

DELIMITAÇÃO AUTOMÁTICA E PRECIPITAÇÃO MÉDIA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MUNDAÚ

Mário Melquíades Silva dos Anjos¹
Pâmela Rodrigues Azevedo²
Anderson Santos da Silva³

RESUMO

A delimitação adequada de bacias hidrográficas é de extrema importância no desenvolvimento territorial bem como no processo de gestão dos recursos hídricos. Neste trabalho realizou-se a delimitação automática da Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú utilizando a ferramenta TauDEM. Através da utilização de dados altimétricos da missão Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM), fornecidos através do Projeto TOPODATA e posteriormente o cálculo de precipitação média utilizando a metodologia sugerida por Marciano (2018), a partir de modelos digitais de elevação e dados de precipitação pluviométrica disponibilizados pela Agência Pernambucana de Águas e Clima, Agência Nacional de Águas e Instituto Nacional de Meteorologia. Observou-se grandes diferenças entre os índices pluviométricos da BHRM entre o período 2016 – 2018, como também uma diferença de mais de 400 km² na área da Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú em relação ao calculado na elaboração do trabalho e as informações dos órgãos oficiais, tal diferença pode ser efeito do não entendimento da influência do relevo no momento de delimitação da bacia no passado.

Palavras-chave: Recursos Hídricos, Precipitação, Geoprocessamento

INTRODUÇÃO

O Termo bacia hidrográfica é definido de formas diferente por vários autores, sempre no sentido de local de coleta natural de águas provenientes da precipitação pluviométrica. Theodoro (2007) define como sendo um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático.

O principal rio da bacia, o rio Mundaú, nasce a oeste da cidade pernambucana de Garanhuns, na parte sul do Planalto da Borborema e entra em Alagoas pela Cachoeira da Escada, situada ao sul da cidade pernambucana de Correntes e a noroeste da cidade alagoana de Santana do Mundaú (SILVA,2009). Tendo suas nascentes no município de Garanhuns – PE, o governo municipal através de editais federais e da ONG Econordeste, instituiu o Parque Municipal das Nascentes do Mundaú, uma área de reserva com o intuito de preservar as nascentes de água da

¹ Graduando do Curso de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco - PE, mario.melquiades@live.com;

² Graduanda do Curso de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco - PE, pamelar.azevedo@hotmail.com;

³ Prof Dr da Universidade Federal Rural de Pernambuco - PE, andersonirrigacao@gmail.com

região. Os principais afluentes no estado de Pernambuco são: pela margem direita, riacho Conceição, riacho Salgado, rio Correntes e rio Mundaúzinho; e pela margem esquerda o rio Canhoto, sendo o tributário mais importante do rio Mundaú, e tendo como principal contribuinte o rio Inhaúma, que drena todo o município de Palmerina. (CAVALCANTI, 2013). Considerando que o rio mundaú é de domínio da União, e a sua bacia hidrográfica abrange áreas em dois estados, foi proposta a criação de dois subcomitês, com atuação no conjunto de municípios que formam a parte pernambucana e a parte alagoana da bacia, a fim de descentralizar a atuação e garantir a mobilização e organização em toda a área da bacia. O monitoramento ambiental cabe à Companhia Pernambucana de Meio Ambiente – CPRH, em Pernambuco e ao Instituto de Meio Ambiente – IMA, em alagoas.

O Rio Mundaú percorre cerca de 10 município sendo Correntes e Garanhuns no estado de Pernambuco e Branquinha, Santana do Mundaú, União dos Palmares, Murici, Messias, Rio Largo, Satuba e Santa Luzia do Norte no estado de Alagoas, sendo que sua bacia hidrográfica é composta por 26 municípios no total. Este trabalho publica resultados parciais do projeto intitulado “Indicadores Ambientais Georreferenciados para a Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú”, em execução através do Programa de Iniciação Científica - PIC da Universidade Federal Rural de Pernambuco. O projeto tem como finalidade montar um banco de dados para suporte a futuros estudos na bacia hidrográfica do mundaú a partir de dados georreferenciados. Dito isso, o trabalho apresenta a delimitação da Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú, juntamente com a média pluviométrica da bacia hidrográfica do mundaú no período 2016 – 2018, como parte da composição do banco de dados georreferenciados.

MATERIAIS E MÉTODOS

A bacia hidrográfica do Rio Mundaú (BHRM), localizada entre a mesorregião do Agreste Pernambucano e o Leste Alagoano. Suas nascentes localizam-se no alto do Planalto da Borborema, e seu canal principal percorre cerca de 195 km das nascentes até seu exutório (GOMES et al., 2016). A bacia hidrográfica do Mundaú apresenta características físicas diferenciadas ao longo de toda sua área. As nascentes do rio principal nascem em região semiárida e perpassa por regiões de Caatinga, Agreste, Mata Atlântica e Litoral (SILVA, 2018). Segundo Gomes (2016), as principais estruturas geológicas que formam a bacia são: Planalto da Borborema; Depressão Periférica da Borborema e Depósitos Sedimentares do período Quartanário.

Para a delimitação da área de estudo deste trabalho foi utilizado o software livre Qgis 2.18.7 com a incorporação do Terrain Analysis Using Digital Elevation Models (TauDEM), que é um conjunto de ferramentas para construção de análises hidrológicas com base no Modelo Digital de Elevação (MDE). A fim de obter um material o mais abrangente possível, utilizou-se de dados altimétricos da missão Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM), fornecidos através do Projeto TOPODATA, onde a partir da utilização das cenas 08S36ZN, 08S375ZN, 09S36ZN e 09S375ZN foi possível elaborar um MDE de toda a bacia hidrográfica, demonstrado na figura 01.

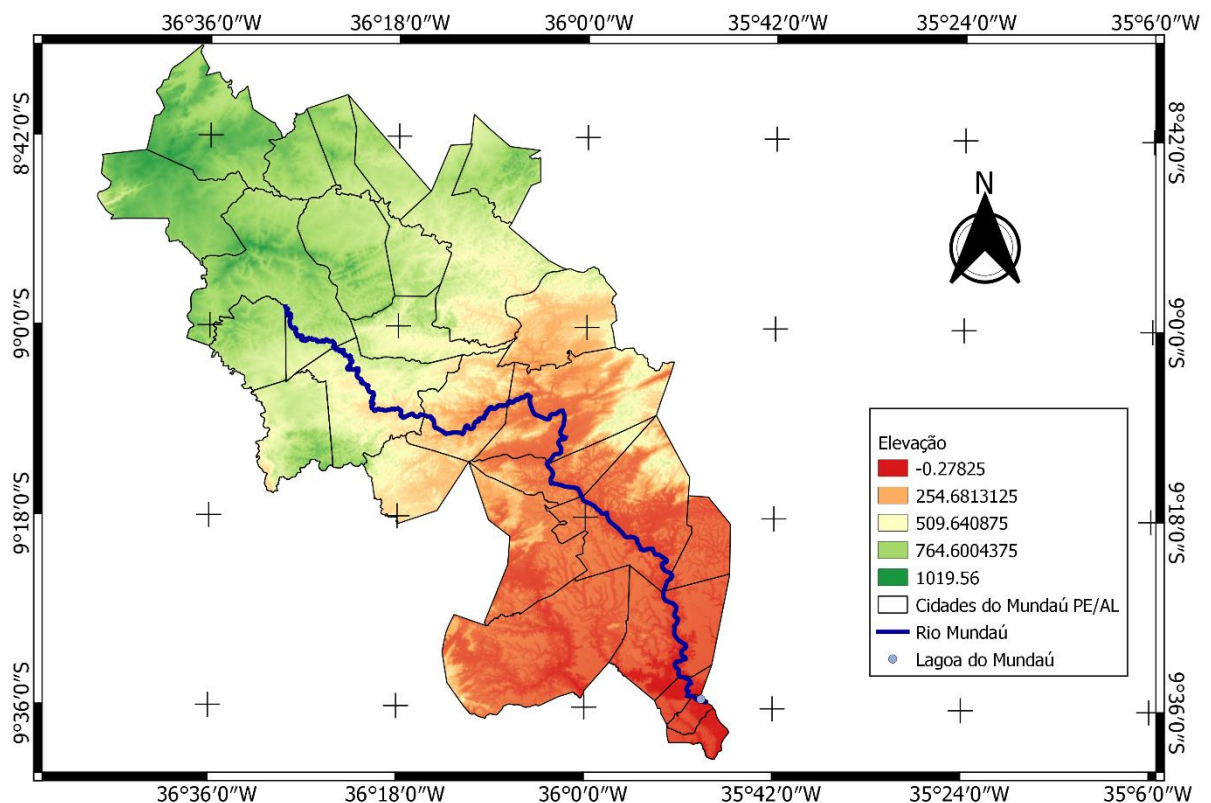


Figura 01: Modelo Digital de Elevação das Cidades do Mundaú

A partir do MDE gerado, foi gerado a partir do TauDEM a rede de drenagem da bacia hidrográfica do Rio Mundaú e sua área de abrangência em sua totalidade, levando em consideração o relevo da região de estudo e todos os córregos e riachos que são afluentes do Rio Mundaú, o modelo gerado pela ferramenta TauDEM, também foi comparado aos shapefiles da rede hidrográfica brasileira fornecida pela Agência Nacional de Águas - ANA.

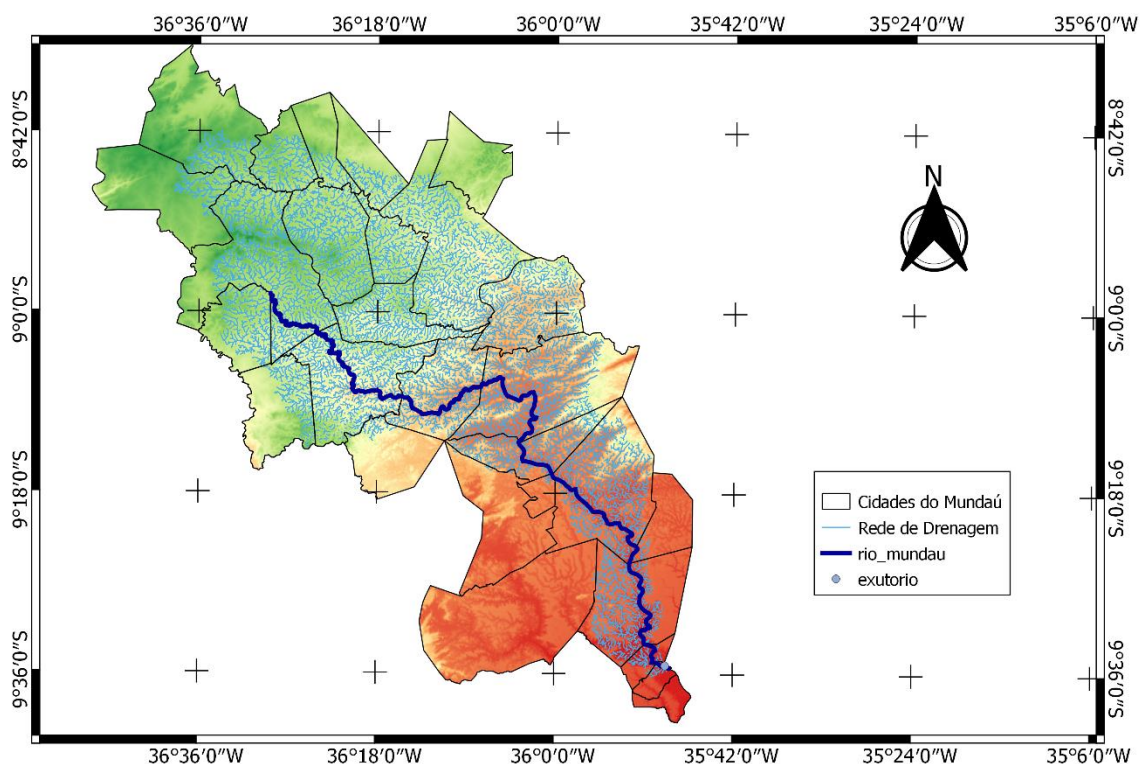


Figura 02: Afluentes do Rio Mundaú

Os dados pluviométricos utilizados para determinação da precipitação média da bacia hidrográfica foram obtidos através da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC), da Agência Nacional de águas (ANA) e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), sendo utilizado dados das estações listadas na tabela 01.

| UF | OPERADORA | CÓDIGO | LÁTITUDE | LONGITUDE | CIDADE |
|----|-----------|--------|----------|------------|---------------|
| PE | APAC | 286 | -8,7728 | -36,6211 | CAETÉS |
| | APAC | 53 | -8,8825 | -36,1936 | CANHOTINHO |
| | APAC | 287 | -8,7342 | -36,6267 | CAPOEIRAS |
| | APAC | 22 | -9,13222 | -36,323056 | CORRENTES |
| | APAC | 12 | -8,8667 | -36,4833 | GARANHUNS |
| | APAC | 157 | -8,7067 | -36,6928 | JUCATI |
| | APAC | 482 | -8,7125 | -36,4167 | JUPI |
| | APAC | 126 | -8,7181 | -36,1369 | JUREMA |
| | APAC | 483 | -9,1267 | -36,4986 | LAGOA DO OURO |
| | APAC | 279 | -8,74 | -36,3344 | CALÇADOS |
| | APAC | 53 | -8,8883 | -36,2861 | ANGELIM |
| | APAC | 293 | -9,0158 | -36,535 | BREJÃO |
| | APAC | 281 | -8,8769 | -36,3667 | SÃO JOÃO |
| AL | INMET | 82994 | -9,66 | -35,7 | MACEIÓ |
| | ANA | 935056 | -9,47 | -35,86 | RIO LARGO |

Tabela 01: Estações Pluviométricas

Para determinação da precipitação média da bacia hidrográfica do Rio Mundaú, utilizou – se o método de Thiessen associado com a delimitação através das linhas cumeadas. O Método de Thiessen gera uma média ponderada dos índices pluviométricos registrados pelos pluviômetros, que é diretamente proporcional à área de influência da bacia, também considera a não uniformidade da distribuição espacial das estações de coleta de dados. Porém tal método não leva em consideração o relevo como fator de limitação da área de influência das estações. A partir desta análise, decidiu – se por utilizar o método de Thiessen associado a utilização das linhas cumeadas, método que utiliza o relevo como delimitador de fluxo de águas, sugerido por Marciano (2018).

O Método de Thiessen (1911) consiste em:

- a) unir as estações por trechos retilíneos;
- b) traçar linhas perpendiculares aos trechos retilíneos sobre a mediatriz da linha que liga as estações;
- c) alongar as linhas perpendiculares até encontrar outra mediatriz.

O polígono de Thiessen é formado pela interseção das linhas das mediatrizes, correspondendo à área de influência de cada estação.

A área de influência possui um peso perante a área total, expresso pela Equação 1:

$$W_i = \frac{A_i}{A} \quad (1)$$

Onde:

W_i é o fator de peso;

A_i é a área de influência da estação;

A é a área total da bacia hidrográfica.

A precipitação média é expressa na Equação 2:

$$P_m = \frac{\sum A_i P_i}{A} \quad (2)$$

Onde:

P_m é a precipitação média na bacia (mm);

P_i é a precipitação na estação (mm);

Ai é a área de influência da estação;

A é a área total da bacia.

A metodologia de Thiessen foi aplicada isoladamente na bacia hidrográfica obtendo o resultado demonstrado na figura 03.

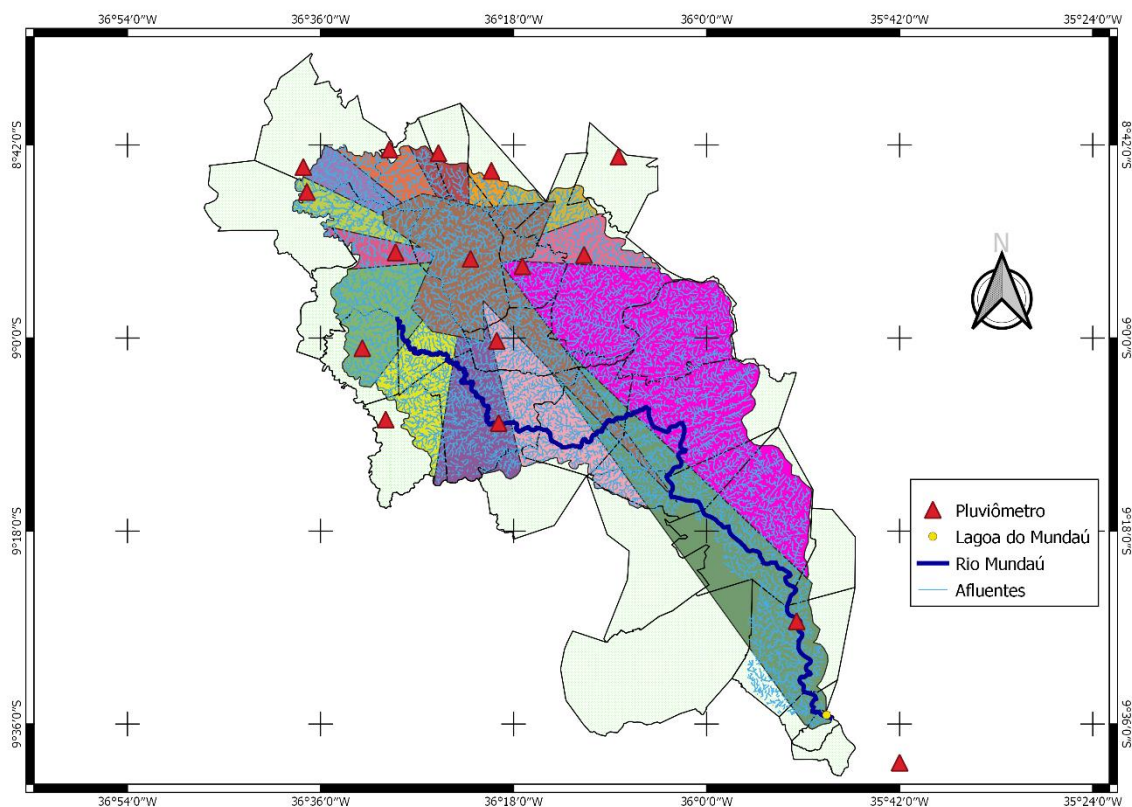


Figura 03: Polígonos de Thiessen aplicados a Bacia Hidrográfica do Mundaú

A partir de imagens SRTM, utilizou - se o software Global Mapper em sua versão 20.1 para delimitar as linha cumeadas com base no relevo do terreno, entende-se como linha cumeada, partes do relevo com altitude mais alta em relação ao seu entorno, sendo estas o ponto mais alto na montanhas, sendo consideradas divisores de águas para delimitação de bacias, hidrográficas. A partir destes dados realizou-se novamente a delimitação da área de influência de cada estação pluviométrica, desta vez usando também o relevo como fator limitante. O resultado é demonstrado na figura 04.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Agência Pernambucana de Águas e Clima, a bacia hidrográfica do Rio Mundaú possui uma área com cerca de 4.090,39 km², através do conjunto de ferramentas TauDEM, delimitou – se como sendo afluente da lagoa do mundaú uma área de 3.674,13 km², esta diferença de área de mais de 400 km², pode ser dada devido a retirada de áreas dos municípios que a compreendem, que não teriam influência sobre a bacia, de acordo com os cálculos realizados via TauDEM. Como demonstrado na figura 04, a BHRM não comporta toda extensão de área das cidades que a compõe. O emprego de técnicas de geoprocessamento para delimitação automática de bacias hidrográficas configura-se na forma mais viável, eficiente e menos subjetiva que os métodos utilizados através de cartas topográficas (CARVALHO, 2010).

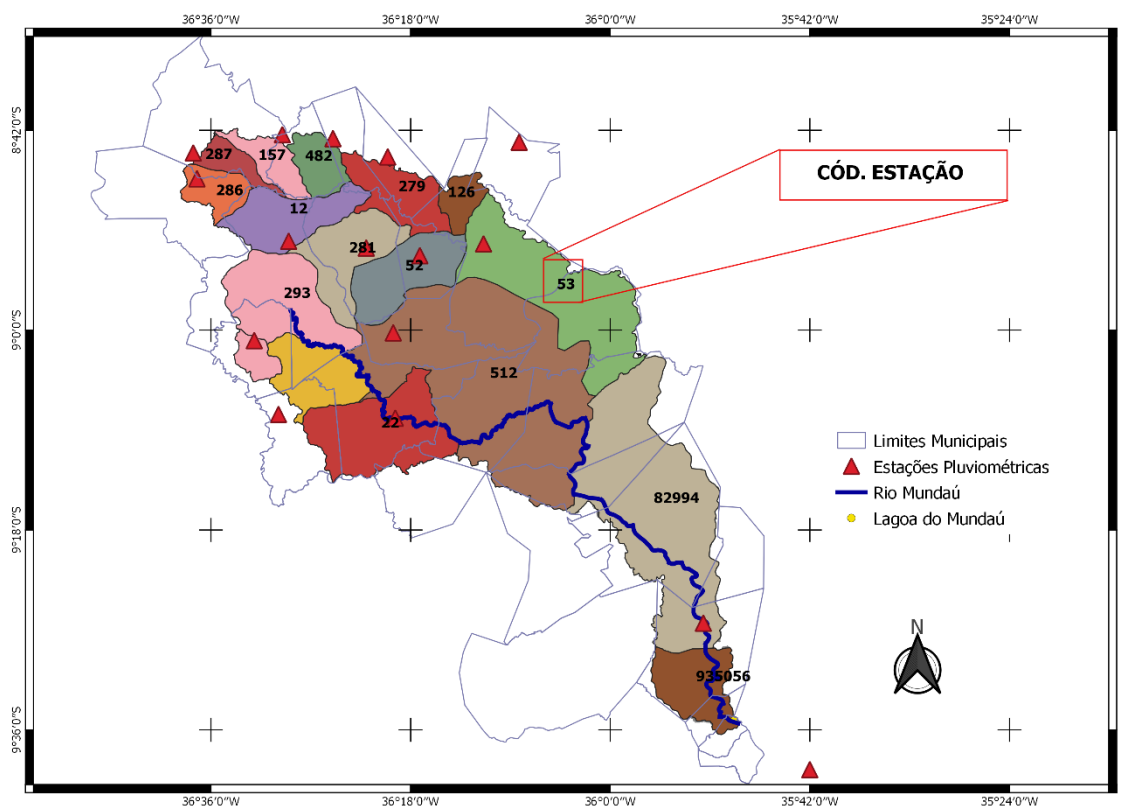


Figura 04: Área de Influência das Estações pluviométricas pelo método de Marciano (2018).

Após aplicação do método de Thiessen e associado a delimitação através das linhas cumeadas, foi possível calcular as áreas de influência de cada estação pluviométrica, sua influencia na área total e a precipitação média da BHRM nos anos de 2016, 2017 e 2018, resultados demonstrados no quadro 01.

| ESTAÇÃO | CÓD. ESTAÇÃO | ÁREA (km ²) | Wi | Pi (mm) | | |
|----------------|--------------|-------------------------|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | | | 2016 | 2017 | 2018 |
| Angelim | 53 | 169,95 | 0,05 | 465,40 | 1163,80 | 654,00 |
| Brejão | 293 | 229,16 | 0,06 | 583,60 | 1598,10 | 804,90 |
| Caetés | 286 | 69,13 | 0,02 | 364,20 | 670,30 | 538,10 |
| Calçados | 279 | 130,70 | 0,04 | 546,30 | 975,10 | 502,00 |
| Canhotinho | 52 | 390,71 | 0,11 | 522,50 | 1167,60 | 793,10 |
| Capoeiras | 287 | 48,88 | 0,01 | 505,00 | 795,00 | 744,20 |
| Correntes | 22 | 270,73 | 0,07 | 927,60 | 2197,40 | 1056,10 |
| Garanhuns | 12 | 156,65 | 0,04 | 541,30 | 1287,50 | 725,60 |
| Jucatí | 157 | 70,11 | 0,02 | 337,50 | 698,70 | 467,40 |
| Jupi | 482 | 72,86 | 0,02 | 470,40 | 991,50 | 432,50 |
| Jurema | 126 | 50,49 | 0,01 | 522,10 | 1051,50 | 648,00 |
| Lagoa do Ouro | 483 | 146,26 | 0,04 | 421,60 | 1152,30 | 540,10 |
| Maceió | 82994 | 142,39 | 0,04 | 1361,10 | 3033,10 | 1703,40 |
| Palmerina | 512 | 900,47 | 0,25 | 832,30 | 1594,00 | 896,80 |
| Rio Largo | 935056 | 656,44 | 0,18 | 1205,50 | 2415,70 | 1308,90 |
| São João | 281 | 169,19 | 0,05 | 479,80 | 955,80 | 530,80 |
| TOTAL | | 3674,13 | 1,00 | 10086,20 | 21747,40 | 12345,90 |
| Pm (mm) | | | | 771,86 | 1629,50 | 903,44 |

Quadro 01 – Valores calculados utilizando o Método de Thiessen associado as linhas cumeadas.

Apesar de não possuir relevância histórica devido a série de dados com curta amplitude cronológica, nota - se um alto gradiente de precipitação entre os anos amostrados. As variabilidades climáticas naturais que afetam o regime pluviométrico afetam diretamente os municípios que dependem diretamente das águas das chuvas.

De acordo com Silva (2018), nos municípios pernambucanos, em anos muito secos, ainda ocorre a prática de abastecimento por carros-pipa, ou seja, naqueles municípios que não possuem reservatórios com boa capacidade de abastecimento como Caetés e Capoeiras que se deslocam para os municípios mais próximos, como Garanhuns visando abastecer a população local ou dessedentar seus animais.

A BHRM tem como base de sua economia as culturas agropecuárias, que em sua maioria não utilizam técnicas de irrigação e dependem diretamente das condições climáticas para sua safra ou criação de animais (bovinos, aves, caprinos e suínos). Anos de baixa precipitação os municípios podem ter sua economia e população severamente afetadas, chegando em alguns casos ao estado de “emergência”.

As características geomorfológicas da BHRM associado as ações antrópicas tem impacto direto na distribuição da precipitação ao longo da bacia. Observando a distribuição espacial da precipitação da BHRM, à medida que se afasta da região litorânea, há uma contínua diminuição das chuvas até atingir municípios que estão inseridos na região semiárida (SILVA, 2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da grande quantidade de estações e dados disponíveis pelas agencias e instituto nacionais acerca da parte pernambucana da BHRM, ainda se faz necessários a atualização dos dados no estado de alagoas, apesar de possuir estações de coleta em algumas cidades, essas estações não possuem registro de dados ou possuem muitos períodos sem registro, adicionando dificuldades aos procedimentos metodológicos. O governo do estado de alagoas ainda disponibiliza dos de precipitação diários das cidades, porém sem informar a localização da estação ou posto de coleta. Ao termino do projeto Indicadores Ambientais Georreferenciados para a Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú, a comunidade terá disponível os dados de topografia, área de influência, vegetação e outros modelos relevantes a pesquisas futuras.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, Paulo Roberto de Sousa, RENATO FONTES Guimarães, and O. A. Carvalho Júnior. "Análise comparativa de métodos para delimitação automática das sub-Bacias do alto curso do Rio Preto." *Espaço & Geografia* 13.2 (2010): 227-307.

CAVALCANTI, Helene Ferreira et al. Avaliação ambiental de nascentes do Rio Mundaú, Garanhuns-PE. 2013.

GOMES, D. D. M.; DE LIMA, D. R. M.; DUARTE, C. R.; VERÍSSIMO, C. U. V. Mapeamento e caracterização dos sistemas ambientais da bacia hidrográfica do Rio Mundaú – Pernambuco e Alagoas. *Caderno de Geografia*, Belo Horizonte, v.26, n2, p.272-299, 2016.

MARCIANO, Alexandre Germano; BARBOSA, Alexandre Augusto; SILVA, Ana Paula Moni. Cálculo de precipitação média utilizando método de Thiessen e as linhas de cumeada. **Rev. Ambient. Água**, Taubaté, v. 13, n. 1, e1906, 2018. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-993X2018000100305&lng=en&nrm=iso>. access on 03 Nov. 2019. Epub Feb 26, 2018. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1906>

TEODORO, Valter Luiz Iost et al. O Conceito de Bacia Hidrográfica e a Importância da Caracterização Morfométrica para o Entendimento da Dinâmica Ambiental Local. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, [S.l.], v. 11, n. 1, p. 137-156, jan. 2007. ISSN 2527-2675. Disponível em: <<http://revistarebram.com/index.php/revistauniara/article/view/236/191>>. Acesso em: 01 nov. 2019. doi:<https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2007.v11i1.236>.

SILVA, Suzana de Araújo et al. VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DA PRECIPITAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MUNDAÚ (PE/AL). **Revista Brasileira de Climatologia**, [S.l.], v. 23, dez. 2018. ISSN 2237-8642. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/61472/37130>>. Acesso em: 03 nov. 2019. doi:<http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v23i0.61472>.

SILVA, D. F. da. Análise de aspectos climatológicos, agroeconômicos, ambientais e de seus efeitos sobre a Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú (AL e PE). 2009. 216 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, 2009.