

MAPEAMENTO DAS OCORRÊNCIAS DE ALAGAMENTOS E ESCOAMENTO SUPERFICIAL CONCENTRADO NA CIDADE DE ITUIUTABA/MG

MAPPING OF FLOODS EVENTS AND CONCENTRATED SURFACE RUNOFF IN THE TOWN OF ITUIUTABA/MG

Rogério Gerolineto Fonseca¹

Anderson Luís Hebling Christofolletti²

RESUMO

A cada estação chuvosa, grande parte das cidades brasileiras enfrentam problemas relacionados a eventos chuvosos intensos, como enchentes e alagamentos. Fenômeno natural nas áreas tropicais, as tempestades que atingem os centros urbanos podem acarretar transtornos à circulação dos moradores, danos materiais e até mortes. Por isso, cartas de risco são suportes importantes para se agir adequadamente em relação aos perigos que incidem sobre uma cidade. Este artigo apresenta um mapeamento das ocorrências de alagamentos e escoamento superficial concentrados na cidade de Ituiutaba (MG) entre os anos de 2011 e 2016. Dados de reportagens da imprensa local sobre os eventos chuvosos foram tratados utilizando-se o software ArcGIS 10.3 e analisados juntamente a fatores ambientais como o relevo, a hidrografia e a forma de ocupação do espaço. A espacialização dos alagamentos confirmou a tendência de ocorrerem transtornos nas partes mais baixas do relevo e com ocupação mais intensa e maior impermeabilização. Ademais, foram identificadas as áreas que representam maior risco à população e que, por isso, merecem especial atenção do poder público para a minimização dos perigos.

Palavras-chave: Mapa de risco. Alagamentos. Escoamento superficial. Ituiutaba.

¹ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia - UNESP - Rio Claro
rogeriofonseca@yahoo.com.br

² Docente dos cursos de Graduação e Pós-Graduação em Geografia - UNESP - Rio Claro
alhc@rc.unesp.br

ABSTRACT

On every rainy season, the majority of the Brazilian cities face problems related to intense rainy events, like floods and overflow. A natural phenomena in the tropical areas, the storms that hit the urban centers can lead to disorders to the residents' movement, materials damage and even death. Therefore, maps of risk are important supporters to adequately operate over the dangers that can affect a city. This work presents a mapping of flooding and surface runoff occurrences in the town of Ituiutaba (MG) between the years of 2011 and 2016. Some technical data from local press reports about the rainy events have been treated by using software ArcGIS 10.3 and analyzed along with environmental factors like the relief, the hydrography and the form of space occupation. The spatialization of the floods confirmed the tendency to happen the disorders in the low parts of the relief and with the more intense occupation and greater waterproofing. Furthermore, the areas that represents a greater risk to the population were identified, and so, they deserve special attention from the public authorities to minimize hazards.

Keywords: Risk map. Floods. Surface runoff. Ituiutaba.

INTRODUÇÃO

Durante o século XX, emergiram debates a respeito da questão ambiental e das implicações que a degradação do ambiente exerce sobre as populações humanas. Isto ocorreu ao se perceber que a apropriação equivocada do meio, por um planejamento inadequado da ocupação dos territórios associada a um uso indiscriminado dos recursos naturais, começava a refletir muito negativamente sobre as pessoas. No último século, além da degradação ambiental, intensificou-se a instabilidade dos fenômenos climáticos, o aumento da população mundial, das aglomerações urbanas e, assim, do número de vítimas afetadas pelas áreas (furacões, tempestades, secas) (COSTA, 2011).

Nos ambientes urbanos, problemas relacionados ao risco hidrológico, como enchentes, alagamentos, inundações e escoamento superficial concentrado, costumam se repetir anualmente, a cada período chuvoso. Tais acontecimentos ocorrem naturalmente, dependendo da intensidade, da magnitude e da duração da precipitação, além de outras características locais, como a porosidade do solo, a declividade do relevo e o tipo de cobertura vegetal. Ademais, observa-se que nas áreas urbanas ocorre uma grande quantidade de problemas decorrentes da drenagem das águas pluviais, indicando haver uma forte relação entre a forma de urbanização e a ocorrência de fenômenos como enchentes e alagamentos.

A urbanização tem como consequência a substituição de terrenos permeáveis por construções (impermeáveis) aumentando, desta forma, a quantidade de água que

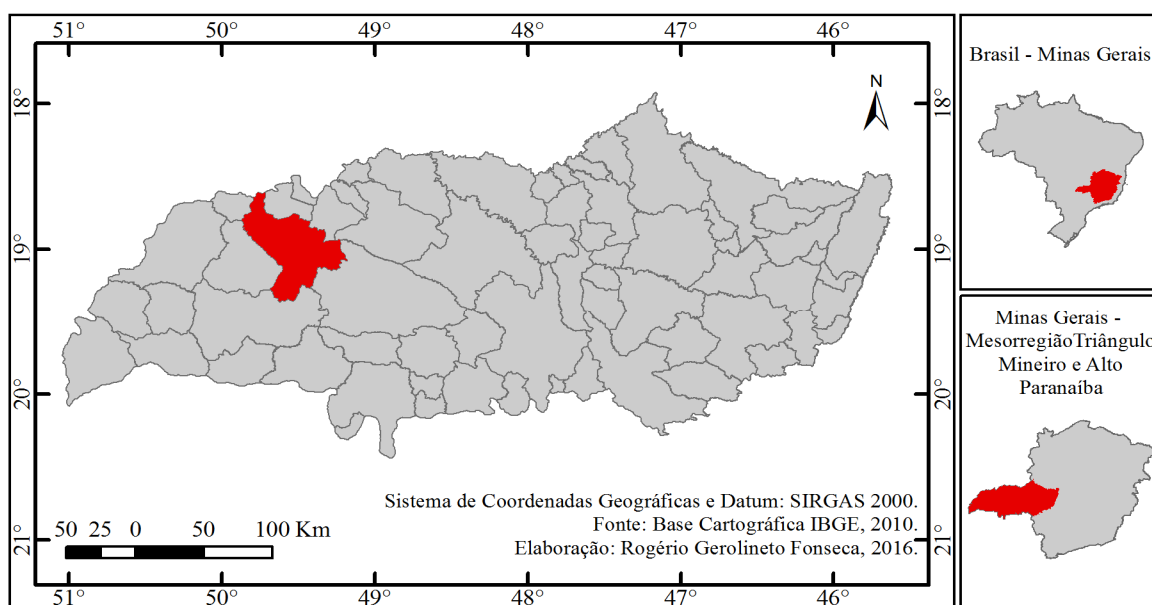
escoa superficialmente e se direciona aos cursos d'água. Daí o fato de, nas cidades, o volume de água de rios e córregos aumentar tão rapidamente durante as precipitações.

A impermeabilização dos solos pelo asfalto impede a infiltração e é o responsável pelo aumento da velocidade do escoamento superficial. As retificações, as canalizações e o assoreamento também alteram a dinâmica da vazão dos cursos d'água. Com a eliminação dos meandros (curvas) existentes em alguns cursos d'água, que reduzem gradualmente a velocidade da água, ocorre a concentração do fluxo em pouco tempo, e gera as chamadas 'inundações relâmpagos'. (AMARAL; RIBEIRO, 2012, p. 46).

Na cidade de Ituiutaba, nos últimos anos, tem se percebido o aumento das ocorrências de escoamento superficial concentrado e alagamentos. Ao se pensar neste problema, é possível relacionar uma variedade de fatores que, segundo a literatura científica, podem contribuir para a geração de enchentes e alagamentos nos ambientes urbanos, como uma elevada proporção de solos impermeabilizados; inexistência ou insuficiência de redes de captação de águas pluviais, além do nível de conscientização ambiental da maioria da população, que descarta lixo nas vias públicas.

O município de Ituiutaba (figura 1) está localizado na Mesorregião Geográfica do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, na parte Oeste do Estado e Minas Gerais. Situado em uma área de clima tropical, verifica-se o aumento da pluviosidade durante o verão - dezembro a março -, período em que é registrada a maior parte dos transtornos resultantes das precipitações mais intensas.

Figura 1: Localização do município de Ituiutaba-MG



Ituiutaba tem apresentado um contingente populacional crescente. Segundo os últimos números do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município teve como estimativa para o ano de 2016 uma população de 103.945 habitantes (IBGE, 2016). Seguindo a mesma tendência, é verificado o aumento da impermeabilização do solo com a construção de novos bairros. Dessa forma, a elevação da frequência de problemas relacionados aos eventos chuvosos pode estar relacionada a esta expansão da malha urbana, que tem substituído áreas com elevada capacidade de infiltração, por áreas impermeáveis.

Este artigo traz o mapeamento das áreas da cidade de Ituiutaba onde foram registrados, pelas reportagens da imprensa local, transtornos relacionados a eventos chuvosos ocorridos entre os anos de 2011 e 2016. Neste estudo, classificaram-se em dois tipos os problemas decorrentes do impacto da água das chuvas sobre a população. Por opção dos autores, o tipo de impacto foi determinado em relação à velocidade do escoamento: o **escoamento superficial concentrado**, resultante do acúmulo das águas pluviais e seu rápido descolamento sobre a superfície (com alta energia e capacidade de carreamento) e os **alagamentos**, originados também por um acúmulo das águas pluviais na superfície, porém, sem apresentar um escoamento superficial ou um escoamento mais lento (de baixa energia e capacidade de carreamento).

Para complementar as análises, também foi realizado mapeamento da distribuição da precipitação média anual no município de Ituiutaba, a fim de conhecer o volume de chuva ao qual a cidade está submetida e a localização da área urbana entre as faixas de volume pluviométrico.

A pesquisa foi estruturada de modo a apresentar uma revisão bibliográfica referente à cartografia de risco hidrológico, aos procedimentos metodológicos que nortearam a produção dos materiais cartográficos, aos produtos (cartas) gerados e às análises referentes à espacialização das ocorrências de transtornos registrados durante os eventos chuvosos.

A CARTOGRAFIA E O RISCO HIDROLÓGICO

Os sistemas de informação geográfica (SIG) são de importância fundamental para a manutenção da qualidade do ambiente urbano. As geotecnologias podem representar com grande acurácia a realidade espacial, auxiliando para aumentar o conhecimento sobre o espaço, bem como sobre suas fragilidades e problemas mais graves. Neste sentido, produtos cartográficos que espacializam os problemas de uma cidade, destacando-se as áreas de maior risco, tornam-se importantes ferramentas para a ação dos gestores públicos no intuito de mitigar tais problemas.

Número Especial da Revista Estudos Geográficos – XIII Seminário da Pós-Graduação em Geografia, Rio Claro, 15(0): 61-79, jan./jun. 2017 (ISSN 1678—698X) <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/estgeo>

Nas pesquisas que abordam o risco ambiental, é importante torná-lo o mais conhecido possível, fazer com que a sociedade o perceba como algo real e que, por isso, necessita de medidas mitigatórias. Neste sentido, Veyret e Richemond (2007) destacam a contribuição da cartografia para o melhor entendimento sobre o risco que incide sobre determinado local. As autoras apontam que, ao se produzir mapas que assinalam as áreas de risco, reforça-se a sua existência. A partir disso, essa cartografia passa a constituir importante instrumento para o desenvolvimento de políticas de prevenção.

Alagamentos e inundações ocorrem em grande parte das cidades brasileiras e os SIGs são amplamente utilizados nos estudos desses fenômenos. Apesar de o clima ser o principal elemento para a geração de tais problemas, visto que a precipitação é o maior condicionante na origem das inundações e dos alagamentos, os riscos aos quais a população está submetida, muitas vezes, é produto das ações da própria sociedade. A intensa impermeabilização da superfície e a ocupação de locais impróprios para o assentamento humano criam áreas de risco em meio ao ambiente urbano. O cenário agrava-se ainda mais quando se observa a ausência ou a deficiência de infraestrutura de drenagem pluvial.

Provocados, essencialmente, pela sociedade, os alagamentos constituem-se, juntamente às inundações, em um dos principais impactos das cidades brasileiras. Estes transtornos são devidos às ineficiências das logísticas de infra-estrutura dos sistemas das galerias de águas pluviais, assim como das áreas impermeabilizadas. (TEODORO; NUNES, 2010, p.89)

Dessa forma, compreende-se que a ocorrência de inundações, alagamentos e escoamento superficial concentrado são produtos das combinações de fatores como a precipitação, o relevo, as características pedológicas e a forma de uso e ocupação do solo. Sendo assim, é necessário utilizar ferramentas com competência para articular essas características de naturezas tão distintas. E é neste ponto que “A cartografia assume papel importante na gestão do risco, pois através dela é possível elaborar mapas associando os conhecimentos físico, ambientais e sociais que interferem na dinâmica das inundações.” (HORA; GOMES, 2009, p.61).

Com as análises das variáveis referentes ao risco hidrológico, as cartas de risco possibilitam identificar de forma precisa os locais que necessitam mais urgentemente de ações que tornem esses ambientes mais seguros. Como em muitas dessas áreas a ocupação já é consolidada, torna-se tarefa quase impossível proceder à remoção da população dos locais mais vulneráveis às enchentes, alagamentos e escoamento superficial concentrado. Nesses casos, cabe aos gestores públicos executar intervenções que melhorem as funcionalidades da drenagem das águas pluviais, de modo a diminuir a vulnerabilidade nos locais em situação de elevado risco.

Cabe ainda, em uma etapa em que o risco hidrológico referente ao local já tenha sido amplamente pesquisado e seja profundamente conhecido, proceder ao zoneamento das inundações, conforme salientado por Tucci (2003). O zoneamento das áreas de inundação permite, por meio de pesquisa e planejamento, determinar os tipos de usos mais adequados para os locais onde são elevados os riscos de extravasamento das águas dos canais fluviais. Dessa forma, podem aparecer indicações de usos que vão desde a autorização de construções com precauções especiais até a proibição total de edificações no local. Nesta última opção é comumente indicado o estabelecimento de parques e/ou áreas de recreação resistentes às inundações e de baixo investimento. A mesma avaliação pode ser aplicada considerando-se as reincidências de alagamentos em determinados pontos de uma cidade.

A delimitação das áreas susceptíveis a problemas relacionados à drenagem pluvial é de difícil determinação, visto que é dependente das características das precipitações (magnitude, intensidade e duração) que podem ocorrer. Uma forma de se elaborar essa delimitação é buscar registros anteriores de enchentes, inundações e alagamentos, demarcando-se espacialmente os locais de ocorrência (FERNANDES; MIOLA, 2013). Isto já possibilita a elaboração de uma cartografia de risco, ou seja, a determinação das áreas ou dos pontos onde mais ocorrem esses fenômenos. Este trabalho foi calcado nesta perspectiva, e sua metodologia e resultados são apresentados em detalhes, na sequência.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A produção dos materiais cartográficos para este estudo baseou-se na obtenção de dados de precipitação e dos locais da cidade de Ituiutaba onde foram registrados danos e/ou transtornos resultantes de eventos chuvosos. O processamento dos dados foi realizado através do *software* ArcGIS 10.3 da ESRI.

Utilizaram-se os dados pluviométricos diários das estações localizadas no município de Ituiutaba e seu entorno na elaboração do mapa de distribuição de precipitação para o recorte específico do município de Ituiutaba. Apesar de existir grande quantidade de estações pluviométricas na área selecionada, a fim de evitar a distorção dos dados, foram utilizados os índices de precipitação de apenas nove estações, pelo fato das demais apresentarem lacunas de períodos em que os mesmos não foram registrados.

Dessa forma, foi realizado *download* dos dados disponibilizados pelo sítio na *Internet* da plataforma Hidroweb da Agência Nacional de Águas (ANA). Posteriormente foi realizada a montagem de tabelas no *software* Excel, criado pela Microsoft, contendo o código de cada estação, seu nome, sua localização (coordenadas) e a média anual da precipitação para o período entre 1999 e 2013. A determinação desse Número Especial da Revista Estudos Geográficos – XIII Seminário da Pós-Graduação em Geografia, Rio Claro, 15(0): 61-79, jan./jun. 2017 (ISSN 1678—698X) <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/estgeo>

período também buscou evitar a utilização de série de dados com ausência de registros. Por esse motivo, não foi possível estabelecer uma série padrão de dados por um período de 30 anos.

Foram utilizados, ainda, os dados de precipitação da estação automática A512 do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada a noroeste da área urbana de Ituiutaba. Os registros dessa estação contribuíram para relacionar o volume das chuvas com os eventos selecionados nesta pesquisa para ilustrar as ocorrências que causaram transtornos na cidade.

As informações relativas aos locais onde foram registrados transtornos e/ou danos durante os eventos chuvosos foram obtidas junto às reportagens veiculadas pela imprensa local, com disponibilização do conteúdo pela *Internet*. Estes dados também foram organizados em um quadro contendo a data das ocorrências, o tipo e o local. O tipo de fenômeno (alagamento ou escoamento superficial concentrado) foi determinado pelos autores com base na interpretação das informações contidas no conteúdo das reportagens.

Para a produção dos mapas, o primeiro passo foi padronizar toda a base cartográfica para o sistema de coordenadas UTM, datum Sirgas 2000 zona 22S (na qual se insere a área de pesquisa), visto que os produtos da base estavam com sistemas de coordenadas distintas.

As bases cartográficas utilizadas foram obtidas junto ao IBGE, referentes à malha digital dos municípios 2013. A planta da cidade de Ituiutaba, com seus arruamentos, foi adquirida junto à Secretaria de Planejamento da Prefeitura Municipal de Ituiutaba. A base hidrográfica foi elaborada pela ANA. O arquivo das curvas de nível, com equidistância de trinta metros, resultou no mapa hipsométrico, utilizando-se a ferramenta *Tin*, no ArcGIS.

Para a elaboração do mapa de localização das estações e de distribuição da precipitação, foi inserida, no ArcGIS, a tabela contendo as informações das estações pluviométricas selecionadas. Foi utilizada, como base, a malha digital dos municípios, do IBGE, referente ao ano de 2013. A localização das estações foi obtida com a geração de um *shapefile* de pontos, a partir da tabela inserida. O mapa de distribuição de chuva foi gerado por interpolação das médias de precipitação.

Já o mapa de localização das ocorrências de danos e/ou transtornos resultantes de eventos chuvosos foi obtido pela elaboração de um *shapefile* de polígonos, utilizando-se, como referências, a planta da cidade de Ituiutaba e uma imagem do Google Earth inserida no ArcGIS pela ferramenta *Add Basemap*. Os polígonos foram traçados e identificados de acordo com o tipo de ocorrência: escoamento superficial concentrado ou alagamento. A localização das ocorrências se deu conforme informações contidas nas próprias reportagens.

Por fim, foi gerado um mapa síntese a partir da inserção de mapas temáticos da hidrografia, do relevo (hipsometria) e a planta da cidade de Ituiutaba, servindo como

Número Especial da Revista Estudos Geográficos – XIII Seminário da Pós-Graduação em Geografia, Rio Claro, 15(0): 61-79, jan./jun. 2017 (ISSN 1678—698X) <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/estgeo>

base para a localização das áreas de alagamentos e escoamento superficial concentrado. A integração desses mapas temáticos foi elaborada a fim de possibilitar melhor compreensão e avaliação dos fatores que determinam a localização das ocorrências de alagamentos e escoamento superficial concentrado.

RESULTADOS

Na cidade de Ituiutaba, a cada ano são verificadas ocorrências de danos materiais e/ou transtornos à população no decorrer do período chuvoso. As características climáticas observadas remetem ao clima tropical úmido de savana (Aw), ou clima tropical semiúmido, de acordo com a classificação de Köppen, cujo período úmido coincide com o verão (SÁ JÚNIOR, 2009).

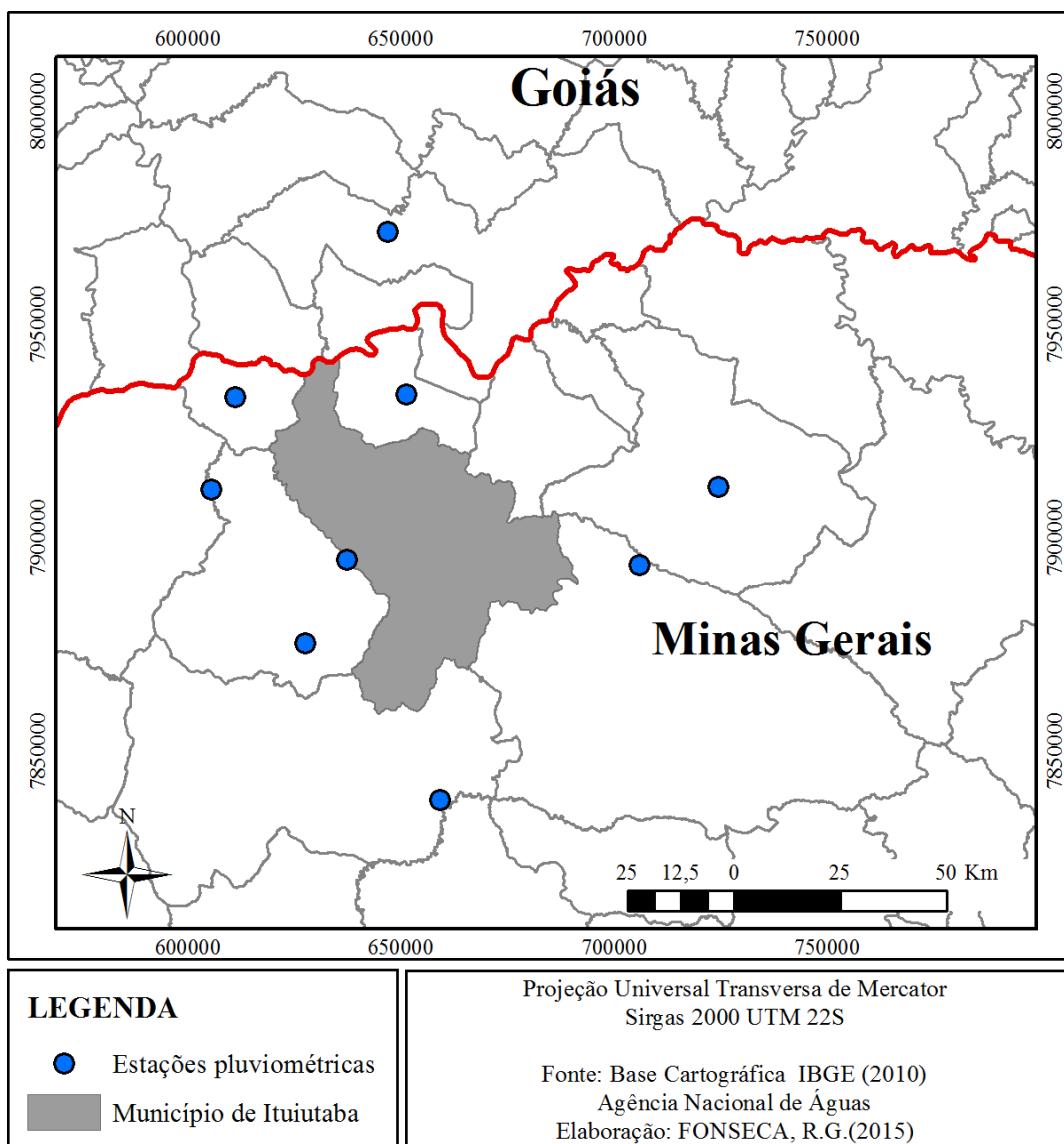
Para melhor compreender a distribuição da precipitação no município de Ituiutaba, foram analisados os valores anuais de nove estações pluviométricas do banco de dados da ANA (2015) (quadro 1), localizadas em Ituiutaba e nos municípios ao seu entorno (figura 2). Foram selecionados os dados pluviométricos durante um período de quinze anos, compreendidos entre 1999 e 2013.

Quadro 1: Código, localização e precipitação média (1999 – 2013) das estações selecionadas

| CÓDIGO ESTAÇÃO | MUNICÍPIO | COORDENADAS UTM | | PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL |
|----------------|---------------|-----------------|----------------|--------------------------|
| | | E | N | |
| 1848000 | Monte Alegre | 724452,533054 | 7911960,49581 | 1446,327 |
| 1849002 | Ipiaçu | 610865,586597 | 7932931,63254 | 1442,027 |
| 1849016 | Itumbiara | 646729,783977 | 7971699,4451 | 1440,707 |
| 1849017 | Capinópolis | 651153,87023 | 7933604,68067 | 1425,833 |
| 1849026 | Gurinhata | 605295,765337 | 7911384,43822 | 1319,893 |
| 1948014 | Prata | 706009,832943 | 7893659,77077 | 1520,413 |
| 1949003 | Gurinhata | 627401,079071 | 7875123,94838 | 1406,257 |
| 1949004 | Campina Verde | 659148,514727 | 7838470,24777 | 1391,529 |
| 1949006 | Ituiutaba | 637156,134541 | 7894760,283680 | 1433,407 |

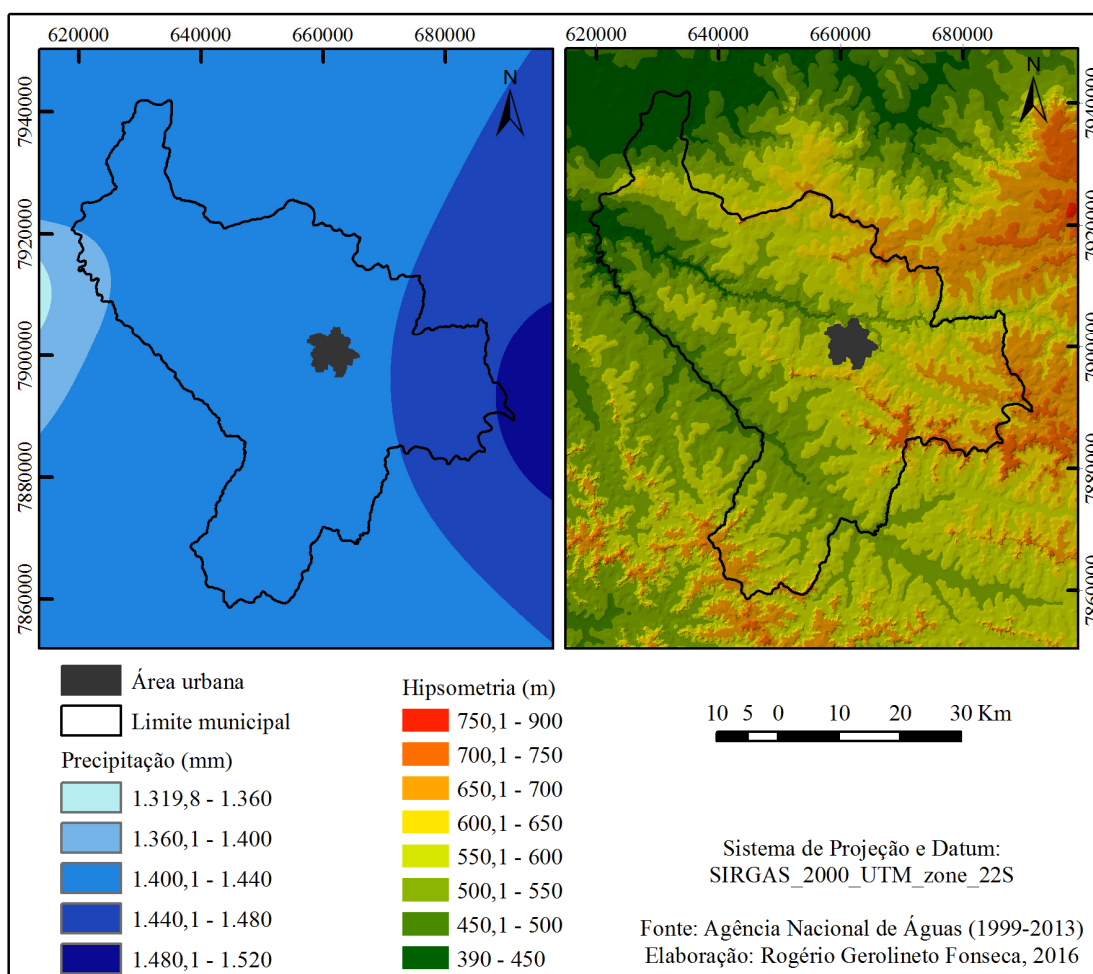
Fonte: ANA, 2015. Org.: FONSECA, R.G., 2015.

Figura 2: Localização das estações pluviométricas selecionadas



Com a inserção da planilha contendo os registros pluviométricos das estações no *software* ArcGIS 10.3, realizou-se a interpolação dos dados referentes às médias anuais de precipitação. Selecionando-se o recorte para a área do município de Ituiutaba, foi gerado um mapa de distribuição de chuva (figura 3). Este indicou haver uma elevação do volume anual de chuva no sentido oeste-leste do município, estando a cidade em uma faixa mediana de volume de precipitação, classificada entre 1428,1 a 1448 mm. anuais.

Figura 3: Precipitação média anual (1999-2013) e hipsometria do município de Ituiutaba



A distribuição da precipitação se mostrou coincidente com a configuração do relevo na região (figura 3). Assim como o volume de chuva aumenta no sentido oeste-leste, a altimetria do relevo também aumenta no mesmo sentido. Desta forma, observa-se a associação entre chuva e relevo, apontando a tendência de ocorrer um volume maior da nas áreas mais elevadas.

A ocorrência de enchentes depende diretamente do volume de chuva que incide sobre uma bacia hidrográfica. Quanto maior a intensidade da precipitação e menor a duração do evento (ou seja, quanto mais concentrado), maiores serão as probabilidades de ocorrerem enchentes, inundações e alagamentos, pelo fato de a quantidade de água que cai sobre a superfície ser muito superior à capacidade de infiltração no mesmo espaço de tempo, fazendo com que a maior parte da água esco superficialmente e se concentre nas partes mais baixas do relevo.

Quando a área de impermeabilização atinge maior proporção em relação aos terrenos não edificadas, o problema é agravado, fazendo com que quase toda a água das chuvas escoe superficialmente. A cidade de Ituiutaba apresenta diferentes níveis de ocupação, sendo observado que nas áreas centrais, mais impermeabilizadas, é gerado um acentuado fluxo do escoamento superficial durante os eventos chuvosos, colocando em risco a população e as infraestruturas físicas (arruamentos e edificações).

Por meio de pesquisa em reportagens publicadas pela imprensa em Ituiutaba, foi gerado um quadro contendo a data, o local e o tipo das ocorrências de problemas relacionados às chuvas em Ituiutaba (quadro 2). Foram encontradas 26 reportagens publicadas pela imprensa digital, pelas emissoras de televisão locais e pelos jornais impressos da cidade que disponibilizam seus conteúdos pela *Internet*. Ao todo, foram reportadas 41 ocorrências divididas entre alagamentos e escoamento superficial concentrado. No período considerado neste levantamento (2011 a 2016), o ano de 2013 foi quando mais ocorreram transtornos decorrentes da drenagem da água das chuvas.

A partir das reportagens, foi elaborada uma carta de identificação dos locais que já apresentaram problemas como escoamento superficial concentrado e alagamentos durante os eventos chuvosos (figura 4). Além disso, foram acrescentados a esse mapa o traçado das ruas, a rede hidrográfica e a representação do relevo da área urbana de Ituiutaba, de modo a possibilitar relacionar melhor os fatores que influenciam a drenagem da água das chuvas.

Percebe-se haver uma concentração das ocorrências na parte central da cidade, onde a impermeabilização atinge uma proporção maior da superfície. Além disso, constatou-se que os alagamentos atingem predominantemente as partes mais baixas do relevo, os fundos de vale, onde a declividade é menor; enquanto que o escoamento superficial concentrado, em forma de enxurradas, ocorre nas partes mais elevadas, ao longo das vertentes, onde a declividade confere uma velocidade maior ao fluxo de água.

Quadro 2: Data e local das ocorrências reportadas pela imprensa

(a letra “A” indica alagamentos e a letra “E” indica escoamento superficial concentrado)

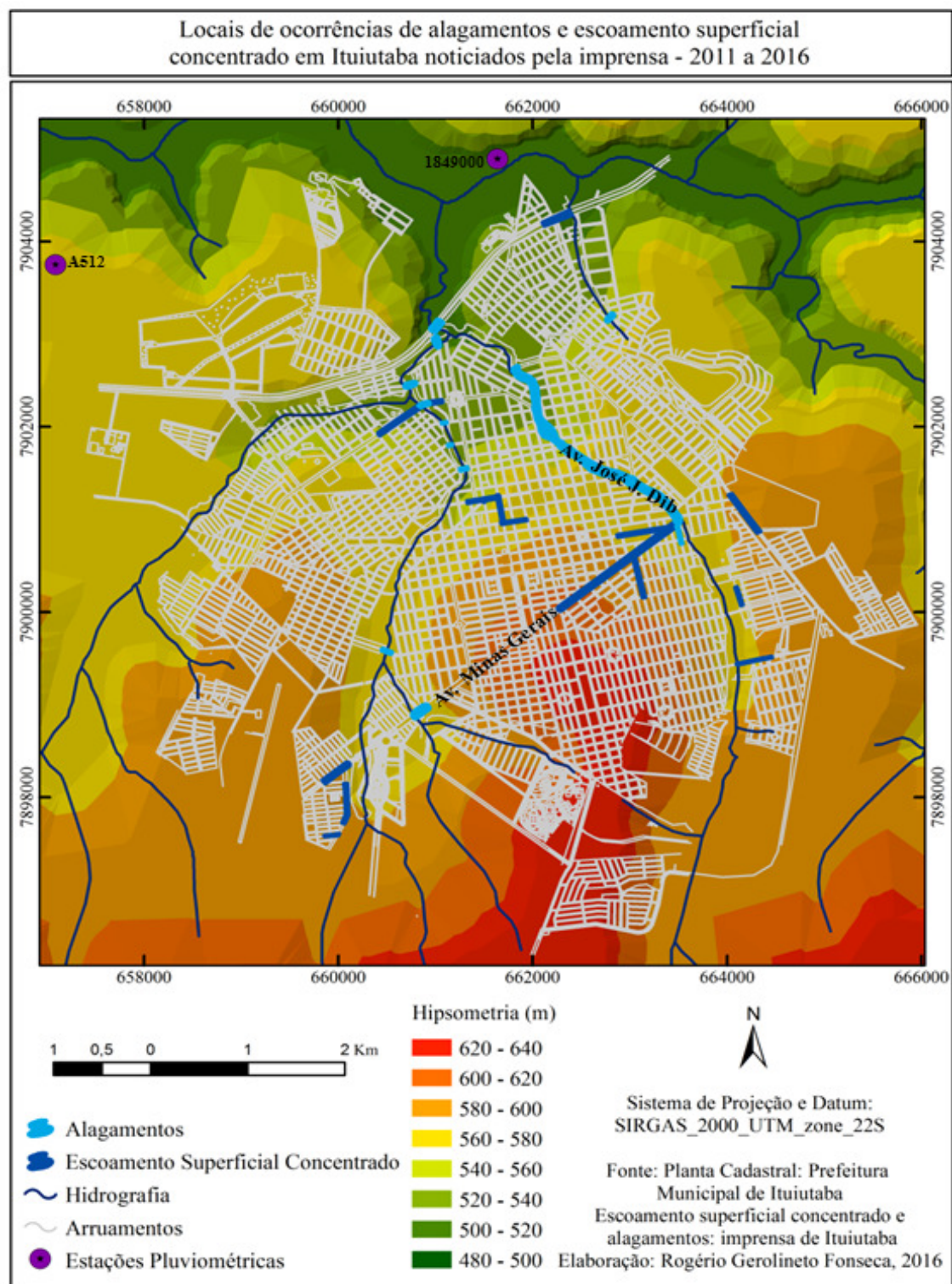
| | |
|------------|--|
| jan/11 | (E) Rua Castro Alves - Carlos Dias Leite |
| | (E) Rua Álvares Maciel - Santa Edwiges |
| 29/01/2011 | (E) Av 27 - Centro |
| nov/11 | (E) Vias da parte baixa do Residencial Canaã 2 |
| | (A) Avenida José João Dib na altura da UEMG |
| | (A) Rua Para c/ Cesária - Bela Vista |
| 02/01/2012 | (A) BR 365 c/ Córrego Pirapitinga |

Mapeamento das ocorrências de...

| | |
|------------|---|
| 09/01/2012 | (E) Av 17 c/ 16 - Centro |
| | (E) Av. Minas Gerais próximo à av. José João Dib |
| jan/13 | (E) Av Prof. José Vieira de Mendonça – Novo Mundo |
| 28/01/2013 | (A) Córregos transbordaram – pontes do Córrego Pirapitinga |
| 29/01/2013 | (A) Córrego Pirapitinga |
| 29/01/2013 | (E) Trevo da BR-365 - Gardênia |
| | (A) Ponte da Av. Central c/ Córrego Pirapitinga - Mirim e Natal |
| 29/01/2013 | (A) Ponte da Av. Central c/ Córrego Pirapitinga - Mirim e Natal |
| | (E) Av. Prof. José Vieira de Mendonça próximo ao SESC |
| 16/02/2013 | (A) Av. José João Dib |
| | (A) Av. José João Dib c/ Rua 36 |
| 16/02/2013 | (E) Av. Minas Gerais c/ Rua Fernando Santiago até Av. José João Dib |
| 05/04/2013 | (E) Av. Antônio Inácio Franco - Novo Horizonte e Portal dos Ipês |
| | (A) Av. José João Dib - Centro e Progresso |
| 30/10/2013 | (A) Av. José João Dib - Progresso e Universitário |
| 30/10/2013 | (A) Av. José João Dib - Progresso e Universitário |
| 06/11/2013 | (E) Rua Fernando Santiago - Junqueira |
| 08/11/2013 | (E) Bairro Buritis |
| | (E) Bairro Novo Tempo II em frente ao lago |
| abr/15 | (A) Ponte IFTM (comprometeu a estrutura) |
| 31/10/2015 | (A) Av. José João Dib - Centro e Progresso |
| | (A) Av. José João Dib - Centro, Progresso e Universitário |
| 17/01/2016 | (E) Av. Minas Gerais |
| | (A) Av. 11 c/ Córrego Pirapitinga - Centro |
| 27/01/2016 | (E) Rua Fernando Santiago - Junqueira |
| | (E) Av. Minas Gerais - Camargo e Junqueira |
| 03/06/2016 | (A) Rua Ceará - Camargo |
| 21/10/2016 | (E) Av Professor José Vieira de Mendonça c/ Córrego Pirapitinga - Setor Norte |
| | (E) Rua 18 c/ Av. 17 - Centro |
| 31/10/2016 | (A) Av. José João Dib - Centro e Progresso |
| | (E) Av. 21 c/ Rua 20 - Centro |
| 11/11/2016 | (E) Av. Professor José Vieira de Mendonça – Novo Mundo |
| 14/11/2016 | (E) Av. Minas Gerais - Camargo |
| 14/11/2016 | (E) Av. Minas Gerais - Camargo |

Fonte: veículos da imprensa de Ituiutaba. Org.: o autor.

Figura 4: Ituiutaba - locais de ocorrências de alagamentos e escoamento superficial concentrado noticiados pela imprensa em Ituiutaba (2011-2016)



De acordo com o levantamento das ocorrências dos problemas de drenagem pluvial obtidos com as reportagens, nota-se uma maior recorrência em duas áreas da cidade: alagamentos na Avenida José João Dib e escoamento superficial concentrado na Avenida Minas Gerais. A figura 5 ilustra, para as duas áreas, os dois tipos de fenômenos e suas consequências.

Figura 5: Ilustração e localização de alagamentos e escoamento superficial concentrado na cidade de Ituiutaba



Fotos 1 e 3: Rogério Gerolineto Fonseca, 2013 e 2016. Foto 2: G1 Triângulo Mineiro, 2013.

Um dos problemas que agrava o impacto das chuvas em Ituiutaba é a situação deficitária da rede de drenagem pluvial, que não é suficiente para captar todo o fluxo do escoamento superficial, resultando em alagamentos em diversos pontos da área urbana. Associado a isso, a população, erroneamente, descarta lixo em locais inadequados, como em ruas e calçadas. A grande quantidade de resíduos e de materiais de construção dispostos de qualquer maneira nas ruas, quando chove, são carregados pelo escoamento superficial concentrado e provocam o entupimento das redes de drenagem pluvial, resultando nos alagamentos e no aumento do escoamento superficial.

Na figura 5, a foto do ponto 1 retrata a chuva ocorrida no período noturno do dia seis de abril de 2013. Na data deste evento, a estação pluviométrica do INMET (código A512), localizada a noroeste da área urbana, registrou 25mm de chuva em 24 horas, e, a estação da ANA (código 1849000) localizada próxima à porção norte da cidade, registrou 70 mm. de chuva em 24 horas. Na manhã do dia seguinte, na Avenida José João Dib, um morador realizava limpeza da rua e desobstrução das bocas de lobo, a fim de evitar que novos transtornos ocorressem, caso chovesse novamente. Na imagem, destaca-se a quantidade de resíduos como capim, pedaços de madeira e diversos tipos de embalagens que bloquearam as entradas da rede de drenagem pluvial, culminando no alagamento.

Esta avenida compreende a área da cidade onde mais se observam problemas relacionados ao escoamento pluvial. Situa-se em um fundo de vale na região central de Ituiutaba, densamente ocupada tanto por residências como por estabelecimentos comerciais. As vias de circulação margeiam o Córrego São José, canalizado em todo o trecho onde no mapa foi indicada uma grande zona de risco a alagamentos, sendo uma parte da canalização aberta e outra fechada, na forma de galeria abaixo do canteiro central da avenida. É uma importante via de tráfego de veículos e de pedestres que utilizam o largo canteiro central e as calçadas para a prática de atividades físicas.

No outro ponto crítico, a Avenida Minas Gerais, o problema é o escoamento superficial concentrado. Também localizada na parte central de Ituiutaba, a área é densamente ocupada por residências. É frequente a formação de um grande fluxo de escoamento ao longo da avenida em direção ao fundo do vale, devido ao fato de vários bairros da parte sul da cidade não contarem com rede de drenagem pluvial. Dessa forma, o escoamento é direcionado para a Avenida Minas Gerais, concentrando-se e colocando em risco pedestres e motoristas.

Na figura 5, a foto do ponto 2 registra um escoamento superficial concentrado formado em decorrência de uma forte chuva ocorrida no fim da tarde do dia dezesseis de fevereiro de 2013. Apesar do fenômeno registrado pela imprensa, os pluviômetros das estações próximas à área urbana de Ituiutaba não registraram volume algum de precipitação. Isto indica a ocorrência de uma chuva isolada sobre a porção sul da cidade. Na figura 5, a foto do ponto 3 mostra as equipes de manutenção da Prefeitura de Ituiutaba realizando reparos na Avenida Minas Gerais

(no encontro com a Avenida José João Dib) no dia seguinte a um temporal ocorrido no dia dezessete de janeiro de 2016, quando a estação A512 registrou 56,4mm de chuva no intervalo de uma hora e a estação 1849000 registrou 50mm em 24 horas.

Este trabalho constitui o início de um estudo sobre a espacialização dos transtornos observados na cidade de Ituiutaba durante os eventos chuvosos. Na elaboração desta cartografia preliminar, foram consideradas as ocorrências registradas e divulgadas pela imprensa local. Na continuidade da pesquisa, serão buscadas informações adicionais junto ao Corpo de Bombeiros, instituição que atende aos chamados da população quando acontecem fatos nocivos relacionados às chuvas, visto que a cidade não é atendida pela Defesa Civil.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A urbanização confere uma grande transformação do espaço nos locais onde se desenvolve. Nas cidades, mesmo a ocorrência de fenômenos naturais, como as típicas chuvas de verão, podem resultar em prejuízos materiais e até em perdas de vidas.

Neste trabalho, verificou-se que os problemas decorrentes de eventos chuvosos estão fortemente relacionados a uma deficitária drenagem do escoamento superficial. Há vários bairros na cidade sem rede de galerias pluviais e, mesmo nas áreas dotadas dessa infraestrutura, também se verificam problemas como alagamentos. Além da insuficiência da rede de drenagem, há o agravante da falta de consciência da população, que descarta resíduos de variados tipos nas vias públicas, o que provoca a obstrução das bocas de lobo.

As áreas centrais de Ituiutaba, mais impermeabilizadas, são as que apresentam a maior parte das ocorrências de escoamento superficial concentrado e alagamentos. Já nas partes mais periféricas da cidade, onde a proporção de superfícies permeáveis é maior, esses problemas não são tão percebidos. Desta forma, entende-se que o nível de impermeabilização do solo também é um fator de grande relevância na determinação das áreas mais propensas à ocorrência de escoamento superficial concentrado e alagamentos.

Etapas subsequentes são necessárias a este tipo de pesquisa, como a compreensão das dinâmicas atmosféricas e da variabilidade das precipitações, visto que as mudanças climáticas têm acarretado consideráveis alterações nos regimes pluviais, tanto nos volumes de precipitação quanto no aumento da frequência e intensidade de eventos chuvosos extremos. Para compreender os efeitos dessas alterações sobre a sociedade, faz-se necessária a ampliação das redes de estações meteorológicas, sobretudo sua dispersão pelas áreas urbanas, de modo a

proporcionar o real entendimento da relação entre a distribuição da intensidade das chuvas sobre as cidades e a localização e gravidade dos impactos gerados.

Salienta-se a importância de uma profunda análise dos ambientes urbanos, de modo a considerar características como clima, relevo e formas de ocupação desses espaços, para que problemas como alagamentos e escoamento superficial concentrado sejam resolvidos ou evitados. Destaca-se o papel dos sistemas de informação geográfica, primordiais para a melhor compreensão e síntese das configurações do espaço, da espacialização dos problemas e para o desenvolvimento de estratégias aplicadas à sua resolução.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela bolsa de mestrado que financia a pesquisa da qual este trabalho é fruto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, R. do; RIBEIRO, R. R. Inundação e Enchentes. TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. do (Org.). **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. 2. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2012.

ANA-AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Hidroweb**, Dados Hidrológicos, Séries Históricas. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?Tocltem=1080&TipoReg=7&MostraCon=false&CriaArq=false&TipoArq=1&SerieHist=true>>. Acesso em: 4 jun. 2015.

COSTA, R. A. Riscos Ambientais em Cidades Pequenas do Cerrado Brasileiro. SEABRA, G. F. (Org.). **Educação Ambiental no Mundo Globalizado**: Uma ecologia de riscos, desafios e resistências. João Pessoa: EdUEPB, 2011.

FERNANDES, N. S.; MIOLA, A. C. Geoprocessamento aplicado no mapeamento de áreas com risco de inundação em Santa Maria-RS. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR, 16, 2013, Foz do Iguaçu. **Anais**. Foz do Iguaçu: INPE, 2013, Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p1332.pdf>>. Acesso em: 2 ago. 2015.

HORA, S. B.; GOMES, R. L. Mapeamento e avaliação do risco a inundação do Rio Cachoeira em trecho da área urbana do município de Itabuna/BA. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 21, n. 2, ago. 2009. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/9583/5779>>. Acesso em: 5 ago. 2015.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**: Ituiutaba, Minas Gerais, 2016. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=3134202>>. Acesso em: 15 jun. 2015.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 24 nov. 2016.

SÁ JÚNIOR, A. de. Aplicação da classificação de Köppen para o zoneamento climático do estado de Minas Gerais. 2009. 101 f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

TEMPORAL causa estragos e pontos de alagamento em Ituiutaba, MG. **G1 Triângulo Mineiro**, 16 dez. 2013. Disponível em: <<http://g1.globo.com/minas>>

Número Especial da Revista Estudos Geográficos – XIII Seminário da Pós-Graduação em Geografia, Rio Claro, 15(0): 61-79, jan./jun. 2017 (ISSN 1678—698X) <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/estgeo>

gerais/triangulo-mineiro/noticia/2013/02/temporal-cao-estragos-e-pontos-de-alagamento-em-ituiutaba-mg.html>. Acesso em: 10 jun. 2015.

TEODORO, P. H. M.; NUNES, J. O. R. Alagamentos em Presidente Prudente-SP: um trabalho interdisciplinar embasado no mapeamento geomorfológico. **Revista Formação**, Presidente Prudente, v. 2, n. 17, 2010. Disponível em: <<http://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/view/456/490>>. Acesso em: 2 ago. 2015.

TUCCI, C. E. M. Inundações e drenagem urbana. TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C. **Inundações Urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.

VEYRET, Y.; RICHEMOND, N. M. Representação, gestão e expressão espacial do risco. VEYRET, Y. (Org.). **Os riscos**: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. Tradução de Dilson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto, 2007.