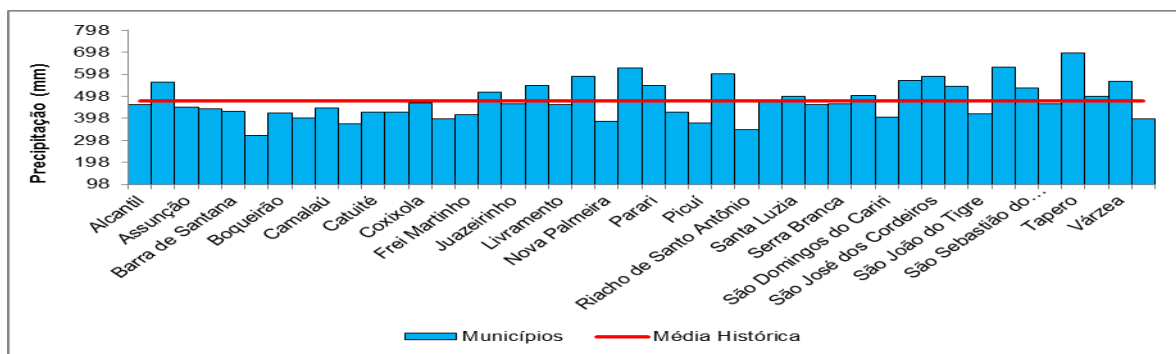
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Distribuição espacial da precipitação

A espacialização da precipitação para a mesorregião geográfica da Borborema obteve-se como resultado, o comportamento da precipitação em (mm) para os anos estudados (2007 e 2016). Desse modo, a Figura 4 demonstra a média dos postos pluviométrica com influência na

área de estudo, em relação à média histórica de 478,1 mm correspondente aos últimos dez anos, conforme monitoramento da AESA. Com isto, notou-se que aproximadamente 60 % das precipitações referentes aos municípios no espaço de tempo analisado foram abaixo da média histórica.

Figura 4 – Gráfico da média das precipitações de 2007 a 2016 na mesorregião geográfica da Borborema.

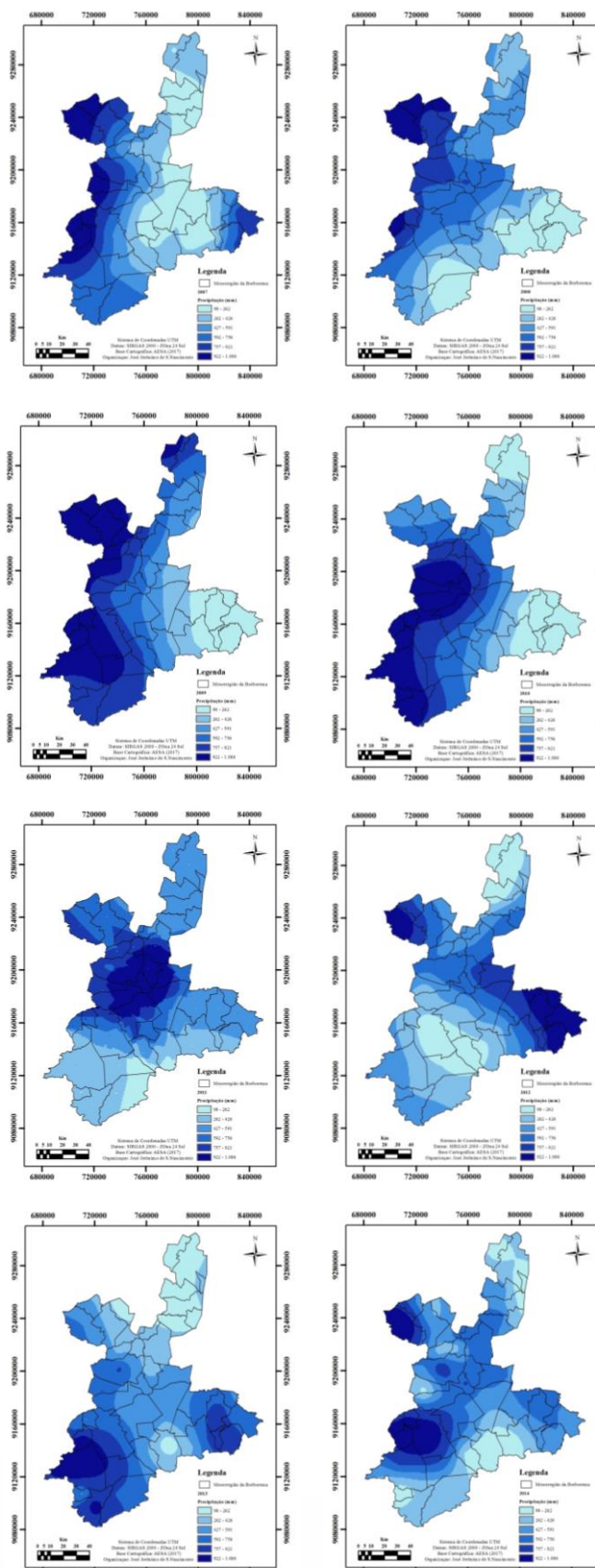


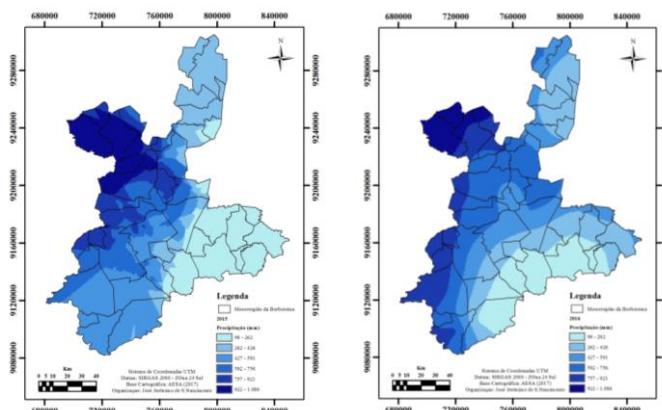
Fonte – AESA (2017). Elaborado por Nascimento (2017)

Observa-se ainda, que as médias de precipitação pluviométrica espacializada na referida mesorregião para o período de tempo analisado apontam que os municípios cuja precipitação foi acima da média histórica, não apresentam significativos volumes precipitados. A exceção de Taperoá que teve volumes em torno de 700 mm. Constatou-se que a distribuição espacial da precipitação, de modo geral, expressa os seus maiores volumes, correspondentes às áreas a Oeste e a Noroeste da mesorregião, como exceção do ano de 2012 em que a precipitação concentrou-se a Nordeste (*i.e.* nos territórios dos municípios de Gurjão, Santo André e São João do Cariri). Contudo, estas áreas com maiores precipitações apresentaram significativas elevações que podem influenciar nas precipitações. Por outro lado, os menores índices pluviométricos foram relacionados às áreas da bacia que compreendem os municípios de Picuí e Pedra Lavrada, nas porções ao Norte (FIGURA 5).

Ao analisar os mapas do total de precipitação do período estudado, verificou-se que, onde houve uma baixa precipitação em relação a media histórica, ocorrendo de forma concentrada ou não, especificamente nas porções Leste e Nordeste da mesorregião, com um índice pluviométrico mínimo de 98 mm, corresponde às áreas com significativos processos de desertificação. Em especial, os municípios de Picuí, na microrregião do Seridó Oriental e Cabaceiras na microrregião do Cariri Ocidental.

Figura 5 – Mapas de pluviometria para os anos de 2007 a 2016 na mesorregião geográfica da Borborema.





Fonte – AESA (2017). Elaborado por Nascimento (2017)

Com base nos resultados obtidos, constata-se que há uma significativa irregularidade espacial da precipitação na mesorregião da Borborema. Essa característica converge com feições de outras regiões geográficas inseridas no contexto do semiárido. Ou seja, são semelhantes no que diz respeito à concentração e distribuição das precipitações em determinado espaço geográfico. Nesse sentido, Rebouças (1997) alerta que a precipitação pluviométrica no semiárido nordestino, pode ocorrer em um mês ou distribuídas de forma irregular em 3-5 meses chuvosos no ano.

Ainda, nessa perspectiva Junior e Almeida (2012), afirmam que são peculiares a descontinuidade espaçotemporal no regime de chuvas em algumas regiões semiáridas, ou seja, apresentam valores discrepantes de precipitação pluviométricas em localizações não muito distantes. Pereira e Cavalcanti (2014) ressaltar que fatores como elevados albedos, Zona de convergência Intertropical – ZCIT e linhas de instabilidades são alguns fenômenos que atuam na irregularidade espaçotemporal da distribuição de chuvas no semiárido nordestino.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os procedimentos metodológicos aplicados neste trabalho possibilitaram expor a configuração espacial da precipitação pluviométrica na mesorregião geográfica da Borborema. À medida que, considerou-se o uso das técnicas de geoprocessamento, satisfatório, uma vez que, permitiram gerar informações importantes sobre a referida área atendendo ao que se propôs nos objetivos.

Ainda nesta perspectiva, o emprego do interpolador IDW permitiu analisar as configurações espaciais da precipitação de maneira adequada, entretanto, entende-se que a

realização de monitoramentos constantes de precipitação é de fundamental importância para a mesorregião.

Os resultados preliminares obtidos e apresentados neste estudo proporcionaram subsídios para um melhor entendimento das características da precipitação da referida mesorregião, principalmente, no período correspondente as baixas precipitações, buscando melhores métodos para preservação e conservação dos recursos naturais. Portanto, destaca-se que na área de estudo as atividades antrópicas, em especial à agrícola devem ser adequadas e planejadas, com o objetivo de impactar o mínimo possível, evitando a degradação das terras.

No que se refere aos índices pluviométricos comprovou-se que os maiores valores corresponderam às áreas mais elevadas e a Oeste, diminuindo gradativamente em direção à porção Leste da mesorregião. Com o estudo concluiu-se que o emprego dos dados observados precipitação é viável, pois demonstraram-se representativos para área de estudo.

Entende-se que os produtos deste trabalho são instrumentos de suporte, associados a outras pesquisas mais específicas e a políticas públicas eficientes, com o intuito de fomentar a produção agrícola. Sendo assim, este trabalho torna-se relevante à medida que apresentou uma possibilidade de desenvolver estudos agroclimáticos. Como também, a importância de expor informações sobre uma área de estudo com pouco conhecimento científico, nesta interface: clima-agropecuária, contribuindo para mudança de concepção.

REFERÊNCIAS

BEHRANGI, A. et al. **Hydrologic evaluation of satellite precipitation products over a mid-size basin**. Journal of Hydrology, v. 397, p. 225-237, 2011.

BERNARDI, E. C. S. et al. **Watershed as a unit of environmental management**. Disciplinarum Scientia, v. 13, n. 2, p. 159-168, 2013.

CROW, W. T. et al. **Correcting rainfall using satellite-based surface soil moisture retrievals: the soil moisture analysis rainfall tool (SMART)**. Water Resources Research, vol. 47, W08521, 2011.

DEVASTHALE, A. NORIN, L. **The large-scale spatio-temporal variability of precipitation over Sweden observed from the weather radar network**. Atmospheric Measurement Techniques, v. 7, p. 1605–1617, 2014.

DI PIAZZA, A. et al. **Comparative analysis of different techniques for spatial interpolation of rainfall data to create a serially complete monthly time series of precipitation for sicily, italy.** Applied Earth Observation and Geoinformation, v. 13, p. 396–408, 2011.

DORIGO, W. A. et al. **The international soil moisture network: a data hosting facility for global in situ soil moisture measurements.** Hydrology and Earth System Sciences, v. 15, p. 1675–1698, 2011.

JÚNIOR, J.B.C; ALMEIDA, H.A. **Influência do fenômeno el-niño sobre o regime pluvial na microrregião de sousa, pb.** Revista Geonorte. Edição Especial. v.2, n.4,p. 904 – 915. 2012.

KERR, Y. H., et al. **Introduction to the special issue on the esa's soil moisture and ocean salinity mission (smos)—instrument performance and first results.** Ieee Transactions on Geoscience and Remote Sensing, v. 50, p. 1351–1353, 2012.

KIDD, C. et al. **So, how much of the Earth's surface is covered by rain gauges?.** Geophysical Research Abstracts, v. 16, EGU2014-10300, 2014.

KIDD, C.; LEVIZZANI, V. **Status of satellite precipitation retrievals.** Hydrology and Earth System Sciences, v. 15, p. 1109-1116, 2011.

KUCERA, P. A. et al. **Precipitation from space: advancing earth system science.** American Meteorological Society, v. 94, p. 365–375, 2013.

MANETA, M.; SCHNABEL, S.; JETTEN, V. **Continuous spatially distributed simulation of surface and subsurface hydrological processes in a small semiarid catchment.** Hydrological Processes, v. 22, p. 2196-2214, 2008.

MONTENEGRO, A. A. A.; RAGAB, R. **Hydrological response of a brazilian semi-arid catchment to different land use and climate change scenarios: a modelling study.** Hydrological Processes. v. 24, p. 2705 – 2723, 2010.

PEREIRA, G. et al. **Avaliação dos dados de precipitação estimados pelo satélite trmm para o brasil.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 18, n. 3, p. 139-148, 2013.

PEREIRA, R.C.G., CAVALCANTI, E.P. **Regimes pluviométricos da região ne do brasil: uma análise dos dados climatológicos de 1961 a 1990 utilizando acp.** Revista de Geografia (UFPE). V. 31, n. 2, p. 248-257 2014.

QIN, Y. et al. **Evaluation of satellite rainfall estimates over the chinese mainland.** Remote Sensing, v. 6. p. 11649-11672, 2014.

SALIO, P. et al. **Evaluation of high-resolution satellite precipitation estimates over southern South America using a dense rain gauge network.** Atmospheric Research, v. 163, p. 146–161, 2015.

REBOUÇAS, A.C. **Água na região Nordeste: desperdício e escassez.** Estudos avançados. São Paulo. v.11, p.127-154, n 29, 1997.

SENEVIRATNE, S. I. et al. **Investigating soil moisture climate interactions in a changing climate: a review.** Earth Science Reviews, vol. 99, p. 125–161, 2010.

TAPIADOR, F. J. et al. **Global precipitation measurement: methods, datasets and applications.** Atmospheric Research, v. 104–105, p. 70–97, 2012.

TSUYUGUCHI, B. B.; CUNHA, J. E. B. L.; RUFINO, I. A. A. **Uso de geotecnologias para espacialização de dados de precipitação, ndvi e temperatura de superfície da bacia do rio taperoá.** In: Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 3.,2010, Recife-PE, Anais.

VILLARINI, G. KRAJEWSKI, W. F. **Sensitivity studies of the models of radar-rainfall uncertainties.** Journal of Applied. Meteorology and climatology, v. 49, p. 288–309, 2010.

WAGNER, P. D. et al. **Comparison and evaluation of spatial interpolation schemes for daily rainfall in data scarce regions.** Journal of Hydrology, v. 464–465, p. 388–400, 2012.