

Estimativa de Precipitação em Segmentos de Bacias Hidrográficas subsidiado pelo Método de Thiessen em Ambiente de SIG

Felippe Pessoa de Melo¹
Douglas Viera Gois¹
Wandison Silva Araújo¹
Ana Maria Severo Chaves¹
Rosemeri Melo e Souza¹

¹ Universidade Federal de Sergipe - UFS
Av. Marechal Rondon, s/n - Jardim Rosa Elze, São Cristóvão - SE, Brasil, CEP 49100-000
{felippemelo, douglasgeograf}@hotmail.com, {wandison.silva,
anamschaves05}@gmail.com, {rome}@ufs.br

Abstract. This study aims to analyze the distribution of the probable rainfall captured by a drainage basin, from the area of influence of a point in relation to the others. In this case it was decided to choose the drainage basin of the Japarutuba river, which is inserted completely in the state of Sergipe and has an area of 1.674,24 km² (flat polygon). The rainfall data comes from the historical series of the National Institute of Meteorology (INMET), referent to the rainfall event on 19/02/2016. The climate stations of Aracaju-SE, Propriá-SE, Itabaianinha-SE and Pão de Açúcar-AL were used as reference for the control points. For delimitation of the limit vectors of the drainage basin's area, the base of the Digital Atlas belonging to the Department of Water Resources of Sergipe was used. For application of the method and confection of the product, the Geographical Information System (GIS) ArcGIS 10.2 was used. It was found that the Thiessen method is effective at estimation/mensuration of rainfall captured by segments of a given drainage basin, but its degree of reliability is directly related to the topographic amplitude of the terrain features, thus the more homogenous the topography of the area is, the higher degree of reliability of the data. Moreover, even though data from four weather stations were used, only the stations of Propriá-SE and Aracaju-SE formed polygons inside the drainage basin's area, especially the former with a percentage of 64,87% of the total study area.

Palavras-chave: rainfall, GIS, Thiessen method, drainage basin, carga pluviométrica, SIG, método de Thiessen, bacia hidrográfica.

1. Introdução

A capacidade do homem para transformar a paisagem tem se tornado cada vez maior e em espaços temporais cada vez mais curtos. Poder de transformação esse que nem sempre leva em consideração as especificidades dos ambientes, e geralmente os concebe como dissociados dos demais componentes do meio, como se fossem sistemas fechados e conseqüentemente as pressões realizadas in loco não comprometem os demais sistemas. Essa visão linear em relação à paisagem vem desencadeando uma gama de impactos negativos na mesma, não sendo incomum os meios de comunicações e os pesquisadores enfatizarem temáticas balizadas pela categoria de análise de risco, a qual é resultante das ações antrópicas frente ao meio, causando desequilíbrio e conseqüentemente materializando o risco.

Nesse viés, o monitoramento torna-se um elemento central no processo de planejamento ambiental, haja vista, que o mesmo prevê o cenário, antes durante e depois do uso do recurso, tornando-se assim um elemento primordial no acompanhamento da dinâmica dos sistemas ambientais, seja ela natural ou antropizado, sendo necessário para sua execução, a seleção, bem como o uso de bons indicadores ambientais. (GOIS, et al., 2012, p.727)

Nesse contexto as geotecnologias são suma importância para o monitoramento, reconstituição e modelagem dos cenários geoambientais. Entretanto, o uso dessas tecnologias

não ocorre acompanhado das matrizes balizadoras das especificidades das rotinas dos programas estatísticos e dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG's), gerando assim, a confecção de modelos e/ou simulações de baixa confiabilidade e/ou duvidosos no que concerne aos procedimentos científicos.

Christofoletti (1999), salienta que as perspectivas da análise espacial são importantes para as aplicações nas pesquisas ambientais e socioeconômicas porque as distâncias entre os locais e os fenômenos são fatores relevantes para determinar as correlações entre eles, de maneira que as distribuições espaciais das ocorrências não são independentes.

Ciente da vastidão da temática e do debate teórico e metodológico que eles envolvem, o presente trabalho optou por abordar uma variável física que sofresse influência das ações antropogênicas, mas que pudesse ter seu raio de influência amparado em um método geostatístico. Sendo assim o presente trabalho tem como objetivo analisar a distribuição da provável carga pluviométrica captada por uma bacia hidrográfica, a partir da área de influência de um ponto em relação aos demais. Que no caso em questão os referidos pontos são estações pluviométricas convencionais do Instituto Nacional Meteorologia (INMET).

Deve-se reforçar que o eixo balizador da pesquisa não é a bacia hidrográfica em si (sua dinâmica) e sim a contribuição do método de Thiessen para quantificação de um fenômeno pluviométrico em uma determinada área, subsidiado por amostras pontuais, trabalhando com duas variáveis (precipitação e área), na qual ambas possuem seus resultantes atrelados a localização dos pontos de coleta dos dados.

2. Metodologia do Trabalho

2.1 Caracterização da Área de Estudo

A bacia do rio Japarutuba localiza-se totalmente no estado de Sergipe, com área de cerca de 1.700 km², o que representa aproximadamente 7,8% da área do Estado de Sergipe. O rio Japarutuba tem aproximadamente 92 km de extensão, nasce na Serra da Boa Vista, na divisa entre os municípios de Feira Nova e Graccho Cardoso, e deságua no Oceano Atlântico, no município de Pirambu (CRUZ, 2009) (figura 1).

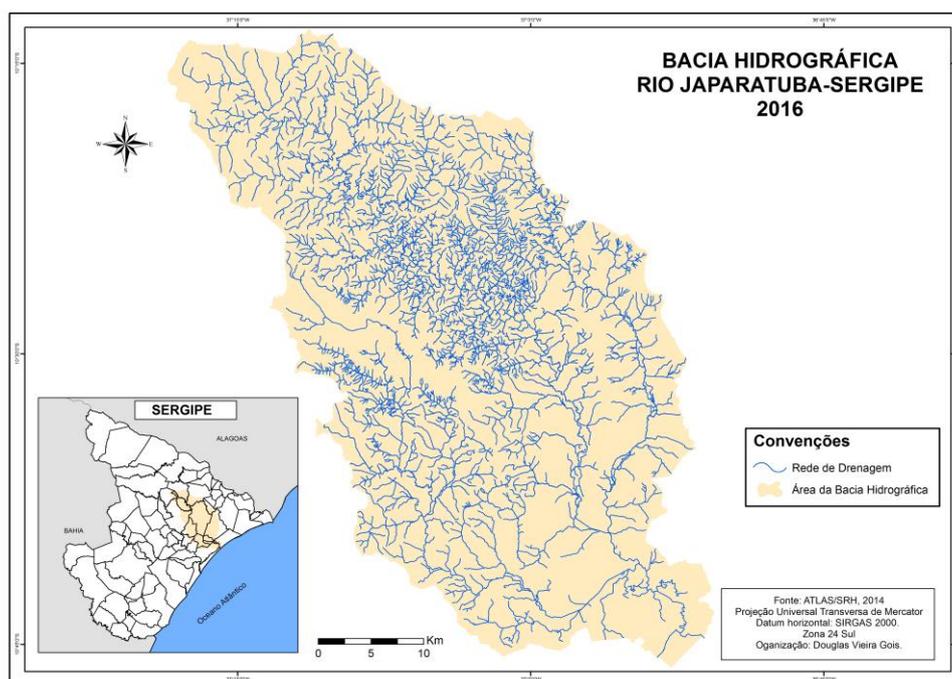


Figura 1. Localização da Área de Estudo.

O clima na bacia varia de subúmido úmido, na região da foz do rio Japarutuba, subúmido seco, na região do médio Japarutuba e semiárido na região do alto Japarutuba. Da área total da bacia, 9,63 % pertencem à região semi-árida, 30,18 % a porção litoral úmido e 60,17 % estão localizadas no agreste (ARAGÃO E ALMEIDA, 2009).

No que diz respeito à compartimentação geotectônica de acordo com Correia et al. (2012)., a bacia do rio Japarutuba, compreende duas províncias geotectônicas bem caracterizadas: a Bacia Sedimentar Sergipe/Alagoas e a Faixa de Dobramentos Sergipana, separadas pela falha de Propriá. A província bacia sedimentar compreende área de 845, 22 Km², ou seja, 49, 85% do total da bacia do rio Japarutuba e o intervalo estratigráfico envolve os grupos Baixo São Francisco, Sergipe e Barreiras e a formação Muribeca, de idades paleozóica, mesozóica e cenozóica. A segunda província geotectônica, Faixa de Dobramentos Sergipana, abrange uma área de 850, 48 Km², ou seja, 50,16% do total da bacia do rio Japarutuba, sendo constituída por rochas metamórficas do pré-cambriano (micaxistos, filitos, metassiltitos e metagrauvacas da formação Traipu-Jaramataia).

De acordo com Araujo (2008), a unidade geomorfológica dominante em boa parte da bacia hidrográfica do rio Japarutuba, principalmente os municípios interioranos é o Pediplano Sertanejo, cujas características são de superfície pediplanada e relevos dissecados dos tipos colina, cristas e interflúvios tabulares. Superfícies de rios, com relevo dissecado predominantemente em colinas, embora existam crista e interflúvios tabulares dominando a área compreendida nos vales do rio Cotinguiba-Sergipe. Tabuleiros Costeiros com características de superfície Tabular Erosiva, do tipo aplainado, com seções de drenagem perene e relevos dissecados em colinas, cristas e interflúvios tabulares, ocorrendo no nordeste do Estado. Planície Costeira ocorrendo na região litorânea da bacia hidrográfica do rio Japarutuba, especificamente na sua foz e são resultantes de processos de acumulação flúvio-marinha, fluvial e fluvial, correspondendo às planícies marinhas, flúvio marinha e fluvial com ou sem terraço fluvial.

2.2 Procedimentos Metodológicos

Foram utilizadas quatro estações climáticas do INMET (Aracaju-SE - 714192,96/8788852,97 m, Propriá-SE - 736625,61/8870578,13 m, Itabaianinha-SE - 629960,44/8771597,68 m e Pão de Açúcar-AL - 672215,29/8921828,53 m), de maneira que a maior área possível da referida bacia hidrográfica ficasse inserida entre as estações. No que concerne aos dados pluviométricos foi escolhida a data 19/02/2016, devido três das estações que foram escolhidas possuem índices pluviométricos significantes (Aracaju - 38 mm, Propriá - 6,8 mm e Itabaianinha - 11,6). Já na estação de Pão de Açúcar não se registou precipitação.

Em relação a escolha do método para calcular a provável área que receberá a carga registrada no pluviômetro tomando como referência a poligonal da bacia hidrográfica do rio Japarutuba (1.674,24 km² - poligonal plana), consiste no fato que os polígonos gerados são provenientes de mediatrizes entre os pontos, de forma que resultam em ângulos retos nos seus limites internos e ângulos concomitantes com as configurações das subdivisões da área. Explicitando e/ou proporcionando mais uma forma de preencher as lacunas espaciais nas séries pluviométricas.

De acordo com Freire e Omena (2005), os polígonos de Thiessen são áreas de domínio de um posto pluviométrico. Considera-se que no interior dessas áreas a altura pluviométrica é a mesma do respectivo posto. Sendo traçados da seguinte forma:

- 1^a - dois postos adjacentes são ligados por um segmento de reta;
- 2^a - traça-se a mediatriz deste segmento de reta. Esta mediatriz divide para um lado e para outro, as regiões de domínio (Figura 2):

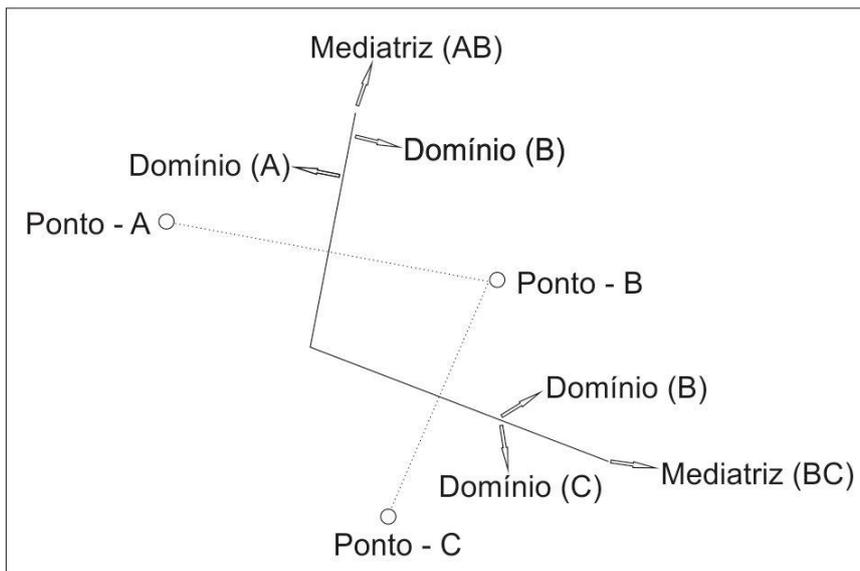


Figura 2. Delimitação da área de influência de um ponto.
 Fonte: FREIRE e OMENA, 2005 (Adaptado por MELO, 2016)

- 3ª - Este procedimento é realizado, inicialmente, para um posto qualquer (ex.: posto B), ligando-o aos adjacentes. Define-se, desta forma, o polígono daquele posto (Figura 3);

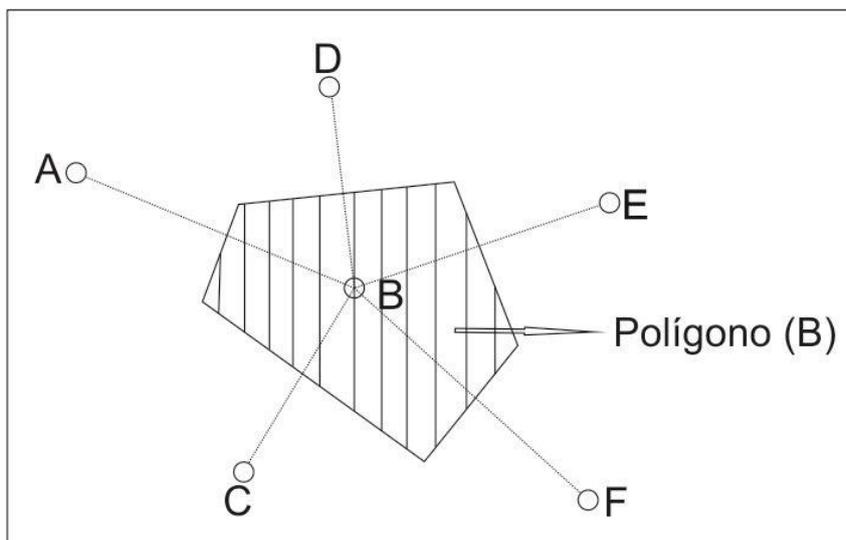


Figura 3. Polígono de Thiessen.
 Fonte: FREIRE e OMENA, 2005 (Adaptado por MELO, 2016)

- 4ª - repete-se o mesmo procedimento para todos os postos;
- 5ª - desconsideram-se as áreas dos polígonos que estão fora da bacia.
- 6ª - a precipitação média na bacia é calculada (Equação 1):

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i P_i}{A}$$

Sendo:

\bar{P} = precipitação média na bacia (mm);
 P_i = precipitação no posto i (mm);

A_i = é a área do respectivo polígono, dentro da bacia (km^2);

A = é a área total da bacia (km^2).

Para tanto foram realizados os seguintes procedimentos (síntese):

- Excel - confecção de uma tabela no formato xls, de forma que X na coluna A representa a latitude, Y na coluna B a longitude, Z na coluna C a precipitação;
- ArcGIS - importação dos dados provenientes da tabela (Add Data), visualização das informações e escolha do sistema de projeção (Display XY Data), conversão dos dados para o formato shp (Data/Export Data), confecção dos polígonos (ArcToolbox/Analysis Tools/Proximity/Create Thiessen Polygons) e edição do produto cartográfico (Layout View - Insert).

3. Resultados e Discussão

Gerou-se quatro polígonos de Thiessen referentes as suas referidas estações com disparidades significativas em relação as suas poligonais. De forma que os polígonos apresentaram as seguintes áreas: Aracaju - 12.299 km^2 , Propriá - 10.132,6 km^2 , Itabaianinha - 11.836,8 km^2 e Pão de Açúcar - 11.802,4 km^2 .

Entretanto essas áreas transcendem os limites da bacia, fenômeno espacial que não compromete a integridade dos dados, logo no momento das análises e interpretações só são levados em consideração as frações/porções dos polígonos que estão inseridas totalmente no perímetro da bacia hidrográfica. No que concerne a representatividade dos polígonos na área da bacia hidrográfica, os que representam Pão de Açúcar-AL e Itabaianinha-SE não obtiveram representatividade (Figura 4).

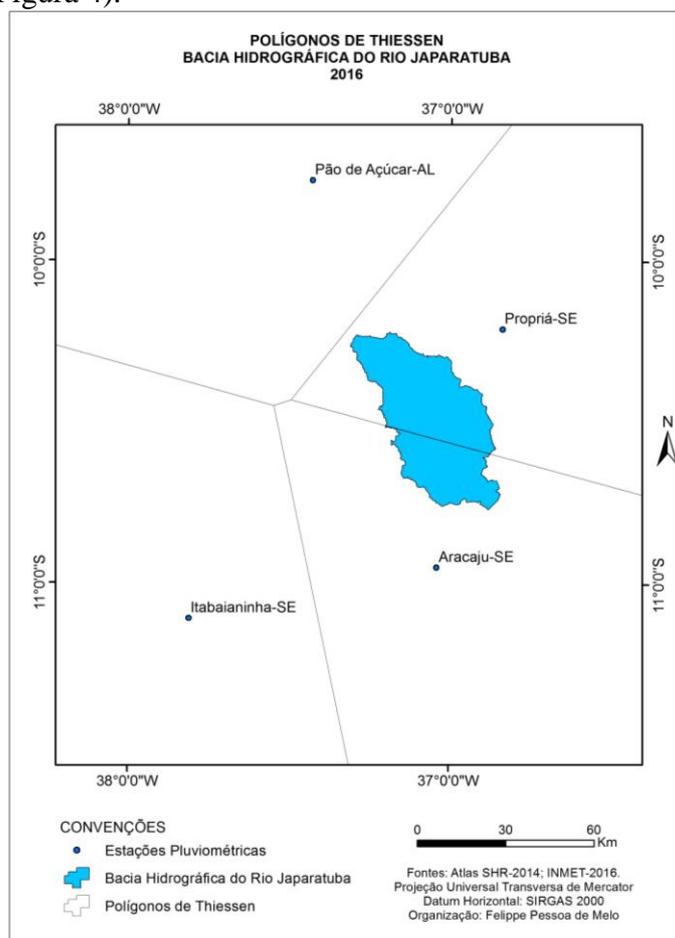


Figura 4. Polígonos de Thiessen.

Levando em consideração apenas as áreas dos polígonos Thiessen inseridas na bacia hidrográfica em questão, o polígono representado por Propriá obteve a maior representatividade (1.086,14 km² - 64,87%).

Introduzindo nas análises as precipitações dos pontos de controle de Propriá (6,8 mm) e Aracaju (38 mm), obtêm-se as seguintes descargas pluviométricas para os polígonos: Propriá - 4.411,4 mm e Aracaju - 13.348,02 mm.

Deve-se enfatizar que os resultantes logo acima são provenientes de um único evento pluviométrico (19/02/2016), conseqüentemente a introdução de novas variáveis pluviométricas resultariam em dados distintos.

O método de Thiessen possibilitou uma análise da descarga baseada em zonas de influência de um determinado ponto em relação aos demais sem a materialização de áreas de transição entre os volumes pluviométricos, devido sua especificidade, ou seja, formação de ângulos retos.

Entretanto tem-se ciência de que toda e qualquer tentativa de preenchimento de séries sejam elas pluviométricas ou não, devido à ausência de informações entre os pontos de captação, resultarão em produtos temáticos que têm seu grau de confiabilidade atrelado a especificidade do método para o referido fenômeno e ambiente. No caso em questão uma variável imprescindível é a topografia, quanto maior a amplitude topográfica entre as áreas, menor é o grau de confiabilidade do produto.

Modelar dados geoespaciais em múltiplas camadas e com lacunas temporais e/ou espaciais é um procedimento científico que possibilita a configuração/materialização de possíveis vislumbres de um cenário. Mas torna-se imprescindível para tomada de decisões frente ao planejamento geoambiental. Logo, possibilita a confecção de múltiplos cenários os quais caso algum venha a começar a se materializar, os gestores e a população têm indicativos de como proceder para as referidas situações.

Trazendo a problemática para as variáveis em questão (área da bacia hidrográfica, grau de influência de um ponto e precipitação), o método em questão possibilita mais um subsídio para compreender/mensurar a carga pluviométrica captada em distintos segmentos de uma bacia e conseqüentemente tomadas de decisões heterógenas, ou seja, de forma que a referida unidade hídrica não venha a ser pensada e planejada de maneira homogênea.

4. Conclusões

A confecção de polígonos a partir do método de Thiessen demonstrou-se eficaz, possibilitando análise e interpretações de dados pluviométricos com base no grau de influência de um ponto em relação aos demais, porém sem a presença de áreas de amortização/transição devido seus ângulos retilíneos.

Ademais, deve-se destacar que a característica supracitada não é empecilho para aplicabilidade do método de Thiessen, pois todo procedimento de modelagem objetiva a confecção de um possível cenário com base na gama de variáveis disponíveis, estando elas atreladas aos objetivos do pesquisador e os pesos e as hierarquias entres os dados estabelecidas pelo mesmo, sendo portanto a representação de um possível desenvolvimento do fenômeno modelado.

Agradecimentos

Ao Grupo de Pesquisa em Geocologia e Planejamento Territorial - GEOPLAN, aos organizadores e idealizadores do evento pela oportunidade de divulgação da pesquisa e em especial a Professora Rosemeri Melo e Souza.

Referências Bibliográficas

Aragão, R; Almeida, J. A. P. Avaliação espaço temporal do uso do solo na área da bacia do rio Japaratuba -

Sergipe através de imagens Landsat. In: XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR, 2009, NATAL-RN. ANAIS DO XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR. NATAL-RN: INPE, v. 1. p. 1231-1238, 2009.

Araújo, S. S. **Conflitos sócio-ambientais relacionados ao uso da água outorgada da bacia hidrográfica do Rio Japarutuba – SE**. 2008. 117p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2008.

Christofoletti, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. ed. 7. São Paulo: Edgard Blücher, 233 p. 1999.

Correia, A. L. F. et al. Estudo Geomorfológico da Bacia do Rio Japarutuba (SE) como Subsídio ao seu Planejamento e Gestão Ambiental. In: 9º Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2012, Rio de Janeiro - RJ. Anais..., v. 1. p. 1-20, 2012.

Cruz, M. A. S. Caracterização da bacia do rio Japarutuba em Sergipe com auxílio de geotecnologias. In: Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul, 2009, Taubaté. Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul. Taubaté, v. 1. p. 617-624, 2009.

Freire, C. C.; Omena, S. P. F. **Princípios de hidrologia ambiental**. [S.L.]: Virtual Book, 2005. Disponível em: < http://capacitacao.ana.gov.br/Lists/Editais_Anexos/Attachments/23/03.PHidrologiaAmb-GRH-220909.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2016.

Gois, D. V.; Barbosa, E.; Souza, H. T. R.; Reis, V. S.; Souza, R. M. Uso de Espécie Fito Indicadora como Subsídio ao Monitoramento de Mudanças Ambientais em Áreas Urbanas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 5, n. 4, p. 725-740, 2012.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Estações de Dados** - Dados Históricos. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 22 mai. 2016.