



ANÁLISE DA VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA NA BACIA DO RIO DE ONDAS (BA) A PARTIR DE DIFERENTES MÉTODOS DE INTERPOLAÇÃO

Thamilin Costa Nakamura¹; José Yure Gomes dos Santos^{2} & Pedro Henrique Bagnara Fistarol³*

RESUMO – O presente estudo apresenta uma análise da variabilidade pluviométrica na Bacia do Rio de Ondas, Estado da Bahia, realizada por meio de diferentes métodos de interpolação espacial integrados ao SIG. Para tanto foram utilizados dados de 9 estações pluviométricas, distribuídas no interior e nas proximidades da bacia, para o período de 1978 a 2013. Para o preenchimento de falhas foi utilizado o método da ponderação regional e para a interpolação espacial da precipitação foram utilizados os métodos de Thiessen, IDW e Krigagem Ordinária, além do cálculo da média aritmética. A partir dos dados observados, constatou-se que a distribuição da precipitação ao longo dos anos se mostra com significativa variação interanual, com uma média histórica anual de 1.084 mm, uma máxima de 1.558 mm, registrada no ano de 1985, e uma mínima de 707 mm, registrada no ano de 1990. Em relação à variabilidade espacial, constatou-se, independente do método de interpolação adotado, que ela aumenta na direção de leste para oeste, devido à atuação dos Sistemas Frontais, que atuam nesse sentido, as Zonas de Convergência do Atlântico Sul e a diferença do padrão climático, que é predominantemente úmido na porção oeste da bacia e subúmido seco na porção leste.

ABSTRACT – This study presents an analysis of the rainfall variability in the Ondas River Basin, Bahia State, performed by different methods of spatial interpolation integrated into the GIS. Therefore, we used data from nine rainfall stations, distributed inside and near the basin for the period 1978 to 2013. For the filling of monthly failures, was used the method of regional weighting and spatial interpolation of precipitation were used the methods of Thiessen, IDW and Ordinary Kriging, in addition to calculating the arithmetic mean. Considering the observed data, it was found that the distribution of rainfall over the years showed significant year-on-year variation, with a historical annual average of 1084 mm, the highest variation, 1558 mm, was recorded in the year 1985, and the lowest, 707 mm, was recorded in 1990. Regarding the rainfall spatial variability, it was found, regardless of the adopted interpolation method, it increases in east-west direction, due to the action of Front systems, which act in this accordingly, to the South Atlantic Convergence Zone and to the difference in the weather pattern, which is predominantly wet in the basin's western portion and dry sub-humid in the eastern portion.

Palavras-Chave – precipitação; interpolação; variabilidade espacial.

¹ Aluna do curso de graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental – UFOB, Barreiras – BA. E-mail: thamilintcn@hotmail.com.

² Professor do Centro das Humanidades – UFOB, Barreiras – BA. E-mail: joseyure.santos@ufob.edu.br.

³ Aluno do curso de graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental – UFOB, Barreiras – BA. E-mail: pedrofistarol@outlook.com.

* Autor Correspondente

1 – INTRODUÇÃO

A mesorregião do Extremo Oeste Baiano tornou-se a principal fronteira agrícola do estado da Bahia. Mendonça (2006) afirma que nas décadas de 80 e 90, a região iniciou sua expansão agropecuária sem precedentes, e devido ao acréscimo significativo nas áreas de grãos, cultivos perenes e na agricultura irrigada, produziram-se importantes transformações, principalmente no que se refere ao uso e ocupação da terra.

Coincidentemente, por volta da década de 70, tem-se registrado dados sobre a ocorrência e disposição das precipitações na região oeste da Bahia, conforme visto na análise de dezenas de estações nessa região. A vinda dos diversos imigrantes, principalmente do sul do país, foi motivada pelo resultado dos promissores dados obtidos, onde constatou-se que a região possui clima com estações definidas, uma bacia hidrográfica de extraordinário suporte para projetos de irrigação, composta por rios perenes e de volume d'água suficiente para desenvolvimento das atividades agropecuárias.

Neste contexto de disponibilidade hídrica, tem-se a sub-bacia do Rio de Ondas, objeto desse estudo, que integra a Bacia do Rio Grande, que por sua vez é importante contribuinte da Bacia do Rio São Francisco. Os municípios de Barreiras e Luís Eduardo Magalhães, destaques no cenário agropecuário, encontram-se inseridos nesta sub-bacia e, por consequência, dependem do comportamento das precipitações para obter resultados satisfatórios no desenvolvimento das suas atividades.

Há diversos estudos que analisam a variabilidade espacial das precipitações em bacias hidrográficas com o intuito de conferir maior científicidade aos resultados que poderão vir a subsidiar tomadas de decisão (ANDRADE *et al.*, 1999; CHAVES, 1999; DOURADO *et al.*, 2013; MARCUZZO *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2010; WANDERLEY *et al.*, 2012). A mensuração de precipitação é essencial, dentre outros, para melhor entendimento do ciclo hidrológico, para o manejo adequado de uma bacia hidrográfica, no controle do uso dos recursos naturais, para o abastecimento urbano, e para embasar projetos de hidráulica e irrigação.

Estudar a variabilidade da precipitação é atualmente um aspecto provocante na área de recursos hídricos, visto à grande relevância sobre as implicações da disponibilidade hídrica em bacias hidrográficas. O estudo do comportamento espacial e temporal da precipitação em uma bacia hidrográfica é fundamental para o mapeamento de áreas de aptidão para agricultura, bem como para o planejamento das atividades agrícolas e, sobretudo, para o gerenciamento dos recursos hídricos.

Considerável número dos postos brasileiros de registros de dados precipitação, contudo, possui séries hidrológicas caracterizadas por ausência de dados, que acabam por gerar imprecisões nos processos de estimativa e compressão da distribuição da precipitação. Dessa premissa, Wanderley *et al.* (2012), afirma que a interpolação espacial e/ou temporal surge como etapa

primordial no estudo da distribuição pluviométrica, uma vez que esse método permite estimar valores de pontos desconhecidos a partir de informações de um conjunto discreto de dados pontuais conhecidos.

Desta forma, o presente estudo objetivou analisar a variabilidade pluviométrica na Bacia do Rio de Ondas por meio de diferentes métodos de interpolação espacial integrados ao Sistema de Informações Geográficas (SIG).

2 – MATERIAL E MÉTODOS

2.1 – Área de estudo

A Bacia do Rio de Ondas possui uma área de drenagem de aproximadamente 5.465 km² (FISTAROL *et al.*, 2015), o que corresponde a 7,3% da área de drenagem da Bacia do Rio Grande e está localizada na região extremo oeste do estado da Bahia, entre as coordenadas de 11°55' e 12°34' de latitude sul e 46°23' e 45°0' de longitude oeste, conforme apresenta a Figura 1.

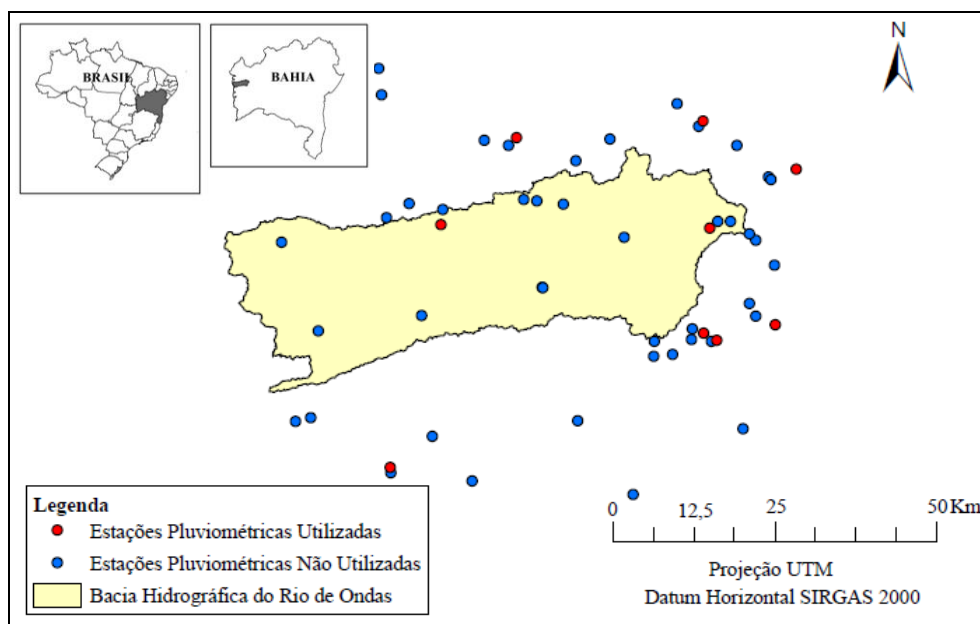


Figura 1 – Mapa de localização da Bacia do Rio de Ondas, com destaque para as estações pluviométricas existentes.

Os municípios contidos na Bacia do Rio de Ondas são Barreiras e Luís Eduardo Magalhães (Figura 1), importantes polos agropecuários do nordeste brasileiro, tendo população estimada para o ano de 2015, respectivamente de 137.427 habitantes e 60.105 habitantes (IBGE, 2016). O Município de Barreiras, além de ser um importante polo agropecuário, é o principal centro urbano, político, educacional, tecnológico, econômico, turístico e cultural da região oeste da Bahia (FISTAROL *et al.*, 2015).

2.2 – Dados utilizados

Foram utilizados dados de precipitação de 9 estações pluviométricas distribuídas de acordo com a Figura 1. Com base na Figura 1, observa-se que a maioria das estações estão concentradas a leste da bacia, deixando uma grande porção da área da bacia descoberta, sobretudo a sua porção oeste. A má distribuição dos postos pluviométricos na bacia decorre principalmente da desativação de algumas estações ao longo dos anos, conforme se pode observar na Figura 2, que apresenta todas as estações pluviométricas existentes no entrono da bacia e disponíveis no Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWeb) da Agência Nacional de Águas (ANA).

Na área da bacia ainda localizam-se estações que foram instaladas recentemente, e que por isso possuem uma série histórica curta de dados, o que impossibilita a sua utilização para períodos mais longos de análise.

Os dados pluviométricos utilizados correspondem ao período de 1978 a 2013, excluindo-se os dados do ano de 2009 por falta de dados em todas as estações no mês de maio.

A Tabela 1 dispõe os períodos de falhas das estações pluviométricas utilizadas neste estudo entre o período de 1978 a 2013, com exceção do ano de 2009.

Tabela 2 – Descrição dos períodos de falhas das estações pluviométricas entre 1978 e 2013.

Código	Posto	Número de falhas	% de falhas	Período de falhas
1144014	São Sebastião	2	0,48	abr/2011; nov/2012
1145013	Ponte Serafim	0	-	-
1145014	Nova Vida	3	0,71	set a nov/2008
1244019	Fazenda Coqueiro	0	-	-
1245004	Fazenda Redenção	1	0,24	out/2012
1245005	Derocal	1	0,24	out/2011
1245007	Sítio Grande	0	-	-
1245014	Fazenda Johá	78	18,57	jan/1978 a jun/1984
1245015	Roda Velha	86	20,48	jan/1978 a dez/1984; abr/2007; ago/2008

Deu-se preferência à utilização de dados de precipitação consistidos (pela própria ANA), sendo utilizados dados brutos na ausência do anterior. Quando havia ausência dos dois, fez-se necessário a realização de preenchimento de falhas mensais dos postos pluviométricos, pelo método da ponderação regional, conforme descrito em Nakamura *et al* (2015).

2.3 – Métodos de interpolação espacial

Para analisar a variabilidade espacial da precipitação na Bacia do Rio de Ondas foram utilizados os métodos de Thiessen, *Inverse Distance Weighted* (IDW) e Krigagem Ordinária.

Segundo Casado *et al.* (2012), o método de Thiessen considera que em qualquer ponto da bacia é a estação mais próxima que tem uma influência total sobre esse ponto, levando a desenhar polígonos de influência em torno de cada estação. O método de Thiessen permite o cálculo da chuva média em uma bacia hidrográfica, sendo seu uso indicado, quando não existe uma distribuição uniforme de pluviômetros no interior da bacia (LIMA, 2008). O método de Thiessen, portanto, atribui pesos aos totais precipitados medidos em cada posto pluviométrico, sendo estes pesos proporcionais à área de influência de cada posto, sendo considerados os postos inseridos na bacia, bem como postos localizados na região de entorno e que exercem influência na bacia (PINTO *et al.*, 1976).

Já o método do IDW, de acordo Segundo Jakob e Young (2006), prediz um valor para algum local não medido utilizando-se os valores amostrados à sua volta, que terão um maior peso do que os valores mais distantes, ou seja, cada ponto possui uma influência no novo ponto, que diminui na medida em que a distância aumenta. Marcuzzo *et al.* (2011) acrescenta que a interpolação por esse método, determina os valores nos pontos interpolados usando uma combinação linear ponderada dos pontos amostrados, em que o peso de cada ponto é o inverso de uma função da distância.

O método da Krigagem Ordinária fornece meios para interpolar valores para os pontos amostrados, usando o conhecimento sobre as relações de base espacial de um determinado conjunto de dados (SILVA, 2003; LOUREIRO e LISBOA, 2011). Esse método baseia-se numa função contínua que explica o comportamento de uma variável nas distintas direções de um espaço geográfico.

Além dos métodos de interpolação apresentados anteriormente, também foi calculada a média aritmética da precipitação observada nos 9 postos pluviométricos. O cálculo da média aritmética da precipitação observada nos postos serviu para comparar com a média de precipitação prevista pelos diferentes métodos de interpolação utilizados no presente estudo. O cálculo da média aritmética, conforme Freire (2005) é recomendado para bacias menores que 5.000 km², com postos pluviométricos uniformemente distribuídos e a área pertencente for plano ou de relevo suave.

A descrição dos métodos de Thiessen, IDW, Krigagem Ordinária e média aritmética podem ser consultadas, respectivamente, em Casado *et al.* (2012), Marcuzzo *et al.* (2011), Loureiro e Lisboa (2011) e Freire (2005).

3 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 – Variabilidade temporal da precipitação na Bacia do Rio de Ondas

A Figura 2 apresenta a evolução anual da precipitação média da Bacia do Rio de Ondas, bem como a média histórica anual (1.084 mm). Observa-se significativa variação pluviométrica

interanual no decorrer da série histórica. Essa discrepância foi maior no período de 1985 até início da década de 90, onde no ano de 1989, a média anual foi de 1.442 mm, enquanto que no ano seguinte a média foi consideravelmente inferior, na ordem de 707 mm.

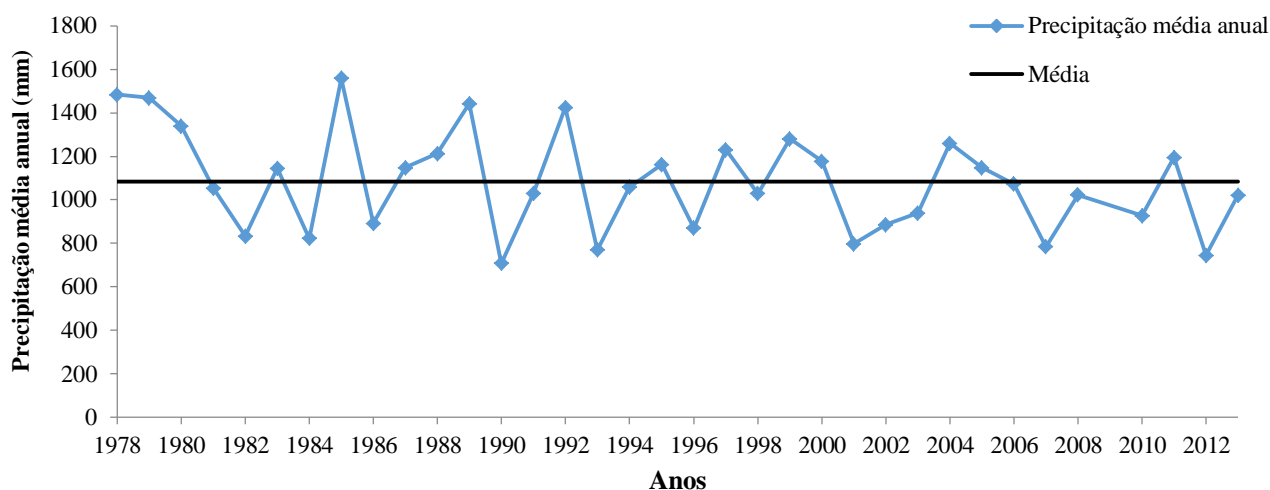


Figura 2 – Evolução da precipitação média anual na Bacia do Rio de Ondas.

A variabilidade anual e interanual podem ser explicadas no ponto de vista da climatologia como estando associados à influência dos eventos *El Niño* e *La Niña*, que influenciam na temperatura da superfície do mar e alteram o padrão de precipitação na região do Nordeste brasileiro (SILVA *et al.* 2010), contudo por meio da análise dos anos em que ocorreram o El Niño, não observou-se diminuição da pluviosidade. Segundo INEMA (2011), algumas áreas como sul e oeste do Nordeste não são afetadas significativamente pelo mesmo. Com relação aos anos de ocorrência da La Niña, também não houve uniformidade nos dados que pudessem caracterizar uma influência direta sobre a pluviosidade na bacia estudado (INEMA, 2011).

3.2 – Variabilidade espacial da pluviometria na Bacia do Rio de Ondas

A Figura 3 apresenta a variabilidade espacial da precipitação na Bacia do Rio de Ondas gerada a partir dos métodos de interpolação de Thiessen, IDW e Krigagem Ordinária.

Para o método de Thiessen (Figura 3(a)), observa-se que foram gerados seis polígonos na área da Bacia do Rio de Ondas, considerando que esse método assume que em qualquer ponto da bacia o valor da precipitação é igual a observada do posto pluviométrico mais próximo, constata-se que a porção leste da Bacia do Rio de Ondas possui o menor índice médio pluviométrico, 969 mm. Todavia, os valores aumentam na direção oeste, tem essa porção da bacia valor máximo de 1.217 mm. Dessa forma, pelo método de Thiessen há um aumento de 25,6% da precipitação na porção oeste da bacia, quando comparado com a porção leste.

Pelo método do IDW (Figura 3(b)), considerando que esse método de ponderação implementa o pressuposto de que as coisas mais próximas entre si são mais parecidas do que as mais distantes,

observa-se a geometria formada em função das estações pluviométricas estudadas. Observa-se que a porção leste da Bacia do Rio de Ondas possui os menores índices médios pluviométricos anuais, possuindo valor mínimo que variou de 969 mm a 1.131 mm. A porção oeste da Bacia do Rio de Ondas, por sua vez, apresenta os maiores índices médios pluviométricos anuais, variando de 1.132 a 1.214 mm, com destaque para a geometria circular formada na porção central-oeste da Bacia do Rio de Ondas, onde os valores médios anuais variaram de 1.181 mm a 1.214 mm. Por esse método, tem-se um aumento de 25,3% da precipitação na porção oeste da bacia, quando comparado com a porção leste.

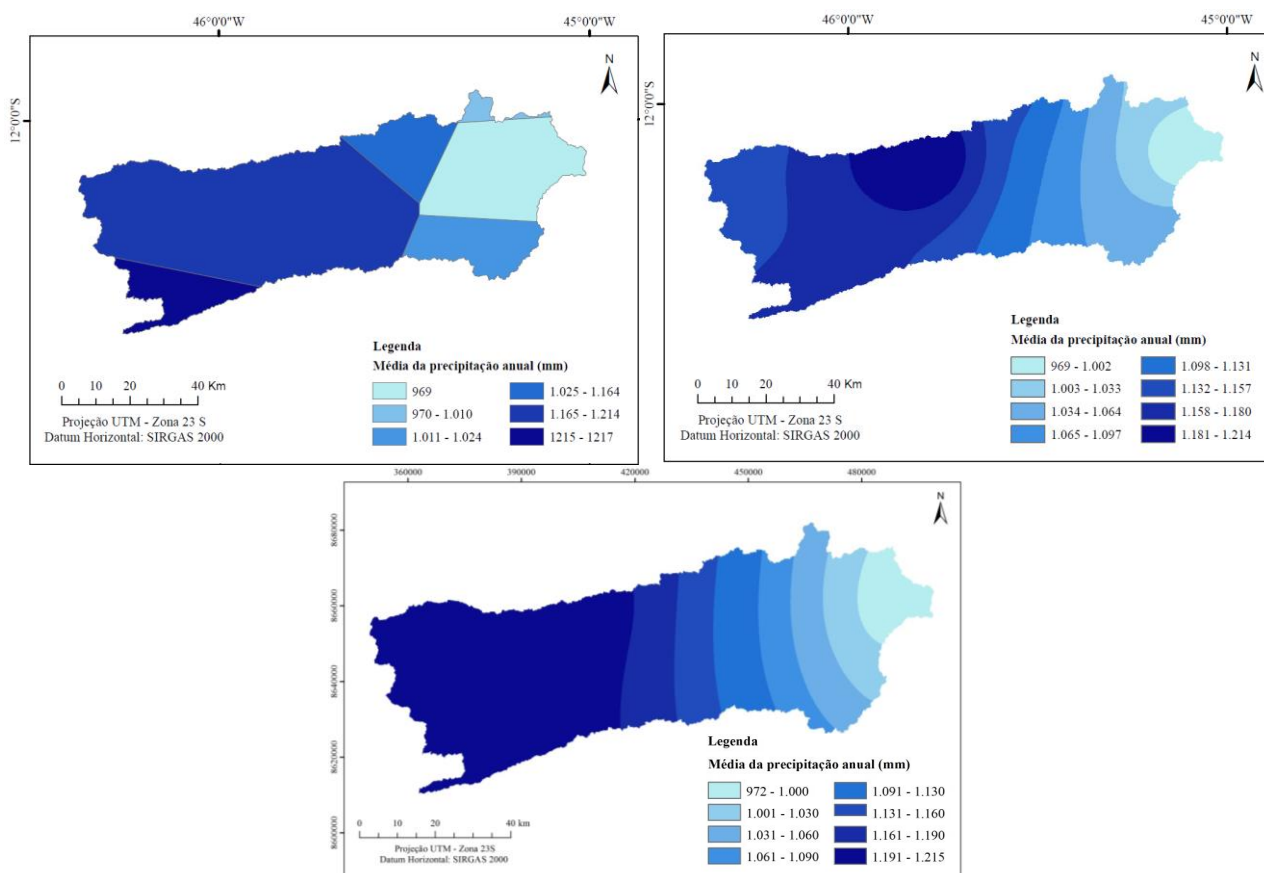


Figura 3 – Variabilidade espacial da precipitação média anual da Bacia do Rio de Ondas no período de 1978 a 2013: (a) Thiessen; (b) IDW; e (c) Krigagem Ordinária

Pelo método da Krigagem Ordinária (Figura 3(c)), os índices variam de 972 mm a leste, até 1.215 mm a oeste, o que representa um aumento de 25% da precipitação na porção oeste da bacia, quando comparado com a porção leste.

Ao analisar a variabilidade espacial da precipitação média anual sobre a Bacia do Rio de Ondas pelos métodos de Thiessen, IDW e Krigagem Ordinária, observa-se que os menores índices pluviométricos concentram-se na porção leste da bacia, aumentando em direção a porção oeste. Almeida (2010) ressalta que na porção oeste, onde observam-se os maiores índices pluviométricos, é a área que se concentram as atividades ligadas a agricultura mecanizada.

A característica variabilidade espacial constata nos três métodos também é identificada por Dourado *et al.* (2013), que afirma que a parte ocidental do oeste da Bahia, onde está inserida a Bacia do Rio de Ondas, possui o segundo maior volume pluviométrico do Estado e, sobre esta região, atuam os Sistemas Frontais e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Andrade (2005) explica que os Sistemas Frontais se deslocam de oeste para leste, e ao penetrar no Brasil seus remanescentes têm influência na precipitação do sul da Região Nordeste, podendo causar chuvas intensas. Por sua vez, Chaves (1999) explica que o padrão chuvoso está relacionado com o deslocamento da ZCAS para norte, enquanto que o padrão seco associa-se com o posicionamento da ZCAS em latitudes mais o sul e o cavado do Nordeste sobre ou próximo ao continente.

De acordo com Moreira (2010), além da atuação dos Sistemas Frontais e as ZCAS, a variabilidade pluviométrica, observada na Bacia do Rio de Ondas, se dá devido à porção oeste possuir clima predominantemente úmido, enquanto que a porção leste possui clima predominantemente subúmido seco. Esse comportamento da pluviometria na Bacia do Rio de Ondas necessita de mais análises de caráter científico, subsidiadas por um melhor monitoramento pluviométrico da bacia.

A Tabela 2 dispõe os valores mínimos, médios e máximos dos índices pluviométricos calculados para os diferentes métodos estudados.

Tabela 2 – Valores dos índices pluviométricos pelos métodos de Thiessen, IDW, Krigagem Ordinária e média aritmética para o período de 1978 a 2013.

Método	Precipitação (mm)		
	Mínima	Máxima	Média
Thiessen	969	1.217	1.100
Krigagem Ordinária	971	1.215	1.140
IDW	969	1.214	1.118
Média aritmética	956	1.217	1.084

A partir da análise da Tabela 2 percebe-se que para os diferentes métodos de análise da variabilidade espacial da pluviometria sobre a Bacia do Rio de Ondas há pequenas variações dos valores mínimos, médios e máximos da mesma. Com relação aos valores pluviométricos mínimos, o método da média aritmética apresentou o menor, 956 mm, enquanto que a Krigagem Ordinária, apresentou o maior, 971 mm, por sua vez, os métodos do IDW e Thiessen apresentaram valor de 969 mm.

Os valores pluviométricos médios, calculados nos diferentes métodos, assim como os valores da mínima, apresentaram pequenas variações. O método da média aritmética apresentou o menor valor da média pluviométrica, 1.084 mm, os métodos de IDW e Thiessen, apresentaram valores próximos, 1.118 e 1.100 mm, respectivamente, e o método da Krigagem Ordinária, o maior valor médio, de 1.140 mm.

Com relação aos valores máximos pluviométricos, não houve consideráveis variações para os diferentes métodos, apresentando o método do IDW o menor valor da máxima, 1.214 mm, a *Krigagem Ordinária*, 1.215 mm, e o método da média aritmética e Thiessen os maiores valores, 1.217 mm.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A bacia apresentou uma pluviometria média histórica anual de 1.084 mm, com uma máxima de 1.558 mm, registrada no ano de 1985, e uma mínima de 707 mm, registrada no ano de 1990.

Analisando-se a variabilidade espacial da precipitação média anual, na Bacia do Rio de Ondas, a partir de diferentes métodos de interpolação, constatou-se que ela aumenta na direção de leste para oeste.

Os métodos do IDW e de Thiessen apresentaram valores médios semelhantes para a bacia, uma vez que o primeiro pondera os dados pluviométricos de acordo com a distância dos postos, e o segundo considera o posto mais próximo, o que justifica a semelhança dos resultados. A *Krigagem Ordinária*, por sua vez, apresentou discrepância em relação aos outros métodos por considerar as relações de base espacial do conjunto de dados como um todo.

Deve-se analisar em estudos posteriores a acurácia dos métodos de interpolação aqui apresentados para que se possa definir qual o método de interpolação mais adequado para a representação da distribuição espacial da precipitação na Bacia do Rio de Ondas.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Conselho Nacional de Ciências e Tecnologia (CNPq) em parceria com a Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB) pelas bolsas de iniciação científica da primeira autora (voluntária) e do terceiro autor (bolsista).

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A.R.; BALDO, M.C.; NERY, J.T. (1999). Variabilidade sazonal da precipitação pluviométrica de Santa Catarina. *Acta Scientiarum*, 21(4), pp. 923-928.
- CASADO, G. W.; BARROSO, L. B.; SILVA, F. P.; WOLFF, D. B.; CRUZ, J. C. (2012). Polígonos de Thiessen para a bacia hidrográfica do rio da Várzea, no Rio Grande do Sul. In: 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente. Bento Gonçalves-RS: UCS, pp. 1-8.
- CHAVES, R. R. (1999). Variabilidade da precipitação na Região Sul do Nordeste e sua associação com padrões atmosféricos. *Revista Brasileira de Geofísica*, 17(2-3), 220 p.
- DOURADO, C.S.; OLIVEIRA, S.R.M.; AVILA, A.M.H. (2013). Análise de zonas homogêneas em séries temporais de precipitação no Estado da Bahia. *Bragantia*, 72(2), pp.192-198.

- FISTAROL, P. H. B.; BRANDOLFF, R. S.; SANTOS, J. Y. G. (2015). Análise Fisiográfica da Bacia do Rio de Ondas – BA. In *Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*, João Pessoa-PB: INPE, pp. 5469-5476.
- FREIRE, C. C.; OMENA, S. P. F. (2005). *Princípios de Hidrologia Ambiental*. Curso de Aperfeiçoamento em Gestão de Recursos Hídricos, UFSC/UFAL. 197p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2016). *Estimativas de população para 1º de julho de 2015*. 2016. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 de maio de 2016.
- INEMA – Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. (2011). Monitoramento: El Niño e La Niña. Disponível em: <<http://www.inema.ba.gov.br>>. Acesso em: 27 de maio de 2015.
- JAKOB, A.A.E.; YOUNG, A.F. (2006). O uso do método de interpolação espacial das análises sociodemográficas. In *Anais do XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais*, Caxambu-MG: ABEP, pp. 1-22.
- LIMA, W. P. (2008). Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas. Piracicaba: ESALQ, 2008. 253 p.
- LOUREIRO, G.E.; LISBOA, É.G. (2011). Comparação dos métodos de interpolação espacial aplicados a dados pluviométricos da região hidrográfica Tocantins – Araguaia. In *Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, Maceió-AL: ABRH, pp. 1-20.
- MARCUZZO, F.N; ANDRADE, L.R.; MELO, D.C.R. (2011). Métodos de Interpolação Matemática no Mapeamento de Chuvas do Estado do Mato Grosso. *Revista Brasileira de Geografia Física*, vol. 4. pp. 793-804.
- MENDONÇA, J.O.O. (2006). Potencial crescimento da produção de grãos do Oeste da Bahia. *Bahia Agrícola*, 7(2), pp. 38-46.
- MOREIRA, M. C.; SILVA, D.D. (2010). *Atlas Hidrológico da Bacia Hidrográfica do Rio Grande*. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz. 41p.
- NAKAMURA, T.C.; FISTAROL, P.H.B.; BRANDOLFF, R.S.; SANTOS, J.Y.G. (2015). Análise da variabilidade espacial da precipitação na Bacia do Rio de Ondas, Estado da Bahia. In: *Anais do XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, Brasília-DF: ABRH, p. 1-8.
- PINTO, N.L.S; HOLTZ, A.C.T.; MARTINS, J.A.; GOMIDE, F.L. (1976). *Hidrologia Básica*. 1ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 279 p.
- SILVA. A.B. (2003). *Sistemas de informações georreferenciadas: conceitos e fundamentos*. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 183 p.
- SILVA, R.M.; SILVA, L.P.; MONTENEGRO, S.M.G.L.; SANTOS, C.A.G. (2010). Análise da variabilidade espaço-temporal e identificação do padrão da precipitação na Bacia do Rio Tapacurá, Pernambuco. *Sociedade & Natureza*, Edição 22 (2), pp 357-372.
- WANDERLEY, H.; AMORIM, R. F. C.; CARVALHO, F. O. (2012). Variabilidade espacial e preenchimento de falhas de dados pluviométricos para o estado de Alagoas. *Rev. bras. meteorol.*, São Paulo, v. 27, n. 3, pp. 347-354.