

Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental
Ed. Especial GIAU-UEM, Maringá – PR
Santa Maria, v. 19, 2015, p. 10 - 18
Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM
ISSN : 22361170



Influência da configuração topográfica na ocorrência de alagamentos no município de Maringá, Paraná

Influence of topography in flooding events in the city of Maringa, Parana

Carolina Garcia¹, Verônica Ricken Marques², Priscila Pini Pereira³, Cassia Rocha Pompeu⁴,
Cristhiane Michiko Passos Okawa⁵, Jesner Sereni Ildefonso⁶

^{1 2 3 4}Mestranda, Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, Brasil

^{5 6}Professor Doutor, Departamento de Engenharia civil, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, Brasil

Resumo

Os desastres ambientais causados por alagamentos geram prejuízos ambientais e socioeconômicos nas áreas urbanas. A configuração topográfica da região tem influência no escoamento ou no acúmulo de águas. Assim, o objetivo deste artigo foi gerar a carta de hipsometria do município de Maringá, Paraná e verificar se há influência da sua configuração topográfica na ocorrência de alagamentos. Para tanto, foram adquiridos, junto ao Corpo de Bombeiros de Maringá, os dados sobre as ocorrências de alagamentos na cidade. Com imagens de satélite disponíveis no site USGS e o programa computacional ArcGIS 10, foram gerados os mapas de ocupação do solo e de elevação do terreno de Maringá, sobre os quais foram sobrepostos os pontos de alagamentos. Foram escolhidas três áreas de estudos para as quais foram traçadas as sub-bacias hidrográficas. Na sub-bacia 1, observou-se que os pontos de alagamento encontraram-se na porção central da sub-bacia; na sub-bacia 2, os pontos mostraram-se concentrados na cabeceira da bacia; e na sub-bacia 3, os pontos localizaram-se na região central. Após análise da carta hipsométrica, verificou-se que os alagamentos em Maringá ocorrem independentemente da posição topográfica, contrariando a hipótese de trabalho de que os alagamentos ocorreriam nos pontos mais baixos da topografia.

Palavras-chave: Carta de hipsometria. Topografia e drenagem urbana. Topografia e pontos de alagamentos.

Abstract

Developing countries often face environmental disasters caused by flooding, resulting in environmental and socioeconomic damage in urban areas. The topography of the region influences the flow or water accumulation. Then, the objective of this article was to provide the hypsometric map from Maringá, Paraná check if there is influence of its topography in the event of flooding. For this purpose, flooding occurrences data were acquired by the Fire Department from Maringá. It was used satellite images provided by the USGS site and the software ArcGIS 10 to create the Land Use and Elevation maps of Maringá and the flooding points were overlapped and depicted. Three study areas were chosen and their hydrographic sub-basins were drawn. In sub-basin 1, points of flooding were in the central portion; in sub-basin 2, points were concentrated at basin-head; and in sub-basin 3, points were in the center region. After hypsometric map analysis, the conclusion was that flooding in Maringá occurs independent of the topographical position.

Keywords: Hypsometric map, topography and urban drainage, topography and flooding points.

1 Introdução

De acordo com o Censo Demográfico 2000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE tem-se no Brasil uma população urbana 4,3 vezes maior do que a população rural. Essa transição para o meio urbano teve início em meados do século XX e intensificada em 1960, quando o percentual urbano ultrapassou o rural (IBGE, 2001).

Devido à migração para o meio urbano, as cidades se desenvolveram tendo como fator essencial ao seu crescimento a gestão das águas urbanas, visto que forneceu água potável e promoveu a drenagem das águas pluviais, suprindo as necessidades humanas e evitando surtos de doenças como cólera e febre tifoide (URICH, RAUCH, 2014).

A gestão das águas urbanas está relacionada ao processo de urbanização acelerado e não ordenado, o qual, segundo Cardoso e Baptista (2011), altera as condições naturais do ambiente interferindo no mecanismo natural do ciclo de águas pluviais e cursos de rios e córregos. Tal fato aumenta a probabilidade de ocorrência de inundações urbanas e afeta a qualidade de vida da população.

O processo de urbanização intensifica a remoção da cobertura vegetal e a impermeabilização do solo que, associada às chuvas torrenciais típicas de regiões tropicais, resultam em desastres naturais acarretando em problemas ambientais e socioeconômicos. Dentre esses problemas estão as enchentes, os alagamentos e os assoreamentos de cursos d'água e reservatórios (CARVALHO et al., 2014).

Outro fator que impacta na gestão hídrica são as mudanças climáticas que alteram os padrões de precipitação, podendo ocasionar tempestades e furacões, o que aumentam os riscos de inundações ou alagamentos (SUAREZ et al., 2005). Tem-se ainda, a gestão ineficiente da água, cujas abordagens atuais são predominantemente locais (LÓPEZ et al., 2014). Deste modo, se o projeto de desenvolvimento das cidades tivesse um enfoque maior na aplicação dos sistemas de drenagem, e respeitasse os limites de expansão do uso e ocupação do solo em torno de corpos hídricos, os problemas relacionados aos alagamentos urbanos poderiam ser minimizados ou até mesmo evitados (FONTES, BARBASSA, 2003).

Os desastres ambientais por alagamento são causados pela combinação de chuvas intensas e de um sistema de drenagem ineficiente. As tragédias ambientais têm graves consequências, especialmente nas áreas urbanas, como interrupção do tráfego, queda de postes e árvores, inundações e perdas materiais em propriedades. Esses desastres são comumente encontrados em países em desenvolvimento, uma vez que geralmente possuem gestão e sistemas urbanos de drenagem precários (HU, HAN, MENG, 2015).

As áreas suscetíveis à ocorrência de desastres ambientais provocados por enchentes e inundações são definidas pelo Ministério das Cidades (2004) como áreas de riscos e, de modo geral, estão localizadas em fundos de vales ou próximas aos corpos d'água.

A possibilidade de ocorrer alagamentos em fundos de vales também está relacionada com o escoamento superficial das águas precipitadas que convergem para estes locais. As águas escoam superficialmente sobre a ação da gravidade, assim a topografia tem forte influência nos caminhos do escoamento superficial (SCHUELER, MAHLER, 2008).

O relevo e as condições climáticas de um local interferem na configuração do traçado das cidades. Assim, o planejamento do espaço urbano envolve difíceis tomadas de decisões devido às restrições econômicas e sociais, além da heterogeneidade espacial da urbe. Informações georreferenciadas estão se tornando ferramentas auxiliaadoras nesse processo de tomada de decisão (MAKROPOULOS, BUTLER, MAKSIMOVIC, 2003).

Com o advento dos computadores, década de 1960, o homem passou a explorar as aplicações de imagens de satélite para análise da superfície terrestre originando os primeiros Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Desde o início do uso da tecnologia SIG, surgiu a correlação da informação espacial com a representação da elevação de um terreno, sendo o modelo digital de

elevação do terreno ou Digital Elevation Model (DEM), uma ferramenta importante no estudo do SIG (BAND, WOOD, 1988).

O programa computacional ArcGIS 10 permite desenvolver estudos baseados em imagens de satélite com base em sistemas de informações geográficas (SIG). Assim, o objetivo deste artigo foi gerar a carta de hipsometria (elevação topográfica) pelo programa ArcGIS 10 e verificar a influência da configuração topográfica na ocorrência de alagamentos no município de Maringá, estado do Paraná.

2 Caracterização da área de estudo

A área de estudo contempla o município de Maringá, cuja área é de 473 km², localizado na Região Norte-Central do estado do Paraná, aproximadamente entre as latitudes 23° 15' e 23° 34' S e longitudes 51° 50' e 52° 05' W, com altitude média de 540 m. Na Figura 1 é mostrada a localização do município no estado.

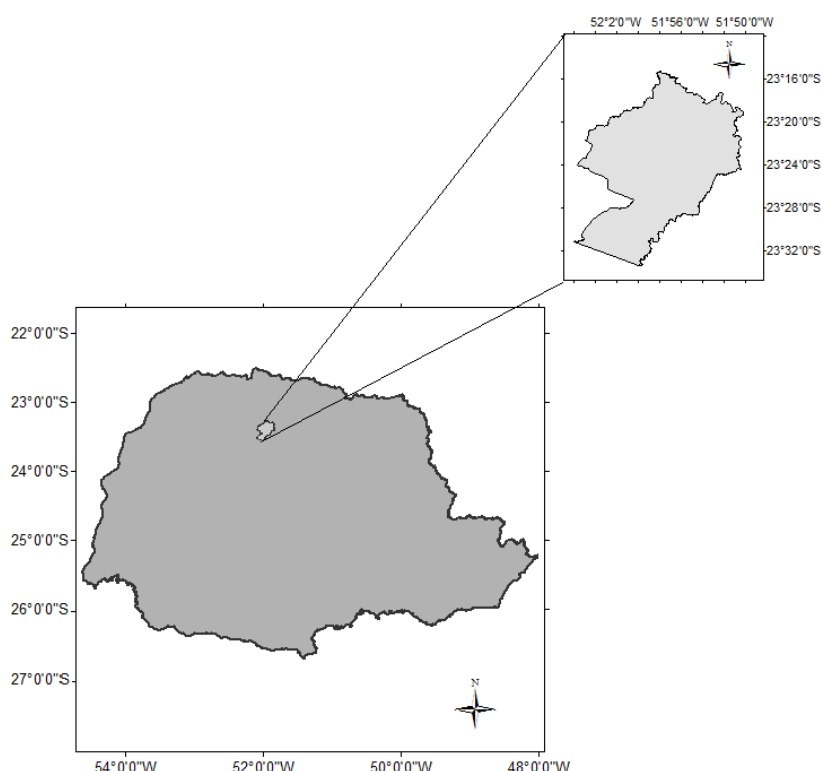


Figura 1 – Localização do município de Maringá no Estado do Paraná

Fonte: Autor, 2015.

A cidade de Maringá apresenta 62 córregos e ribeirões que passam pelo município, dos quais, 20 estão na área urbana e 19 possuem suas nascentes no perímetro urbano (NEVES, SOUZA, 2013).

3 Metodologia

A fim de se observar a ocupação do solo no município de Maringá, PR, utilizou-se a imagem capturada no dia 23 de junho de 2015 pelo satélite OLI/Landsat-8 de órbita 223 e ponto 76. A imagem utiliza o sistema de coordenadas UTM Datum WGS 1984, zona 22S e é disponibilizada gratuitamente pelo USGS. Para melhor visualização do mapa de ocupação do solo, optou-se por gerar a composição de cor natural por meio da associação das bandas RGB 4, 3, 2.

Os dados de pontos de alagamentos ocorridos em Maringá, PR no período de 1 de janeiro de 2010 a 6 de maio de 2015 foram adquiridos junto ao Corpo de Bombeiros do Paraná, que mantém atualizadas as ocorrências pelo Sistema de Registro e Estatística de Ocorrência. Esta listagem

forneceu os endereços dos locais de alagamentos, assim, inseriu-se os pontos de ocorrência no programa computacional Google Earth 7.1.5.1557 e os importou para o programa computacional ArcGIS 10, no qual fez-se a sobreposição dos pontos de alagamento no mapa de ocupação do solo.

Como algumas das referências fornecidas pelo Corpo de Bombeiros não eram exatas e o programa computacional Google Earth 7.1.5.1557 apresenta erro de precisão de cerca de 15 m optou-se por não analisar as ocorrências pontualmente, mas sim, como áreas de estudos; assim, definiram-se três sub-bacias como áreas de estudo.

A configuração dos corpos d'água e a delimitação das sub-bacias hidrográficas das três áreas de estudos escolhidas foram construídas a partir de imagens com resolução espacial de um segundo de arco (cerca de 30 metros) capturadas no dia 11 de fevereiro de 2000 pela missão Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), realizada pela agência espacial dos Estados Unidos, Itália e Alemanha no ano de 2000 (USGS, 2015) e fornecidas gratuitamente pela NASA/METI no site United States Geological Survey (USGS). O programa computacional ArcGIS 10 define a direção do curso d'água com base no valor de elevação atribuído a cada pixel e gera, então, a delimitação dos córregos e das sub-bacias por meio do algoritmo das oito direções.

As mesmas imagens foram utilizadas para construir a topografia do terreno, o programa computacional ArcGIS 10 produziu a carta de hipsometria considerando o valor de elevação associado a cada pixel.

4 Resultados e Discussões

Os pontos de alagamentos foram posicionados sobre o mapa de ocupação do solo de Maringá, conforme apresentado nas Figuras 2 e 3. Notou-se que todos os pontos de alagamentos registrados estão inseridos no perímetro urbano do município, onde a urbanização já se encontra consolidada.

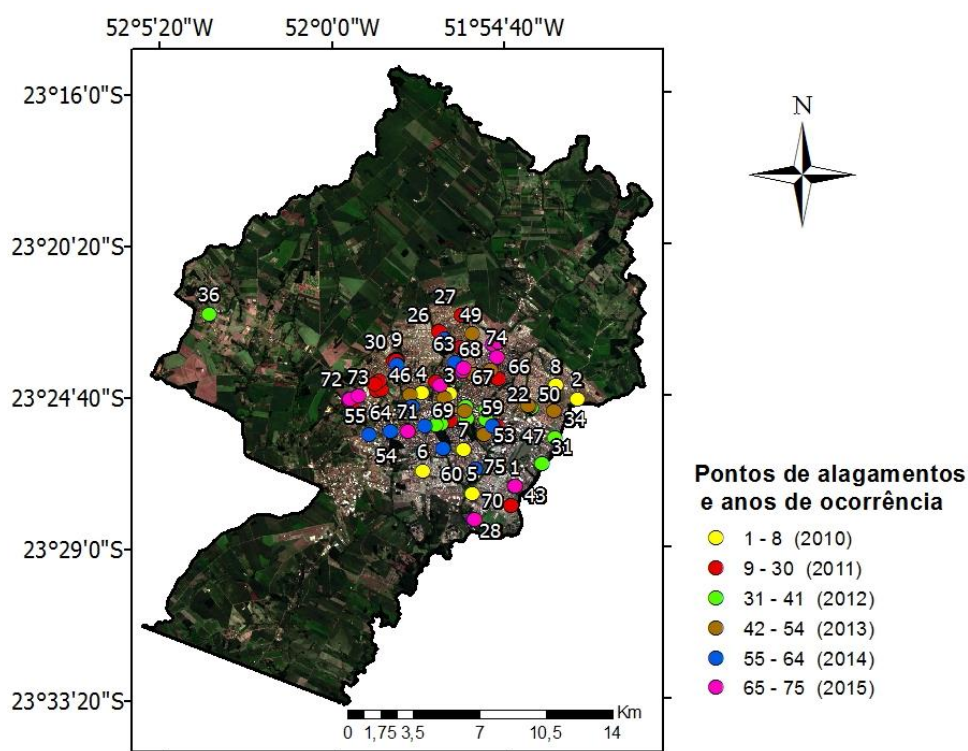


Figura 2 - Mapa de ocupação do solo do município de Maringá e pontos de alagamentos

Fonte: Autor, 2015.

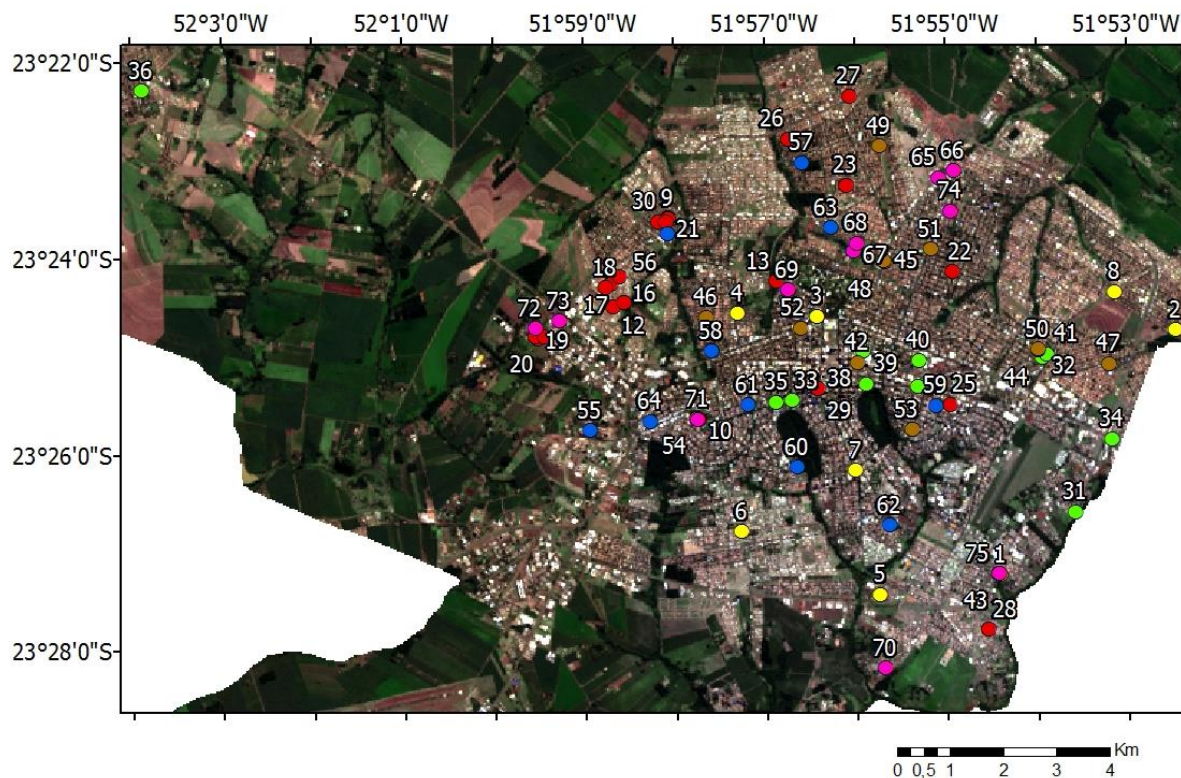


Figura 3 – Detalhe do mapa de ocupação do solo do município de Maringá e pontos de alagamentos
 Fonte: Autor, 2015.

Os mesmos pontos foram localizados na carta de hipsometria, mostrada na Figura 4.

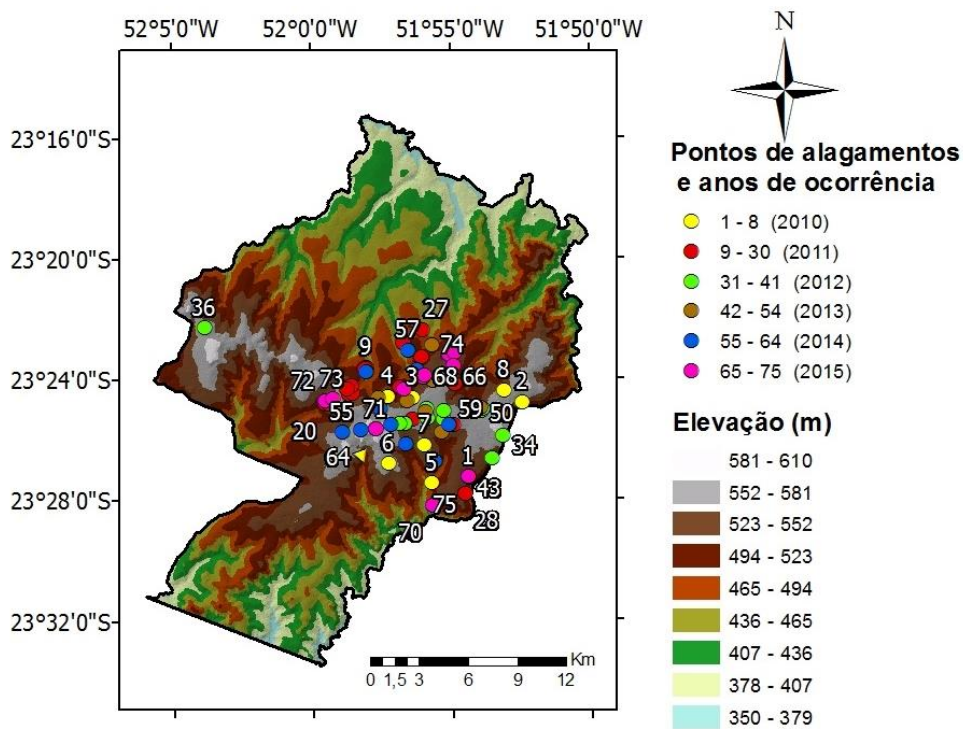


Figura 4 - Carta de hipsometria do município de Maringá e pontos de alagamentos
 Fonte: Autor, 2015.

Pela carta de hipsometria apresentada na Figura 4 nota-se que os pontos de alagamentos estão concentrados em áreas altas do município, não ocorrendo em áreas de riscos como em fundos de vales ou próximas a corpos hídricos.

Os pontos 11, 19, 20, 72 e 73 foram definidos como área de estudo 1. A área de estudo 2 compreende os pontos 10, 54 e 71 que estão aglomerados na região mais alta de Maringá. Os pontos 48, 45, 63, 67 e 68 correspondem aos eventos de alagamento mais recentes, portanto definiram a área de estudo 3.

Foram determinados os corpos hídricos do município e delimitadas as sub-bacias hidrográficas das áreas de estudos escolhidas. A localização das três sub-bacias no mapa de ocupação do solo da cidade é apresentada na Figura 5.

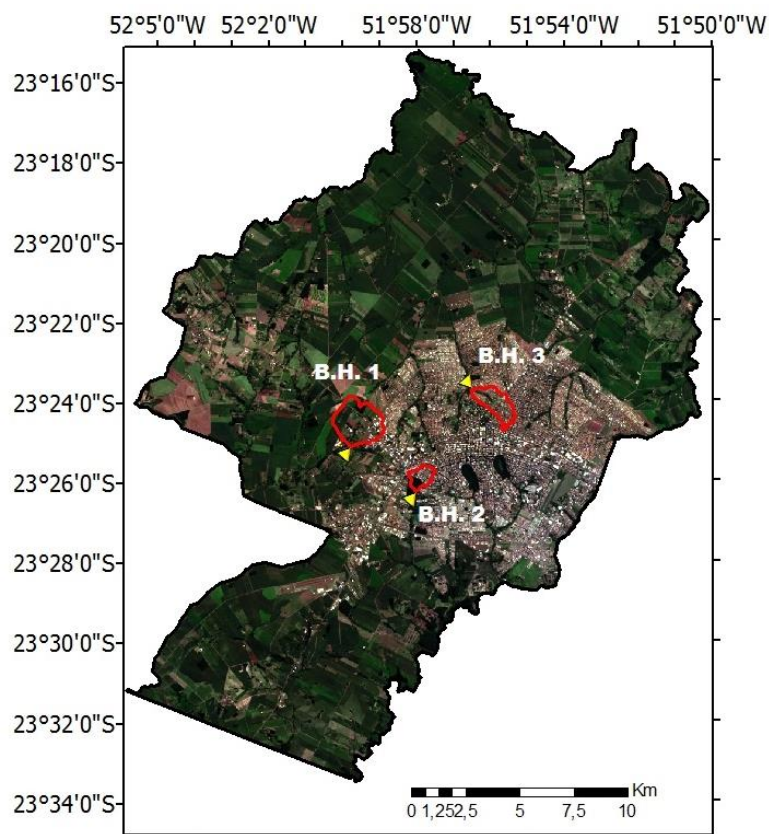


Figura 5 - Delimitações das sub-bacias hidrográficas das áreas de estudo

Fonte: Autor, 2015.

Na Figura 6 é apresentada a carta de hipsometria da sub-bacia hidrográfica 1.

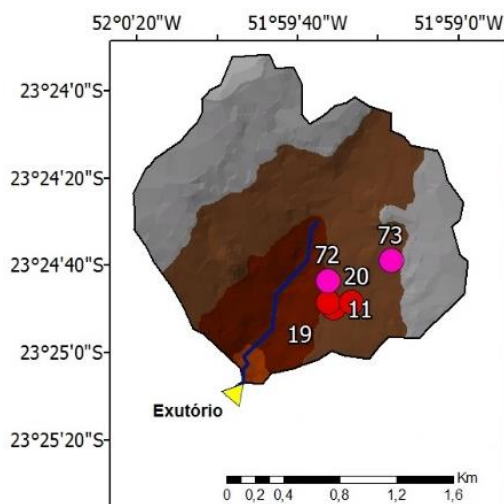


Figura 6 – Carta de hipsometria da sub-bacia hidrográfica 1

Fonte: Autor, 2015.

Com base na Figura 6, foi calculada a área da sub-bacia 1 resultando em 3,2 km². Foram encontrados cinco pontos de alagamentos e observou-se que todos estão na porção central da sub-bacia, com elevações no intervalo de 523 m a 552 m, lembrando que a legenda das cores das elevações segue a escala da Figura 4, em que a cor cinza representa as maiores elevações.

Na Figura 7 é apresentada a carta de hipsometria da sub-bacia hidrográfica 2.

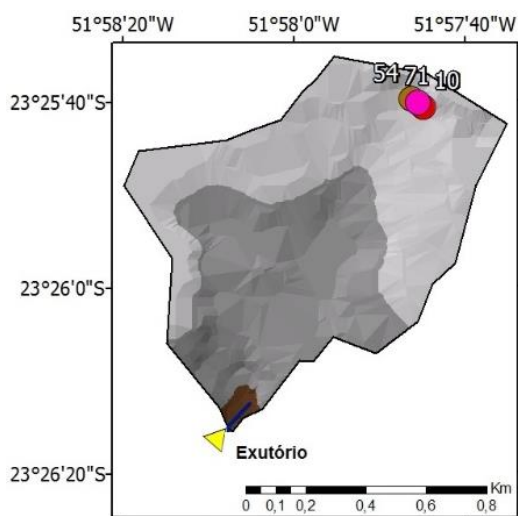


Figura 7 – Carta de hipsometria da sub-bacia hidrográfica 2

Fonte: Autor, 2015.

Para a sub-bacia 2 obteve-se área de 0,8 km², estando os três pontos de alagamentos concentrados na cabeceira da bacia em um intervalo de elevação de 581 m a 610 m.

Na Figura 8 é apresentada a carta de hipsometria da sub-bacia hidrográfica 3.

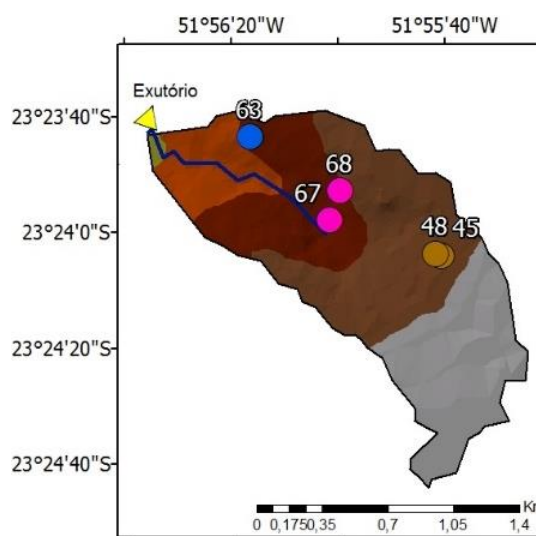


Figura 8 – Carta de hipsometria da sub-bacia hidrográfica 3

Fonte: Autor, 2015.

A área calculada da sub-bacia 3 foi igual a 1,8 km² e os alagamentos ocorreram na região central, em locais com elevações no intervalo de 494 m a 552 m.

Portanto, observa-se que os valores de elevação das áreas estudadas mostram que os alagamentos não estão ocorrendo nas zonas baixas ou em fundos de vales, regiões propensas a serem afetadas pela cheia dos rios e córregos, caracterizando a ocorrência de inundações. Assim, o que acontece nas áreas estudadas são alagamentos e não inundações.

Algumas causas prováveis desses alagamentos podem ser a ineficiência do sistema de drenagem urbana, seja por falha de projeto ou execução; a falta de manutenção e limpeza periódica desse sistema, o que acarretaria no acúmulo dos resíduos sólidos urbanos nos mecanismos de coleta das águas pluviais; um possível aumento na intensidade da chuva devido às alterações climáticas; aumento de áreas impermeabilizadas, dentre outros.

Sugerem-se estudos aprofundados nas áreas retratadas neste artigo, com relação às possíveis causas enunciadas, inclusive com visitas em campo.

5 Conclusões

A elaboração do mapa contendo a carta hipsométrica em conjunto com os pontos de alagamentos ocorridos na cidade de Maringá, PR permitiu observar que os alagamentos ocorrem independentemente da posição topográfica.

Assim, ao contrário do que a literatura especializada preconiza, os alagamentos se fazem presentes em locais nas zonas altas da cidade, que não se caracterizam como áreas de risco.

Portanto, nesse caso, infere-se que as condições do sistema de drenagem do município são preponderantes sobre a topografia local, no que se refere aos alagamentos observados na cidade.

Referências

Band LE, Wood EF. Strategies for large-scale, distributed hydrologic simulation. Applied mathematics and computation. 1988;27(1):23-37.

Cardoso AS, Baptista MB. Metodologia para Avaliação de Alternativas de Intervenção em Cursos de Água em Áreas Urbanas. RBRH — Revista Brasileira de Recursos Hídricos. 2001;16(1):129-139.

- Carvalho JC, Gitirana Jr, GFN, Carvalho ETL, Luz MP, Silva JP, Gurjão CMC. Enchentes, alagamentos e inundações: causas, consequências e soluções. In: Congresso Brasileiro de Mecânica das Rochas e Engenharia Geotécnica; 2014; Goiânia, Brasil.
- Fontes ARM, Barbassa AP. Diagnóstico e prognóstico da ocupação e da impermeabilização urbanas. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Abr/Jun 2003;8(2):137-147.
- Hu SL, Han CF, Meng LP. A scenario planning approach for propositioning rescue centers for urban waterlog disasters. Computers & Industrial Engineering. 2015;87:425-435.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Tendências demográficas : uma análise dos resultados da sinopse preliminar do censo demográfico 2000. Rio de Janeiro (Brasil): IBGE, 2001. [cited 2015 nov 08]. Available from: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/ten_dencia_demografica/analise_resultados/sinopse_censo2000.pdf.
- López JS, Agudo JP, Alvarez JA, Burgos AJ, Campana JM. Á. Integrated management of water resources in urban water system: Water Sensitive Urban Development as a strategic approach. Ingeniería del agua. 2014;18(1):111-123.
- Makropoulos CK, Butler D, Maksimovic C. Fuzzy logic spatial decision support system for urban water management. Journal of Water Resources Planning and Management. 2013;129(1):69-77.
- Ministério das Cidades. Capacitação em mapeamento e gerenciamento de área de risco. Brasília (Brasil): Ministério das Cidades, 2004. 122 p.
- Neves PDM, Souza ML. Caracterização geoambiental da área de preservação permanente das nascentes do curso superior da bacia do Córrego Mandacaru do município de Maringá-PR: aspectos legais. Geo UERJ. 2013;1(24):386-406.
- Schueler AS, Mahler CF. Sistema de avaliação para classificar áreas de disposição de resíduos sólidos urbanos visando a remediação e a pós-ocupação. Engenharia sanitária e ambiental. 2008;13(3).
- Suarez P, Anderson W, Mahal V, Lakshmanan TR. Impacts of flooding and climate change on urban transportation: A systemwide performance assessment of the Boston Metro Area. Transportation Research Part D: transport and environment. 2005;10(3):231-244.
- Urich C, Rauch W. Modelling the urban water cycle as an integrated part of the city: a review. Water Science & Technology. 2014;70(11):1857-1872.