

Eixo Temático ET-02-003 - Saneamento Ambiental

## **ANÁLISE DO EFEITO DA DRENAGEM PRINCIPAL NATURAL NA CIDADE DE SOUSA-PB**

José Diogenes Alves Pereira<sup>1</sup>, Airton Gonçalves de Oliveira<sup>2</sup>, Rosinete Batista dos Santos<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Ambiental, UFCG/CCTA/POMBAL-PB, E-mail: diogenes\_753@hotmail.com; <sup>2</sup> Graduação em Engenharia Ambiental, UFCG/CCTA/POMBAL-PB, E-mail: airtonifce@yahoo.com; <sup>3</sup>Doutorado em Recursos Naturais, UFCG/CCTA/POMBAL-PB, E-mail: rosinetes@yahoo.com.br

### **RESUMO**

O desordenado crescimento urbano tem resultado em diversos problemas e tem levado à necessidade de estudos para obtenção de informações que direcionam o crescimento urbano para que o mesmo venha a acontecer da melhor forma possível. Neste cenário este trabalho visa analisar a situação da cidade de Sousa-PB, entendendo o comportamento que às áreas construídas da cidade possuem quanto às suas localizações próximas a drenagem principal natural. Utilizando o software livre QGIS foram gerados mapas que permitiram fazer a caracterização da área. Constatou-se que a cidade se encontra em um lugar favorável do ponto de vista de localização espacial, a drenagem natural e a interação que a mesma detém com a cidade é um aspecto positivo.

**Palavras-chaves:** Drenagem urbana; área construída; alagamentos.

### **INTRODUÇÃO**

Desde os primórdios da civilização que o homem detém relações existenciais com a água e os locais que a mesma se encontra, seja ela em rios, lagos e até mesmo no mar. A história da humanidade está em volta de cursos de água que servem muito mais do que fonte de recurso essencial à vida, mas também como um recurso que permite mobilidade, produção de energia, dentre inúmeras outras finalidades. De acordo com REZENDE (2010), o homem passou a ter interesse pelo comportamento dos fluxos naturais de água, a partir do momento que a habitação das margens dos mesmos ocorria e com o passar do tempo e o aprendizado gerado pelas variações hidrológicas, a humanidade acabou criando uma ampla dependência com essas localidades. Essa dependência que ainda ocorre, considerando necessidades a serem sanadas, como a fome, a qual a agricultura de subsistência existe desde a antiguidade onde culturas às margens do Rio Nilo no Egito ou até mesmo em situações mais tecnológicas do presente como plantios irrigados em produções de larga escala, ou como a urbanização onde a humanidade que buscava por abrigos mais seguros e zonas de conforto ao encontrar um local que pudesse alcançar esse bem estar observado pelas áreas construídas se localizarem próximas a rios e lagos, entendendo que urbanização é um processo que proporciona constantemente um aumento de áreas construídas em cidades e que as mesmas pela dependência de manutenção dependem primordialmente da água. Com isso ao longo de sua existência, a humanidade passou a modificar as características dos mananciais na forma de adequá-los para que assim seja possível atender seus interesses, a exemplo de captação de água para abastecimento, para usos hidrelétricos, irrigação devido às necessidades que a agricultura impõe, etc (REZENDE, 2010).

Com o desenvolvimento tecnológico, o homem passou a manipular a natureza de forma mais intensa permitindo assim que vários processos gerados fossem acelerados a exemplo da urbanização. Que segundo RAMOS (2018) a urbanização tem acelerado nas últimas três décadas, este efeito é observado em diversos países em emergência, onde no Brasil a

urbanização não planejada, que ocorre também em outros países, vem aumentando a frequência e os níveis das cheias dos corpos hídricos em que as cidades se localizam.

O processo de urbanização quando ocorre de forma não planejado acarreta vários impactos no regime de escoamentos das águas, bem como o avanço de áreas construídas para localidades com riscos de alagamentos naturais e/ou causados por ações antrópicas (REZENDE, 2010).

Considerando a visão moderna de gestão da drenagem urbana as relações das águas de mananciais e outros fatores como uso do solo são tratados como relevantes, na forma e possibilitam a visão de locais em que fatores específicos dá área determinam a seguridade ou o cenário oposto para uma população (TUCCI, 2012)

Com base nessa realidade o presente estudo objetiva uma análise da drenagem natural do município de Sousa-PB com foco na zona urbana, utilizando dados do INPE e IBGE para verificação de sua condição.

## METODOLOGIA

Utilizando o software livre QGIS foi gerado um mapa de localização do município de Sousa, em *shapefile*, com base no banco de dados do IBGE de 2015 apontando a área foco do estudo.

Foi gerado um segundo mapa utilizando o software livre QGIS, este hipsométrico detém imagens SRTM do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e dados em *shapefile* do ano de 2015 do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) do município de Sousa para evidenciar as cotas altitudes da área em estudo, a qual estas cotas estão divididas em cinco classes que variam na legenda da cor verde escura até a vermelha da cota mais baixa a mais alta respectivamente, variando de 208 metros de altura com base no nível médio dos mares até 573 metros de altitude, na forma de que as mesmas expressem áreas sugestivas em que as cotas apontem zonas de atenção.

Em seguida, foi gerado um terceiro mapa também utilizando o software livre QGIS, onde os dados, em *shapefile*, de drenagem principal da AESA (Agência de Gestão das Águas da Paraíba) e os dados em *shapefile* do Estado da Paraíba foram concatenados formando uma estrutura com o foco na área a ser analisada neste estudo, para entender o comportamento de forma prévia da drenagem principal dentro do território municipal.

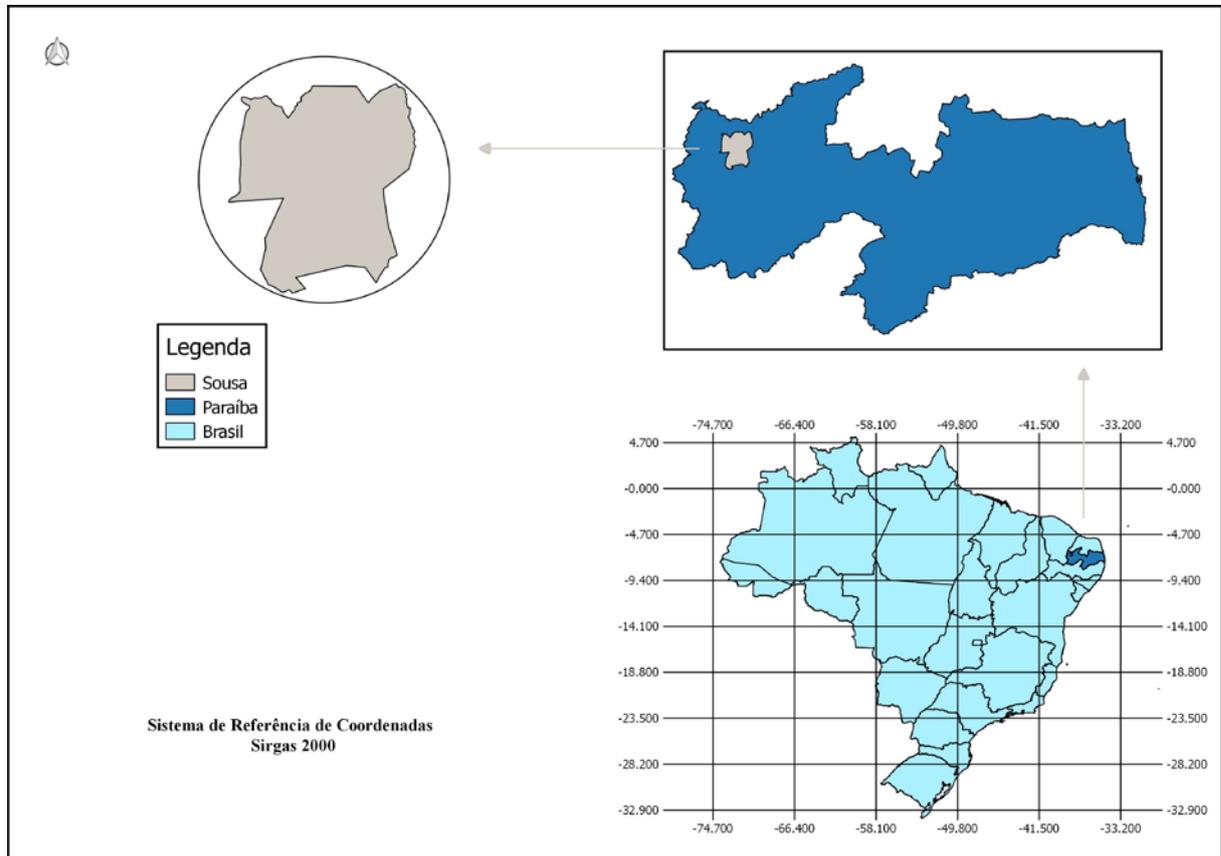
Usando imagens de 2017 do satélite LANDSAT 8 disponibilizadas pelo USGS (Serviço Geológico Americano) e utilizando o software livre QGIS foram determinadas as áreas construídas da cidade de Sousa-PB utilizando o NDBI (Índice por Diferença Normalizada para Áreas Construídas) na qual para comprovar que a área levantada era realmente a da cidade de Sousa, o *shapefile* gerado foi contraposto com as imagens de satélite fornecidas pelo satélite da Google, expressando assim o quarto mapa este com base nesta união.

$$NDBI = \frac{TM_6 - TM_5}{TM_6 + TM_5}$$

Com essas informações um quinto mapa temático foi gerado, este detém a sobreposição da delimitação da cidade de Sousa, juntamente com a drenagem principal que o município detém. Estruturas estas dispostas no hipsométrico modificado, onde o mesmo foi sombreado dando-o uma característica tridimensional que expõe assim como o relevo condiciona a drenagem principal e o efeito que a drenagem principal tem sobre as áreas construídas da cidade mapa este formado da união dos dados fornecidos pelo USGG, IBGE, INPE e AESA. Posteriormente, foi gerado um sexto mapa com as mesmas referências de dados que o quinto mapa, no qual foi dado um destaque nas áreas que necessitam maior atenção, estas expressam áreas de risco presente na cidade de Sousa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O município de Sousa está situado no sertão do estado da Paraíba e possui 51881 habitantes na zona urbana, segundo o último senso do IBGE que ocorreu em 2010. Na Figura 1, tem-se um mapa de localização do município de Sousa no estado da Paraíba.

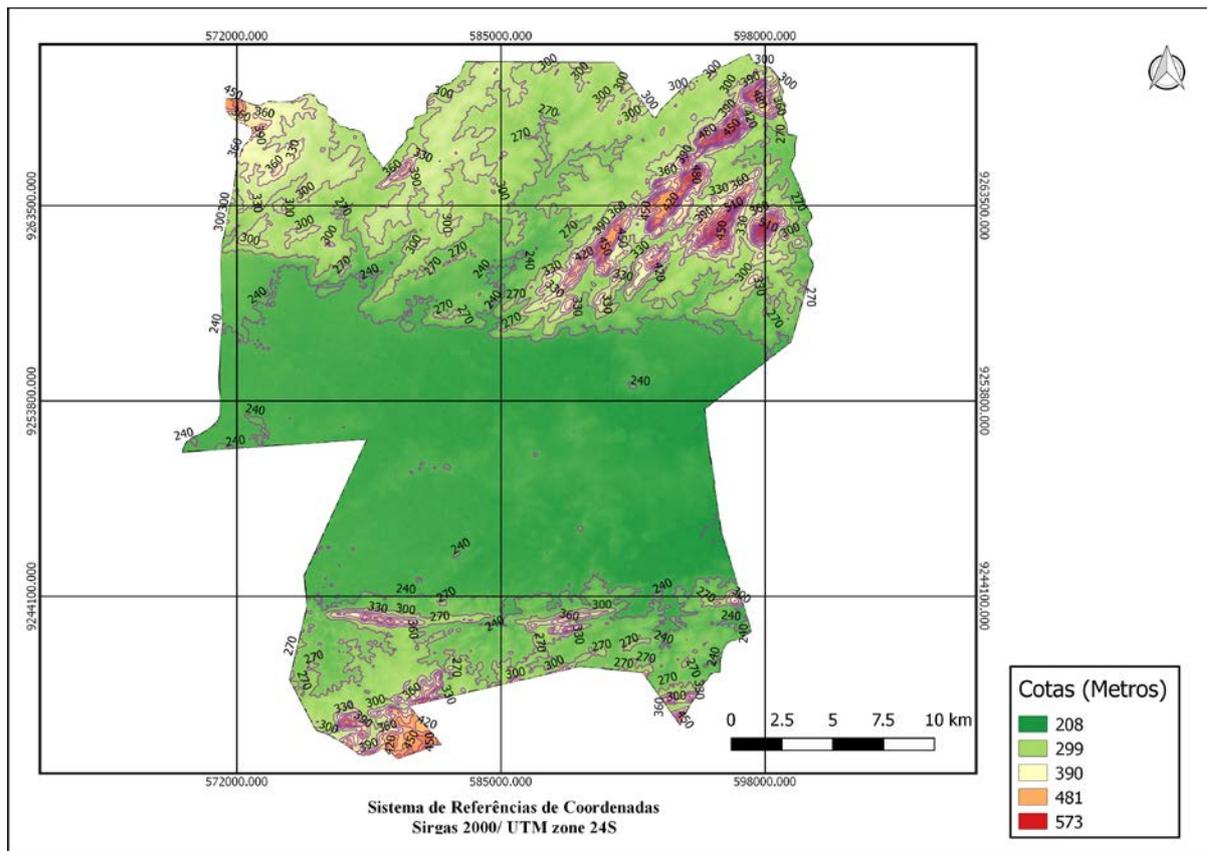


**Figura 1.** Mapa de localização do município de Sousa-PB. Fonte: Elaborado pelo autor, com dados fornecidos pelo IBGE (2010).

De acordo com a Figura 1, constata-se que o município se encontra em uma localidade no interior do estado, que detém características de clima seco, índices pluviométricos irregulares e de efeitos torrenciais muitas vezes. O que voltado para questões de planejamento independente do tipo do mesmo se faz necessária à compreensão desses pontos para que medidas efetivas possam vir a serem tomadas.

Compreendendo que o relevo é um ponto extremamente relevante no planejamento urbano, este estudo focou na dinâmica do mesmo, entendendo que a forma geomorfológica de uma área, proporciona vantagens e desvantagens, que afetam o meio municipal de diferentes formas a exemplo do efeito que o Planalto da Borborema tem sobre as massas de ar, dividindo-as de tal forma que os municípios do sertão da Paraíba não detém, de modo geral, o mesmo regime pluviométrico de zonas litorâneas, mesmo que do ponto de vista espacial e climatológico a distância entre essas localidades não seja muito grande, assim como efeitos adversos podem ocorrer em espaços urbanos, efeitos estes que podem vir a trazer benefícios e que podem colocar uma população em uma situação adversa.

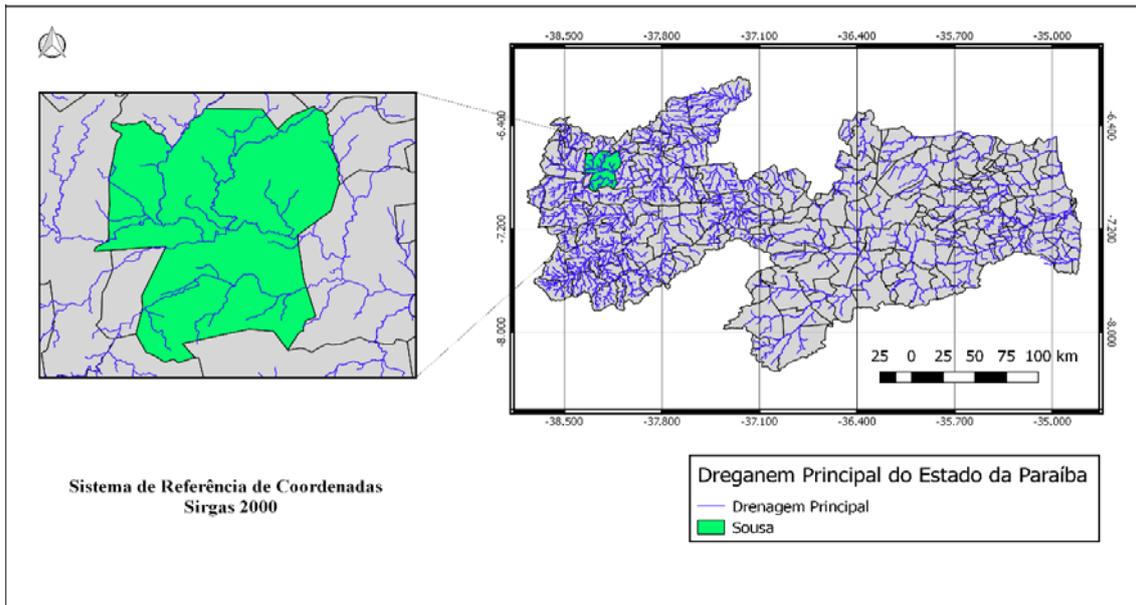
Nesse contexto segue a Figura 2 que mostra o mapa hipsométrico do território municipal de Sousa-PB.



**Figura 2.** Mapa Hipsométrico do Município de Sousa. Fonte: Elaborado pelo autor, com dados fornecidos pelo INPE e IBGE (2010).

Com isso é possível visualizar, que dentro deste território as altitudes que começam a partir do nível do mar variam de 208 metros de altitude até os 573 e que na zona central do mapa se tem uma região plana, que a depender do tipo de atividade humana que ocorra em qualquer ponto deste mapa se faz necessária a viabilidade de um zoneamento seja para ocupação para urbanização ou qualquer outra atividade humana.

Compreendendo que o relevo é dinâmico e o mesmo por sua formação natural condiciona por gravidade a água, se faz necessária a compreensão desse condicionamento pois o mesmo se torna uma fator limitante a depender das situações, até mesmo da possibilidade de uso e ocupação do solo devido aos fluxos de água serem perenes ou intermitentes determinarem possibilidades e impossibilidades de uso daquela área. Nesse contexto, segue na Figura 3 o mapa do estado da Paraíba expondo a drenagem principal natural que o mesmo detém com o foco na cidade de Sousa-PB.



**Figura 3.** Mapa da Drenagem Principal do Estado da Paraíba com o foco em Sousa. Fonte: Elaborado pelo autor, com dados fornecidos pela AESA e IBGE.

Nele é possível visualizar a drenagem a nível estadual e em seguida com o foco na cidade alvo deste estudo, se visualiza a malha de rios (perenes ou intermitentes) e riachos presentes no território municipal de Sousa.

Considerando que dentro deste território se situa a cidade de Sousa, se faz necessária a posição das áreas construídas da cidade para entender como o seu zoneamento está ocorrendo, bem como se o mesmo interage de forma positiva ou negativa com a drenagem principal do município. A partir da localização espacial da cidade, fez-se a delimitação da cidade de Sousa compreendendo suas áreas construídas, conforme apresentado na Figura 4.

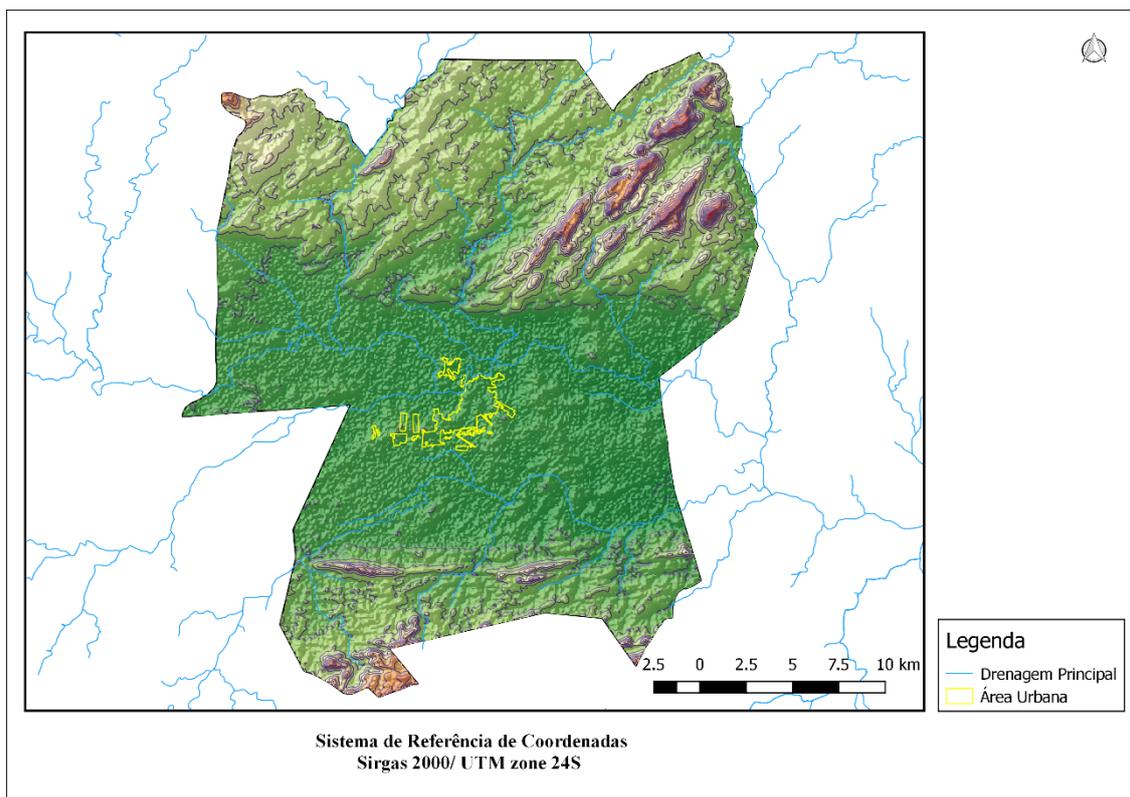


**Figura 4.** Áreas construídas da cidade de Sousa-PB. Fonte: Elaborado pelo autor, com dados fornecidos pelo USGS (2017)

Na Figura 4, nos polígonos amarelos se encontram as áreas construídas em Sousa, com isso sendo possível observar alguns efeitos que ocorrem em centros urbanos, um deles é o ato natural das cidades crescerem as margens de rodovias ou tendendo a crescimento no entorno ou próximo a mananciais para que os mesmos venham a manter essa organização urbana.

Com base nas informações levantadas neste estudo, se observa que a urbanização, juntamente com a estrutura natural que o relevo possui que atua em conjunto com a malha da drenagem principal, e interação entre si, na forma que podem causar efeitos adversos entre essas partes que constituem o meio ambiente (meio antrópico e meio natural), efeitos estes que podem ser desde alagamentos dentro da cidade até mesmo desequilíbrios ecológicos. Segundo TUCCI (2000), o processo urbano de desenvolvimento resultante geralmente da expansão irregular ocorre em locais próximos a mananciais.

Observando este cenário, o planejamento urbano deve entender e lidar com essas situações na forma que o crescimento da cidade de Sousa não venha a sobrepor sobre a natureza e nem que a cidade tenha que estagnar seu desenvolvimento devido a algum fator limitante natural, a urbanização tem base positiva quando ocorre de forma planejada, onde o meio urbano proporciona bem estar à população de diversas formas, neste ideário de interações do humano com a natureza, do meio urbano com o meio natural, segue abaixo a Figura 5 mostrando como a área urbana da cidade de Sousa interage com a malha da drenagem principal natural do município.

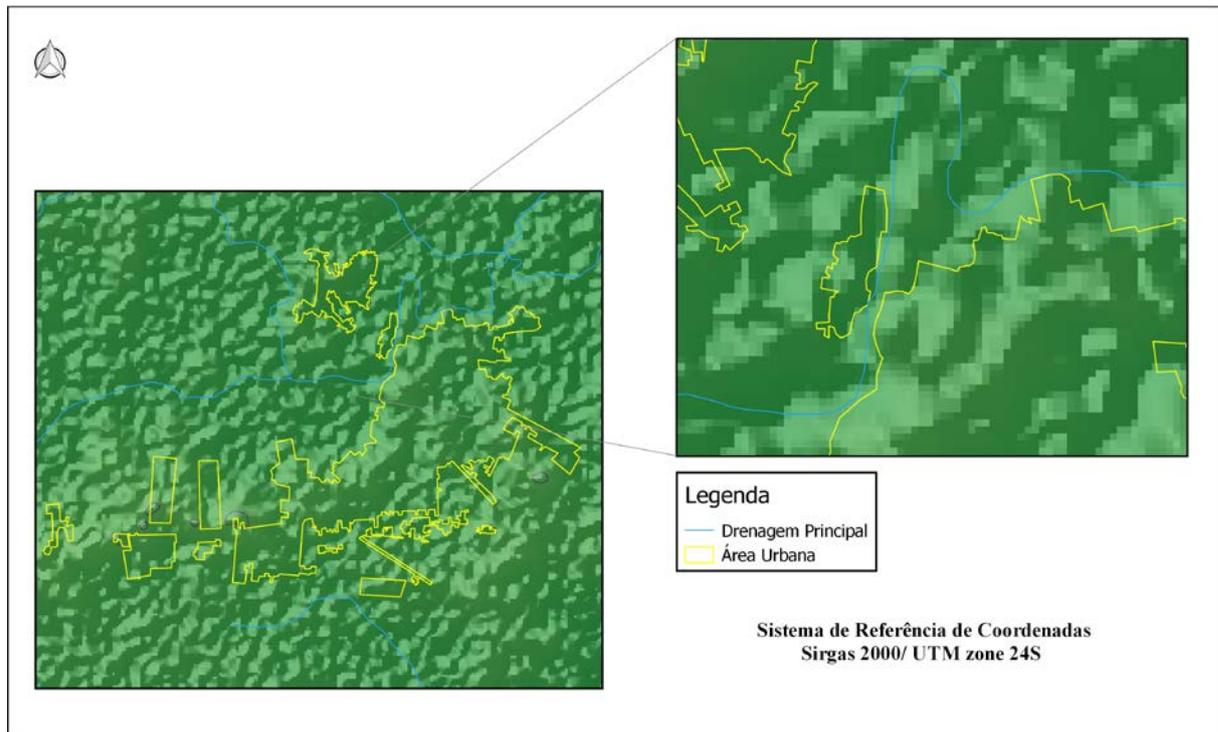


**Figura 5.** Mapa da Drenagem Principal e Área Urbana do Município de Sousa. Fonte: Elaborado pelo autor, com dados fornecidos pelo USGS, IBGE, INPE e AESA, (2018).

Com base no exposto na Figura 5, é perceptível a interação dos meios, onde o relevo condiciona os fluxos de água no território, este que por sua vez no centro, está localizada a cidade de Sousa, entendendo que a mesma tem seu crescimento as margens do Rio do Peixe, rio este intermitente que em tempos de índices pluviométricos anormais as condições frequentes do sertão paraibano, chega a deter uma vazão considerável que põe em risco populações que se encontram em suas margens.

Segundo (MARQUES, SILVA e ACÁCIO, 2015) a gestão da drenagem urbana quando eficaz, promove o desenvolvimento das cidades, a qual com a utilização de políticas focadas na área urbana, planejamento do uso e ocupação do solo, conseguem reduzir impactos estes que por sua vez podem afetar a população.

Enxergando este cenário é possível com ações simples, entender a dinâmica do avanço das áreas construídas em áreas de risco, bem como tomar medidas que venham a proteger aquela parcela da população que se situam em áreas de risco. A Figura 6 mostra a área de risco ambiental.



**Figura 6.** Mapa da Zona de Risco da Cidade de Sousa. Fonte: Elaborado pelo autor, com dados fornecidos pelo USGS, IBGE, INPE e AESA, (2018).

Dada a disposição dos polígonos da estrutura da cidade de Sousa e sua proximidade com a drenagem principal, é observado que no zoom exposto do lado direito da figura tem-se uma considerável parcela de construções nas margens do rio do Peixe, bem como em um segmento, as construções avançam nas margens do rio, onde ruas como a Eládio Pedrosa de Melo dentre outras próximas a mesma estão em uma condição sensível, que torna a aquela área uma zona de atenção. Com base no estudo de (POMPÊO, 2000) diversos fatores provocam as enchentes, destacando a impermeabilização dada às construções alterarem a taxa de infiltração das superfícies, a ocupação de zonas ribeirinhas. Já considerando os fatores de efeito neste estudo, possivelmente uma das causas dessas áreas construídas estarem situadas tão próximas do rio se dá pelo fato do mesmo estar seco, o mesmo em épocas de estiagem seca e a população adentra as margens as povoando. Tendo em vista a realidade da cidade de Sousa é expressa pelo ato do rio do Peixe ser intermitente, a qual a cidade já detém construções em suas margens.

## CONCLUSÃO

A cidade de Sousa se encontra em um lugar favorável do ponto de vista de localização espacial, isso proporciona uma seguridade para a população urbana, a drenagem natural que o município possui, juntamente com a interação que a mesma detém com a cidade é um aspecto positivo, no posicionamento de que por mais que se tenham eventualidades como chuvas com

índices pluviométricos anormais, a mesma está bem situada no território, na ressalva de que existe uma zona de risco dentro da cidade e esta deve ter uma olhar das autoridades competentes para que as mesmas possam agir em prol da salva guarda das pessoas que estão habitando aqueles pontos que estão sujeitos mesmo que pouco ao risco de enchentes.

## REFERÊNCIAS

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Disponível em: <<http://site.aesa.pb.gov.br/aesa/medicaoPluviometrica.dometodo/chuvasDiarias/Mapa>>. Acesso em: 04 set. 2018.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/PB>>. Acesso em: 06 de Out. 2016.

MARQUES, E. T. S.; SILVA, M. S. G.; ACÁCIO, S. C. **Gestão de drenagem urbana no controle de enchentes: captação, reservação e armazenamento de águas pluviais**. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Newton Paiva Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas – Facet, Belo Horizonte, 2015.

Pompêo, C. A. Drenagem urbana sustentável. **Rbrh - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 5, p. 15-23, 2000.

RAMOS, C. L.; BARROS, M. T. L.; PALOS, J. C. F. **Diretrizes básicas para projetos de drenagem urbana no Município de São Paulo**. 1999. Prefeitura do Estado de São Paulo. Disponível em: <[http://www.fau.usp.br/docentes/deptecnologia/r\\_toledo/3textos/07drenag/dren-sp.pdf](http://www.fau.usp.br/docentes/deptecnologia/r_toledo/3textos/07drenag/dren-sp.pdf)>. Acesso em: 06 jul. 2018.

REZENDE, O. M. **Manejo sustentável de águas pluviais uso de paisagens multifuncionais em drenagem urbana para controle das inundações**. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Engenharia Urbana, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

TUCCI, C. E. M. Gerenciamento da drenagem urbana. **Rbrh - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 7, n. 1, p.5-27, 2002.

TUCCI, C. E. M. **Gestão da drenagem urbana**. Brasília: CEPAL Brasil/IPEA, 2012. (Textos para Discussão CEPAL-IPEA).

USGS-US Science For a Changing World - **Serviço Geológico dos Estados Unidos**. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 30 mar. 2018.