

MAPEAMENTO DAS ÁREAS SUJEITAS A INUNDAÇÕES NO DISTRITO ADMINISTRATIVO D'ÁGUA, MUNICÍPIO DE BELÉM, POR MEIO DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO

Mapping of areas subject to Flooding in the Administrative District of D'água, municipality of Belém, by means of Geoprocessing Techniques

Andrezza Cristina Farias Fonseca
Universidade Federal Rural da Amazônia

Instituto Ciberespacial – ICIBE
Avenida Presidente Tancredo Neves, Nº 2501 Bairro: Terra Firme, Belém-PA
farias.andrezza@gmail.com

Juan Andrade Guedes
Universidade Federal Rural da Amazônia

Instituto Ciberespacial – ICIBE
Avenida Presidente Tancredo Neves, Nº 2501 Bairro: Terra Firme, Belém-PA
juan_andrade_guedes@hotmail.com

Luana dos Santos Tabosa da Silva
Universidade Federal Rural da Amazônia

Instituto Ciberespacial – ICIBE
Avenida Presidente Tancredo Neves, Nº 2501 Bairro: Terra Firme, Belém-PA
luanatabosa.eca.ufra@gmail.com

Marcus Vinicius Silva da Silva
Universidade Federal Rural da Amazônia

Instituto Ciberespacial – ICIBE
Avenida Presidente Tancredo Neves, Nº 2501 Bairro: Terra Firme, Belém-PA
marcussilva_16@hotmail.com

Resumo:

Belém enfrenta diariamente diversos problemas socioambientais, provenientes de vários processos naturais e antrópicos, pertinentes aos grandes centros urbanos. Estes problemas causam transtornos à população e podem atrapalhar a dinâmica e o desenvolvimento da cidade. Historicamente as cidades na Amazônia localizam-se às margens dos rios e neste contexto a cidade de Belém não é diferente, a capital do Estado do Pará é margeada pelo Rio Guamá e pela Baía do Guajará, a concentração de grande parte da população ocorre em áreas de cotas inferiores ou iguais a 4 metros de altitude, espaços tradicionalmente conhecidos por “baixadas”. Por esse motivo, estas áreas sofrem influência das bacias hidrográficas existentes no município, o que lhes impõem a condição de ocuparem terrenos alagados permanentemente, ou sujeitos a inundações periódicas. Dentro deste cenário, encontra-se o distrito administrativo D'Água, composto pelos bairros de Canudos, Condor, Cremação, Guamá, Jurunas e Montese, é considerada uma região periférica da cidade e como tal, sofre com problemas sociais e ambientais. Diante do exposto, este trabalho objetivou delimitar e elaborar o mapeamento das áreas propensas a inundações no Distrito D'água, através do desenvolvimento de um modelo hidrológico que incorporasse as características físicas da bacia

(modelo digital de terreno, escoamento superficial e vazão do canal principal), para isso, foram utilizadas imagens do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) para gerar altimetria, drenagem e declividade. Tornando-se indispensável a análise do resultado do mapa de risco de inundação, onde se possam fornecer dados para que o administrador público possa direcionar suas políticas de planejamento e remediações urbana.

Palavras-chave: Distrito D'água; Inundações; Belém; SRTM.

Abstract

Belém daily faces several socio-environmental problems, coming from many natural and anthropic processes, pertinent to large urban centers. These problems cause disruption to the population and can disrupt the dynamics and development of the city. Historically the cities in the Amazon are located on the banks of the rivers and in this context in Belém city is no different, the capital of Pará states, is bordered by the Guamá River and the Bay of Guajará, the concentration of the great part of the population occurs in areas of dimensions less than or equal to 4 meters of altitude, spaces traditionally known as "baixadas". For this reason, these areas are influenced by the river basins that exist in the municipality, which imposes on them the condition of occupying permanently flooded land, or subject to periodic flooding. In this scenario, the administrative district of Water, composed of the districts of Canudos, Condor, Cremação, Guamá, Jurunas and Montese, is considered a peripheral region of the city and as such suffers with social and environmental problems. In view of the above, this work aimed to delimit and elaborate the mapping of flood - prone areas in the Water District, through the development of a hydrological model that incorporates the physical characteristics of the basin (digital terrain model, surface runoff and main channel flow), using images from Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) to generate altimetry, drainage and slope. It is essential to analyze the results of the flood risk map, where data can be provided so that the public administrator can orientate his urban planning and remediation policies.

Keywords: District of Water; Floods; Belém; SRTM.

1. INTRODUÇÃO

Belém, assim como outras grandes cidades brasileiras, enfrenta diariamente diversos problemas socioambientais, provenientes de vários processos naturais e antrópicos, pertinentes aos grandes centros urbanos. Estes problemas causam transtornos à população e podem atrapalhar a dinâmica e o desenvolvimento da cidade. Segundo Sousa (2016, p. 14), “entre esses problemas urbanos, podem-se citar os causados pela falta de saneamento básico, como o despejo e acúmulo de resíduos sólidos em vários pontos impróprios da cidade, ausência ou deficiência de um sistema de drenagem (redes de água pluviais e esgoto), entre outros”.

Esses problemas, acrescidos dos fatores climáticos e pluviais da região amazônica, tendem a elevar um quadro muito conhecido no cenário urbano de Belém, os alagamentos, que costumam ser mais frequentes no cotidiano da cidade sempre no começo do ano, no período conhecido na região como inverno amazônico. Belém, bem como toda a região amazônica, não possui as estações do ano bem definidas, pois apresenta somente dois períodos climáticos, o verão (de junho a novembro) e o inverno (de dezembro a maio). É nesse período de inverno amazônico que as taxas de alagamentos costumam se intensificar na capital do estado do Pará, segundo dados da Secretaria Municipal de Planejamento (SEGEP) o elevado índice pluviométrico na cidade de Belém se mantém em torno de 2.834 mm anual, o aumento no volume de águas neste período contribuí também para surgimento das marés altas. (SOUSA, 2016).

Os fatores naturais e antrópicos citados podem contribuir para o surgimento ou agravamentos dos alagamentos em uma determinada região/cidade, porém não só eles como

vários outros, podem ser considerados agentes influenciadores de alagamentos, como: forma da bacia hidrográfica; topografia da várzea; permeabilidade do solo na área da bacia; estrangulamento da drenagem; lançamento de águas servidas e esgoto na drenagem, entre outros (PEDRO; NUNES, 2012).

Historicamente as cidades na Amazônia localizam-se às margens dos rios e neste contexto a cidade de Belém não é diferente, a capital do Estado do Pará, é margeada pelo Rio Guamá e pela Baía do Guajará a uma altitude média de aproximadamente 10 m acima do nível do mar. Entretanto, segundo dados do Plano Diretor Urbano (PDU) de Belém, a concentração de grande parte da população ocorre em áreas de cotas inferiores ou iguais a 4 metros de altitude, espaços tradicionalmente conhecidos por “baixadas”. Por esse motivo, estas áreas sofrem influência das bacias hidrográficas existentes no município, o que lhes impõem a condição de ocuparem terrenos alagados permanentemente, ou sujeitos a inundações periódicas.

Tal quadro torna-se mais compreensível quando se verifica que a cidade de Belém está assentada sobre aluviões recentes, apresentando cotas abaixo de 4 metros, e sobre tabuleiros terciários com cotas entre 4 e 15 metros (TUPIASSÚ, 1968).

Dentro deste cenário de problemas sanitários de Belém encontra-se o distrito administrativo D'Água, composto pelos bairros de Canudos, Condor, Cremação, Guamá, Jurunas e Montese (Terra Firme), é considerada uma região periférica da cidade e como tal, sofre com problemas sociais e ambientais. Segundo o Censo de 2010, o distrito conta com uma população de aproximadamente 342.742 habitantes, sendo em sua maioria famílias de baixa renda. A Região Administrativa em questão se encontra em uma área de baixada as margens do Rio Guamá e sofre influência direta das bacias hidrográficas da Estrada Nova e do Tucunduba.

Por bacia hidrográfica entende-se uma área limitada por um divisor de águas, que a separa das bacias adjacentes e que serve de captação natural da água de precipitação através de superfícies vertentes. Por meio de uma rede de drenagem, formada por cursos d'água, ela faz convergir os escoamentos para a seção de expulsório, seu único ponto de saída (BORSATO; MARTONI, apud TEODORO et al., 2007).

Nesse contexto, através dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), com os quais os dados podem ser inseridos, armazenados, analisados, visualizados e disseminados (BATTY, 2007), O SIG é aceito como sendo uma tecnologia que possui o ferramental necessário para realizar análises com dados espaciais e oferece, ao ser implementado, alternativas para o entendimento da ocupação e utilização do meio físico, compondo o chamado universo da Geotecnologia (SILVA, 1999). Constitui-se em uma importante ferramenta de apoio à decisão, por permitir a manipulação de grandes volumes de dados, a integração de imagens, e possuir potencial para realizar grande diversidade de análises com eficiência a um baixo custo e num curto período de tempo, tornando o SIG um instrumento indispensável em estudos de impactos socioambientais em áreas urbanas.

Diante do exposto, este trabalho objetivou delimitar e elaborar o mapeamento das áreas propensas a inundações no Distrito D'água, através do desenvolvimento de um modelo hidrológico que incorporasse as características físicas da bacia (modelo digital de terreno, escoamento superficial e vazão do canal principal), para isso, foi utilizada imagens do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) para gerar altimetria, drenagem e declividade. A base de dados foi sistematizada e integrada a um banco de dados geográficos para serem acessados a partir de um Sistema de Informação Geográfica (SIG). Tornando-se indispensável a análise do

resultado do mapa de risco de inundação, onde se possam fornecer dados para que o administrador público possa direcionar suas políticas de planejamento e remediações urbano.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A localização da área mapeada, âmbito do desenvolvimento desse trabalho, compreendeu o distrito administrativo D'água, sendo o mesmo uma das 8 regionalizações distritais do município de Belém, banhado pelo rio Guamá, possuindo as coordenadas geográficas centrais: Latitude: - 01° 27' 54,77" e Longitude: - 48° 28' 07,36". Fazendo limite com o distrito DABEL e DAENT, segundo dados do Censo 2010, como pode ser observado na Figura 1.

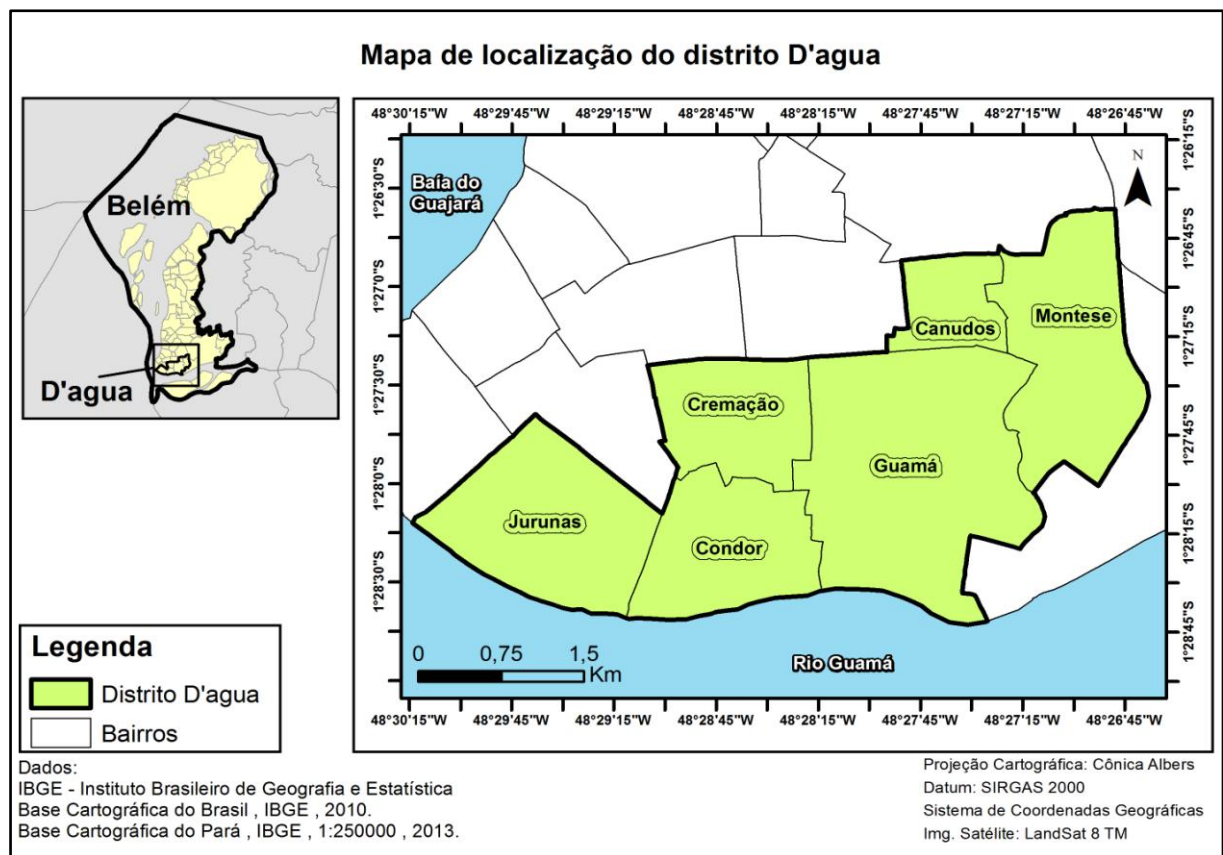


Figura 1 – Mapa de localização do distrito D'água

Com relação a extensão territorial do distrito administrativo D'água, o mesmo possui uma área de 14,40 km², o que representa em termos percentuais, cerca de 2,90% do total territorial do município de Belém, ocupando, desse modo, a sétima colocação em extensão territorial e a primeira em população, sendo o bairro do Guamá o mais populoso de Belém.

Os métodos no âmbito desse trabalho foram divididos em coleta da base de dados, tabulação e depuração, relacionamento dos dados em Sistema de Informações Geográficas (SIG) e análise dos dados por meio de técnicas estatísticas. A coleta da base de dados foi através dos elementos das bases cartográficas na escala 1:250.000, dos bairros estudados e das divisões

administrativas do município de Belém, catalogadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estas bases cartográficas foram também utilizadas para obter as informações sobre drenagem e altimetria.

Posteriormente, foi realizada a depuração das bases de dados, no sentido de retirar características geográficas não pertencentes a área de estudo e inconsistências nos dados. Em seguida, estas camadas foram georreferenciadas, no sentido de indexar um banco de dados geográfico (BDGeo) relacionável com as classes de Geoinformação, utilizando os softwares Arcgis 10.5.

Em seguida foi realizado o download da imagem SRTM através do projeto TOPODATA do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais no site <http://www.dsr.inpe.br/topodata/>, sendo adquirido o raster: 01_495. que representam um quadrilátero geográfico do município de Belém, na escala 1:25.000 e resolução espacial de 30 metros.

No sentido de espacializar o Modelo Digital de Elevação (MDE) do distrito administrado D'água, para verificar os pontos de altimetria do terreno, foi utilizado o softwares Arcgis 10.5 e suas ferramentas de análise espacial e tratamento do MDE, reduzindo as possíveis interferências do objetos geográficos da superfície terrestre objeto deste estudo, no sentido de alcançar um acurado modelo final de representação do terreno.

A delimitação automática da rede de escoamento do distrito D'água foi desenvolvido no SIG ArcGIS 10.5, norteado pelas extensões disponíveis no endereço eletrônico da Environmental Systems Research Institute (ESRI): Spatial Analyst e Hydrology Modeling. Sendo o preenchimento das depressões falhas nas ocorrências de corpos hídricos, direção de fluxo para as relações hidrológicas entre pontos dentro da bacia, fluxo acumulado para o grau de confluência do escoamento e a delimitação da ordem gerada pelo interpolador de STRAHLER.

No sentido de gerar a densidade de locais com enchentes, foi utilizado o interpolador de densidade Kernel, forma não-paramétrica para estimar a função de densidade de probabilidade de uma variável aleatória, sendo a mesma uma técnica de estatística espacial utilizada para analisar distribuição de dados georreferenciados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O resultado que é mostrado na figura 02 abaixo, em que é possível visualizar o limite territorial do Distrito D'água, as manchas verdes de tom mais escuros representam as áreas propensas naturalmente a inundações por terem um grau de elevação abaixo do nível do mar de -4,80 a -0,22, enquanto as manchas vermelhas indicam as áreas com menos propensão a inundações que ocorrem na cidade, com elevação de 14 a 25 metros.

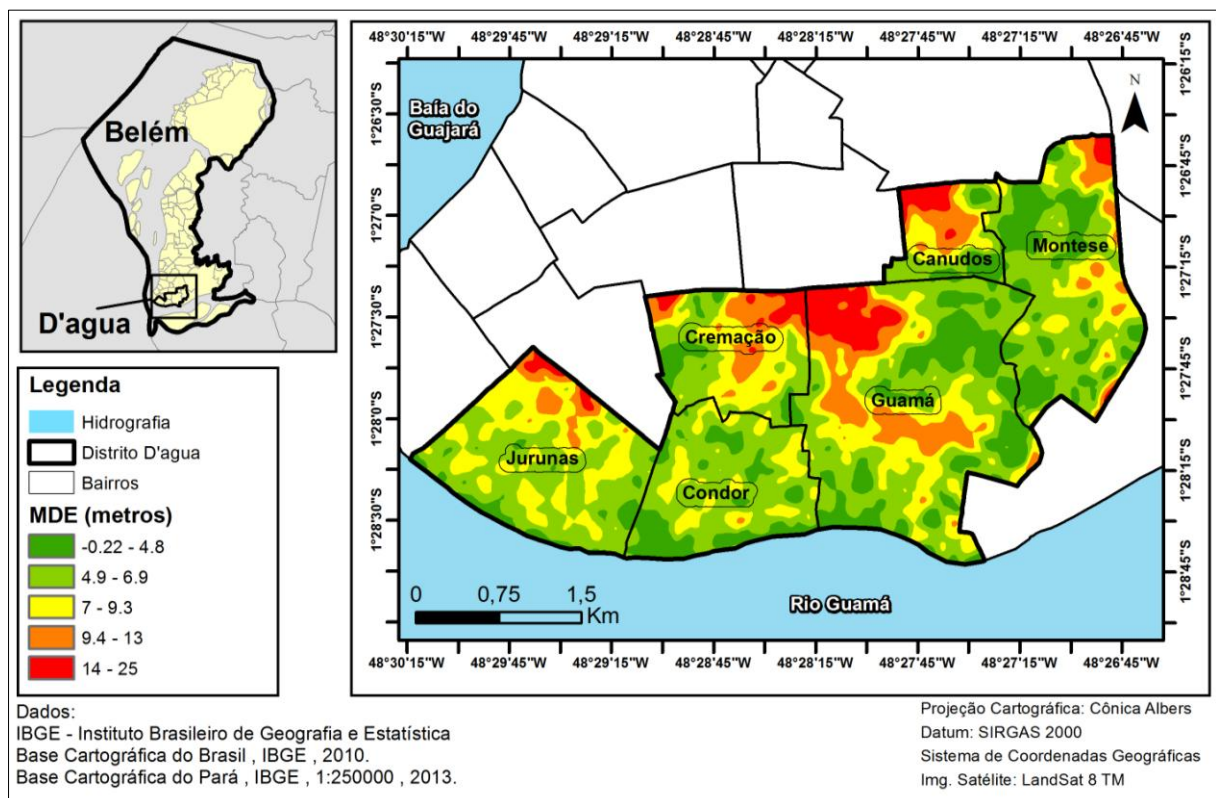


Figura 2 – Mapa do Modelo de Elevação (MDE) do distrito D'água

Por meio desta espacialização do Distrito D'água, é notória as áreas vulneráveis a inundações. Pode-se perceber que elas estão localizadas majoritariamente nas áreas correspondentes a primeira légua patrimonial da cidade, como também, nas áreas próximas a terrenos de marinha, áreas que na fundação da cidade eram inundadas e foram aterradas ao longo do tempo.

A figura 3 mostra o resultado da delimitação automática da rede de escoamento do distrito D'água. Esse produto foi gerado por meio da interpolação com os dados do MDE. Constituindo uma rede de escoamento, na qual a drenagem segue uma devida hierarquia, dividida em “ordens”.

Teoricamente, quanto mais ramificada for a rede de escoamento, mais acidentado deve ser o relevo. Os de 1ª ordem (vales mais elevados e sem tributários); os de 2ª ordem (a jusante da confluência de dois ou mais tributários de 1ª ordem); e os de 3ª ordem (a jusante da confluência de dois ou mais tributários de 2ª ordem) assim, sucessivamente, como mostrado a seguir.

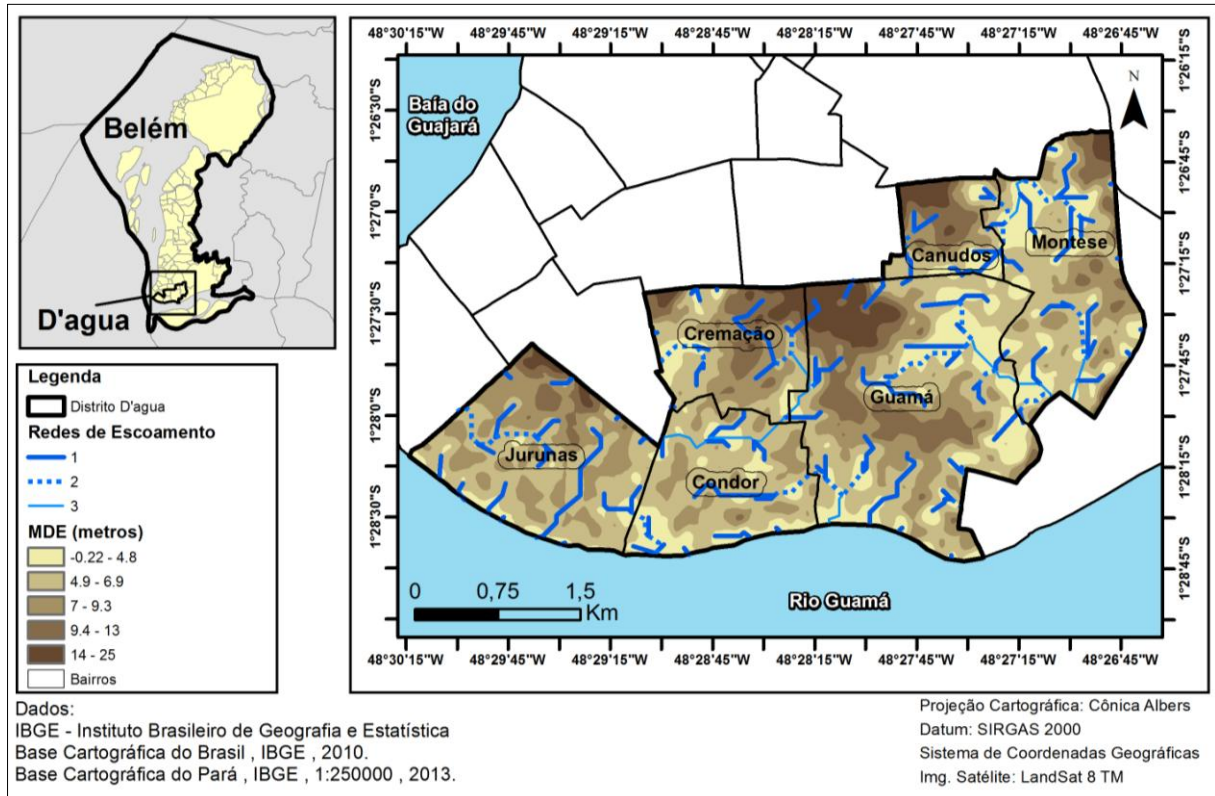


Figura 3 – Mapa de rede de escoamento e Modelo Digital de Elevação (MDE) do distrito D'água

Na Figura 4 pode-se observar que através da técnica de estatística espacial utilizada para analisar distribuição de dados georreferenciados, foi possível estimar a função de densidade de locais com enchentes no distrito D'água, e estes dados foram correlacionados com os produtos das redes de escoamento produzidos no mapa anterior.

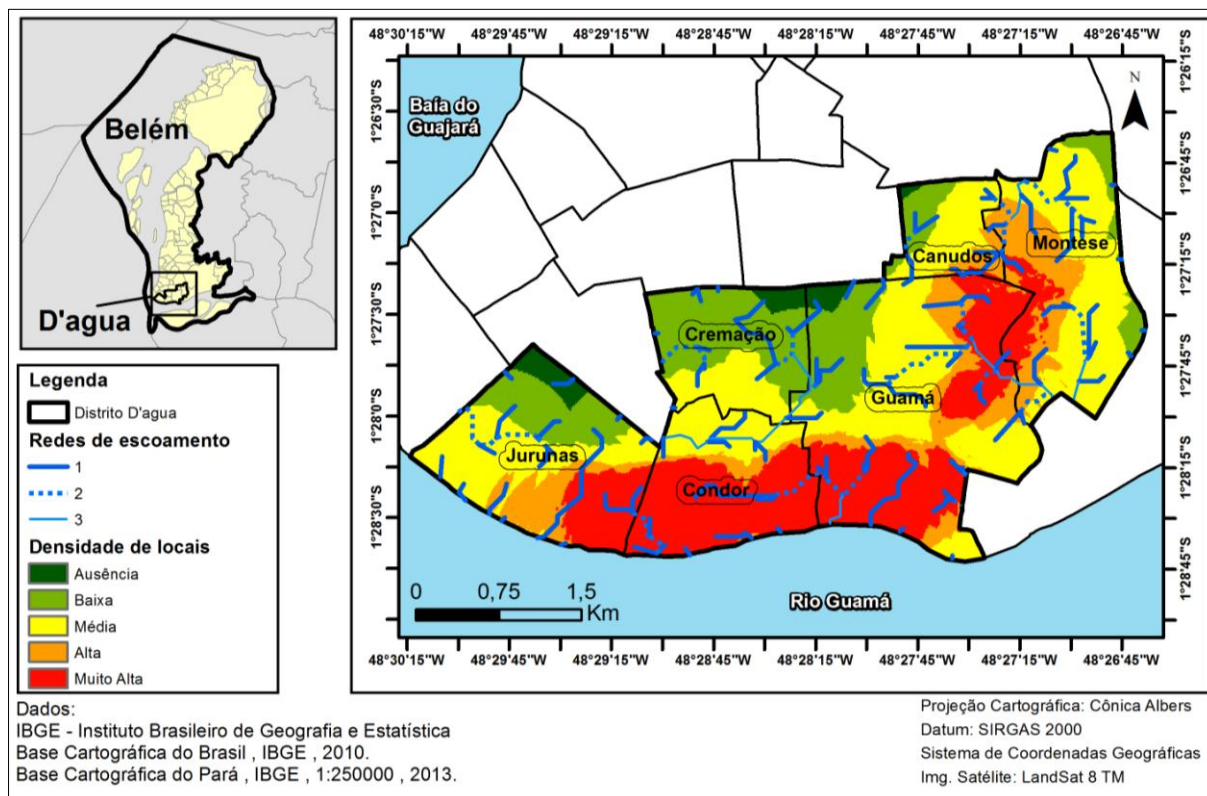


Figura 4 – Mapa de rede de escoamento e densidade de locais com enchentes no distrito D'água

Na qual as áreas em vermelho tem uma elevada probabilidade de ocorrência de enchentes e inundações, enquanto as áreas de coloração verde apresentam riscos mínimos para este cenário, chegando até a cometer uma baixa ou ausência das mesmas.

Nesse sentido pode se afirmar que o bairro da Condor é o que apresenta maior risco de enchentes, pois aproximadamente 80% de seu território é classificado como de Alto risco. Enquanto que a Cremação apresenta menor probabilidade para este cenário, devido em seu território haver apenas áreas de ausência, baixo e médio risco.

4. CONCLUSÃO

Os alagamentos no distrito D'água são de fato um problema antigo em Belém e que ainda parecem estar longe de ser solucionado pela gestão pública municipal. Buscando analisar e compreender melhor essa problemática do município, esta pesquisa propôs alcançar alguns objetivos que ajudariam na análise dos mapas de risco de inundação, na qual serão fornecidos dados para que o administrador público possa direcionar suas políticas de planejamento urbano.

Na cidade de Belém a alteração do relevo se constituiu como importante vetor para expansão e ocupação da cidade, uma vez que as baixas cotas topográficas facilitavam a entrada das águas da maré inundando a planície de inundação formando áreas de igapó, insalubres para ocupação. Atualmente, mesmo com o aterro de muitas áreas, ainda é notória a baixa elevação do distrito, onde foi possibilitada a verificação no Mapa do Modelo de Elevação, e posteriormente o correlacionando com o de rede de escoamento e densidade de locais com enchentes no distrito D'água.

Executar políticas públicas a médio e longo prazo só serão possíveis ao planejar de forma eficiente e eficaz, onde se tenha como produto um espaço urbano coerente com variáveis físicas, como o clima e a geomorfologia, além de fatores sociais atuando em conjunto por meio de um viés integrado.

Referências Bibliográficas

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO MUNICÍPIO DE BELÉM 2011: Capítulo 2 – Características demográficas e sócio econômicas da população. Belém, 2011, Anual.

JÚNIOR, A. C. R. A. Fatores de risco a inundação da Estrada Nova Belém-PA. **Revista Geografia**, Londrina, v. 22, n. 2, p. 57-58, mai./ago. 2013.

ROLIM et al. Geoprocessamento Aplicado no Mapeamento de Áreas com risco de Inundação em Pombal, Paraíba. In: WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRA ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO, 3, 2017, Campina Grande – PB.

SADECK, L. W. R.; SOUZA, A. A. A.; SILVA, L. C. T. Mapeamento das Zonas de Risco às Inundações no Município de Belém – PA. In: VI Encontro Nacional da Anppas, 2012, Belém – PA.

SANTOS, F. A. A.; ROCHA, E. J. P. Alagamento e Inundações em Áreas urbanas. Estudo de caso: Cidade de Belém. **Revista GeoAmazônia**, Belém, v. 2, n. 2, p. 33-55, jul./dez. 2013.

SOUSA, D. R. D. **Alagamentos no centro comercial da Campina, Belém-PA**: Identificação das causas e suas implicações de acordo com a percepção dos comerciantes locais. 2016. 81 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia) – Núcleo de Meio Ambiente, Universidade Federal do Pará, Belém, 2016.

ZANIN, V. L.; MELLO, I. S.; PITHAN, P. A. Identificação de Áreas com Risco de Inundação por meio de Análise Ambiental e Geoprocessamento. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, 2016, Florianópolis. **Anais do COBRAC 2016 – Florianópolis – SC – Brasil – UFSC – de 16 à 20 de outubro de 2016.**