

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

ROGÉRIO GEROLINETO FONSECA

**RISCO HIDROLÓGICO: precipitações extremas, enchentes e alagamentos
na cidade de Ituiutaba (MG)**

Rio Claro (SP)
2017



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Câmpus de Rio Claro

ROGÉRIO GEROLINETO FONSECA

RISCO HIDROLÓGICO: precipitações extremas, enchentes e
alagamentos na cidade de Ituiutaba (MG)

Orientador: Prof. Dr. Anderson Luís Hebling Christofolletti

Dissertação apresentada junto ao Programa de
Pós-Graduação em Geografia, Área de Concentração
em Organização do Espaço, como parte dos requisitos
para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Rio Claro (SP)
2017

551.6 Fonseca, Rogério Gerolineto
F676r Risco hidrológico: precipitações extremas, enchentes e
alagamentos na cidade de Ituiutaba (MG) / Rogério
Gerolineto Fonseca. - Rio Claro, 2017
149 f. : il., gráfs., tabs., quadros, fots., mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Anderson Luís Hebling Christofolletti

1. Climatologia. 2. Risco hidrológico. 3. Impactos
pluviais. 4. Alagamentos. 5. Ituiutaba. I. Título.

ROGÉRIO GEROLINETO FONSECA

RISCO HIDROLÓGICO: precipitações extremas, enchentes e
alagamentos na cidade de Ituiutaba (MG)

Dissertação apresentada junto ao Programa de
Pós-Graduação em Geografia, Área de Concentração
em Organização do Espaço, como parte dos requisitos
para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Anderson Luís Hebling Christofolletti
IGCE/UNESP/Rio Claro-SP (orientador)

Prof^a. Dr^a. Jussara dos Santos Rosendo
FACIP/UFU/Ituiutaba-MG

Prof. Dr. Diego Correa Maia
IGCE/UNESP/Rio Claro-SP

Resultado: APROVADO

Rio Claro, 10 de novembro de 2017

À população de Ituiutaba afetada pelos impactos
pluviais, em especial às pessoas que
contribuíram concedendo entrevistas na
esperança que esta pesquisa possa contribuir
para que seus problemas sejam amenizados.

Agradecimentos

Ao meu orientador, Prof. Dr. Anderson Christofoletti, por ter aceitado me orientar, pelos ensinamentos e por estar sempre presente durante a execução da pesquisa.

À Prof^a. Dr^a. Sandra Pitton, pela avaliação do relatório de qualificação e grande contribuição para a continuidade segura da pesquisa.

À Prof^a. Dr^a. Jussara Rosendo e ao Prof. Dr. Diego Maia por terem aceitado compor a banca de avaliação da dissertação e pelas relevantes contribuições apontadas durante as arguições.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Geografia pela convivência e pelas trocas de conhecimento, em especial àqueles com os quais cursei disciplinas.

Aos funcionários do Departamento de Geografia, da Pós-Graduação e do Ceapla: Bete, Maíca, Gil, Rose e Dê, pela convivência amiga.

À Lucimari, pelo auxílio com os mapeamentos.

Ao Pedro pelas dicas de fontes de informações climáticas.

Ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), à Marinha do Brasil, à Superintendência de Água e Esgotos de Ituiutaba (SAE), ao batalhão do Corpo de Bombeiros Militar de Ituiutaba e às Secretarias Municipais de Planejamento e de Obras de Ituiutaba pelo fornecimento dos dados e informações solicitados.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro.

Aos meus amigos, tanto aqueles que conheci em Rio Claro quanto os que já havia encontrado em outras paragens geográficas, por termos dividido nossas alegrias e angústias acadêmicas com companheirismo: Alessandra, Ana Letícia, Bruna, Elaine, Felipe, Franciele, Francielly, Juliana, Letícia, Marcelo, Maria Júlia, Patrícia, Pedro, Raiane, Sibeli e Yume. É por vocês que carregarei para sempre ótimas lembranças de Rio Claro.

À minha família, em especial meus pais Ronan e Catarina, por sempre me apoiarem e se orgulharem das minhas conquistas.

Ao Maurício, pelo incentivo e pela companhia, suportes que foram muito importantes para a superação dos desafios.

A todos, o meu muito obrigado!

Resumo

As inundações constituem um dos impactos ambientais mais observados nas áreas urbanas. A incidência destes eventos varia conforme as características climáticas e socioambientais das cidades. Esta pesquisa teve como objetivo principal avaliar o risco a enchentes, a alagamentos e ao escoamento superficial concentrado na área urbana de Ituiutaba (MG), a partir de suas condicionantes físicas e de suas características socioespaciais, inerentes ao processo de urbanização. Para isto, realizaram-se análises do geossistema urbano; da variabilidade pluvial com enfoque na recorrência das precipitações extremas; das ocorrências de transtornos associados ao impacto pluvial e da percepção do problema por parte da população atingida e do poder público municipal. Verificou-se que os impactos hidrometeorológicos concentram-se durante os meses da primavera e do verão, quando as chuvas são mais abundantes. Em média, treze episódios chuvosos com volume a partir de 30mm/24h acontecem a cada ano, representando, assim, um potencial de danos ao ambiente urbano. De forma mais esporádica, acontecem ainda precipitações mais intensas, por volta de 90mm/24h, com potencial de impacto muito maior. Os arquivos das ocorrências do Corpo de Bombeiros e as reportagens publicadas pela imprensa local constituíram importantes fontes para o mapeamento e análise dos impactos. Como consequência desses eventos, tem-se na área central da cidade e bairros adjacentes, que são mais impermeabilizados, as ocorrências de escoamento superficial concentrado e os alagamentos. Além disso, a rede de galerias pluviais é insuficiente para drenar os locais onde os problemas são mais evidentes, principalmente em quatro áreas, sendo estas as avenidas José João Dib, Minas Gerais, Dezesete e Prof. José Vieira de Mendonça. Na primeira, observam-se alagamentos devido à deficiência na drenagem do escoamento superficial, que não consegue direcionar as águas para dentro da canalização do Córrego São José. Nos demais locais o problema é o escoamento superficial concentrado, que forma um fluxo ao longo das vertentes, suficiente para arrastar pessoas e veículos, além de provocar danos na pavimentação de ruas e calçadas. No tocante à população afetada pelas inundações, a maior parcela é formada por pessoas de baixa renda, cujas residências são mais vulneráveis ao acúmulo/escoamento de água em superfície. Este cenário demanda a atuação efetiva da administração pública no sentido de elaborar planos estratégicos para a gestão das águas pluviais.

Palavras-chave: Risco hidrológico. Impactos pluviais. Alagamentos. Ituiutaba.

Abstract

Floods are one of the most observed environmental impacts in urban areas. The incidence of these events varies according to the climatic and socio-environmental characteristics of the cities. The main objective of this research was to evaluate the risk to the overflows, the floods and the concentrated surface runoff in the urban area of Ituiutaba (MG), based on its physical conditioning aspects and its socio-spatial characteristic, which are inherent in the urbanization process. For that purpose, some analyzes of the urban geosystem, the rainfall variability with focus on the recurrence of the extreme precipitations, the occurrences of disturbances associated with the rainfall impact and the perception of the problem by the affected population and the municipal public power were carried out. It was found that the hydrometeorologic impacts are concentrated in the spring and summer months, when the rains are more abundant. On average, thirteen rainy episodes with a volume from 30mm/24h happen each year, which represents a potential for damages to the urban environment. More sporadically, there are some intense precipitations, around 90mm/24h, with a much greater potential impact. The Fire Department's archives and the news published in the local press were important sources for the mapping and analysis of the impacts. As a consequence of these events, there are in the city centre area and adjacent neighborhoods, which are more waterproofed spaces, the occurrences of concentrated surface runoff and flooding. In addition, the rain gutter network is insufficient to drain the places where the problems are more evident, mainly in four areas, which are the avenues José João Dib, Minas Gerais, Dezessete and Prof. José Vieira de Mendonça. At the José João Dib Avenue, floods are observed due to the deficiency in drainage of the surface runoff, that cannot direct the water into the canalization of the São José stream. In the other avenues, the problem is the concentrated runoff which forms a flow along the slopes that is enough to drag people and vehicles as well as cause damage to the paving of streets and sidewalks. With regard to the population affected by the floods, the majority is made up of low-income people, whose homes are most vulnerable to surface water accumulation / runoff. This scenario demands an effective action from the public administration in an effort to elaborate strategic plans for the management of the rainwater.

Key words: Hydrological risk. Rainfall impacts. Floods. Ituiutaba.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização do município de Ituiutaba (MG)	15
Figura 2 - Diagrama básico do Sistema Clima Urbano	23
Figura 3 - Subsistema hidrodinâmico	27
Figura 4 - Organograma da pesquisa	54
Figura 5 - Localização das estações meteorológicas fornecedoras de dados para a pesquisa	58
Figura 6 - Logradouros e cursos d'água da área urbana de Ituiutaba	66
Figura 7 - Perfis topográficos da área urbana de Ituiutaba	69
Figura 8 - Mapa de caracterização das APPs	74
Figura 9 - Pista de caminhada em trechos com canalização fechada (esquerda) e aberta (direita) do Córrego São José no canteiro central da Avenida José João Dib	75
Figura 10 - Problemas de drenagem pluvial nas imediações da Avenida José João Dib: Caçamba de construção virada pela força da enxurrada	77
Figura 11 - Escoamento superficial em direção ao canal do córrego São José, localizado na Avenida José João Dib	77
Figura 12 - Obstrução de boca de lobo que impede a drenagem das águas pluviais – Avenida José João Dib	78
Figura 13 - Desabamento de parte da via que margeia o Córrego Pirapitinga	79
Figura 14 - Precipitação anual e tendência da precipitação – Ituiutaba/MG (1987 – 2016).....	82
Figura 15 - Média mensal de precipitação – Ituiutaba (1987 – 2016)	84
Figura 16 - Pluviograma da cidade de Ituiutaba – 1987 a 2016	85
Figura 17 - Quantidade de dias/ano com chuvas a partir de 30mm – Ituiutaba (1987 a 2016)	88
Figura 18 - Distribuição mensal dos dias com chuvas a partir de 30mm	89
Figura 19 - Interdição do tráfego de veículos sobre o Rio Tijuco – 1958	94
Figura 20 - Relato das consequências da chuva de 28/01/1958 pela imprensa de Ituiutaba	95
Figura 21 - Distribuição mensal das ocorrências registradas pelo Corpo de Bombeiros relacionadas a Alagamento/Enchente/Inundação na cidade de Ituiutaba – 2000 a 2016	97
Figura 22 - Localização das ocorrências do Corpo de Bombeiros Militar relacionadas à drenagem pluvial em Ituiutaba (MG) – 2000 a 2016	99
Figura 23 - Quantidade anual (2011 – 2016) de eventos chuvosos causadores de transtornos divulgados pela imprensa local	100
Figura 24 - Alagamentos e escoamento superficial concentrado noticiados pela imprensa em Ituiutaba – 2011 a 2016	103

Figura 25 - Localização e impactos decorrentes da chuva do dia 03/02/2000	105
Figura 26 - Manchetes de jornal sobre a chuva do dia 3 de fevereiro de 2000	106
Figura 27 - Dinâmica dos sistemas atmosféricos entre 1º e 3/02/2000	107
Figura 28 - Localização e impactos decorrentes da chuva do dia 05/04/2013	109
Figura 29 - Cobertura da imprensa à chuva do dia 5 de abril de 2013	110
Figura 30 - Dinâmica dos sistemas atmosféricos entre 04 e 06/04/2013	111
Figura 31 - Localização e impactos decorrentes da chuva do dia 17/01/2016	113
Figura 32 - Residência que ficou alagada com a chuva do dia 17 de janeiro de 2016.....	114
Figura 33 - Cobertura da imprensa às chuvas do dia 17 de janeiro de 2016	114
Figura 34 - Dinâmica dos sistemas atmosféricos entre 15 e 17/01/2016	116
Figura 35 - Locais de realização das entrevistas e áreas apontadas pela Secretaria Municipal de Obras como de alta frequência de enxurradas e alagamentos	118
Figura 36 - Percurso de escoamento pela linha da drenagem pluvial	122

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Articulação dos subsistemas do clima urbano segundo os canais de percepção	24
Quadro 2: Inventário das estações meteorológicas utilizadas na pesquisa	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Ituiutaba: evolução da população entre 1970 e 2015	65
Tabela 2: Tipos de cobertura do solo e suas respectivas áreas nas APPs em Ituiutaba ..	76
Tabela 3: Chuvas mensais e anuais em milímetros (mm) em Ituiutaba	81
Tabela 4: Frequência de dias com precipitação a partir de 30mm – 1987 a 2016	89
Tabela 5: Recorrência de volumes de precipitação em Ituiutaba-MG	90
Tabela 6: Distribuição mensal dos dias com chuvas e dos dias com chuvas a partir de 30mm	91
Tabela 7: Ocorrências relacionadas a alagamentos/enchentes/inundações registradas pelo Corpo de Bombeiros Militar-MG na cidade de Ituiutaba – 2000 a 2016..	96
Tabela 8: Dados mensais da precipitação média (mm) e dos totais de eventos chuvosos danosos – Ituiutaba/MG (2011 - 2016)	100
Tabela 9: Dados anuais do volume de precipitação, de chuvas danosas e de reportagens	101

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
APP	Área de Preservação Permanente
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CPRM	Serviço Geológico do Brasil (antiga Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais)
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GSP	Grande São Paulo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFTM	Instituto Federal Triângulo Mineiro
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NGA	National Geospatial-Intelligence Agency
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
OMM	Organização Meteorológica Mundial
ONG	Organização Não Governamental
SAE	Superintendência de Água e Esgotos
SCU	Sistema Clima Urbano
UEMG	Universidade Estadual de Minas Gerais
UNDRO	Organização de Alívio de Desastres das Nações Unidas
UNESP	Universidade Estadual Paulista
UFU	Universidade Federal de Uberlândia

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO.....	12
2 – MÉTODO E TEORIAS DA PESQUISA.....	17
2.1 – A Teoria Geral dos Sistemas e a investigação científica	18
2.2 – Abordagem sistêmica do clima urbano.....	21
3 – DO RISCO AMBIENTAL AO RISCO HIDROLÓGICO.....	32
3.1 – Definições e conceitos aplicados às pesquisas sobre risco	35
3.2 – Os tipos de risco.....	40
3.3 – Risco ambiental, segregação social e urbanização	43
3.4 – A “sociedade de risco”	46
3.5 – O risco hidrológico	50
4 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	54
5 – ELEMENTOS DO GEOSSISTEMA URBANO RELACIONADOS AOS TRANSTORNOS CAUSADOS PELO IMPACTO HIDROMETEÓRICO EM ITUIUTABA.....	64
5.1 – Caracterização do problema.....	76
6 – AS PRECIPITAÇÕES EM ITUIUTABA.....	80
6.1 – A variabilidade pluvial entre 1987 e 2016.....	80
6.2 – As precipitações extremas	86
7 – O IMPACTO HIDROMETEÓRICO EM ITUIUTABA	93
7.1 – Impactos pluviais registrados pelo Corpo de Bombeiros	95
7.2 – Impactos pluviais registrados pela imprensa	100
7.3 – Avaliação dos impactos pluviais em Ituiutaba.....	104
8 – IMPACTOS PLUVIAIS: percepções da população e ações da governança local	117
8.1 – A percepção dos impactos pluviais pela população diretamente atingida.....	117
8.2 – Planos e ações da administração municipal	124
9 – CONSIDERAÇÕES ACERCA DO RISCO HIDROLÓGICO EM ITUIUTABA.....	129

REFERÊNCIAS	133
APÊNDICE – Roteiro da entrevista com os moradores afetados pelos impactos pluviais	140
ANEXO A – Temperatura média das águas superficiais do Oceano Pacífico tropical e indicação de ocorrência dos fenômenos El Niño e La Niña (1987-2016)	141
ANEXO B – Chuvas a partir 30mm/24h.....	142
ANEXO C – Ocorrências de impactos pluviais pelo Corpo de Bombeiros (2000-2016)	145
ANEXO D – Data, local e consequências dos impactos hidrometeorológicos noticiados pela imprensa em Ituiutaba (2011 a 2016)	148

1 – INTRODUÇÃO

Durante a segunda metade do século XX emergiu o debate a respeito da questão ambiental e das implicações que a degradação do ambiente exerce sobre as populações humanas. Na Europa e nos Estados Unidos, na década de 1960, os primeiros movimentos ecológicos questionavam os modos de produção dos sistemas econômicos e o estilo de vida das sociedades, expondo a gravidade de questões como: “[...] extinção de espécies, desmatamento, uso de agrotóxicos, urbanização desenfreada, explosão demográfica, poluição do ar e da água, contaminação de alimentos, erosão dos solos, diminuição das terras agricultáveis pela construção de grandes barragens, [...]” (PORTO-GONÇALVES, 1990, p.12) dentre outros.

No Brasil, os movimentos preocupados com a preservação ambiental eclodiram na década de 1970, pautados na defesa da natureza frente ao desmatamento, às queimadas, às práticas agrícolas predatórias, à poluição resultante da atividade industrial e à poluição e degradação do ambiente urbano (PORTO-GONÇALVES, 1990).

O advento da problemática ecológica foi percebido também na produção de pesquisas em várias ciências. Geógrafos notórios (e com forte influência na formação de geógrafos brasileiros) como Jean Dresch, Jean Tricart e Georges Bertrand, a partir da década de 1970, passaram a considerar os fatores sociais em seus estudos de geografia física (SOUZA; MARIANO, 2008).

Na geografia brasileira, também nos anos 1970, Monteiro (1976) já propunha metodologias de abordagem ao clima das cidades considerando variáveis naturais e sociais presentes no ambiente. Isso contribuiu para que, a partir dos anos 1980, mais geógrafos passassem a desenvolver estudos voltados a entender a degradação do meio e a relação desequilibrada entre a sociedade e a natureza, aproximando as geografias física e humana.

Tais estudos revelaram que a apropriação equivocada do ambiente, por um planejamento mal elaborado (e/ou mal executado) da ocupação dos territórios, assim como o uso indiscriminado dos recursos naturais, já refletiam muito negativamente sobre as pessoas.

Mendonça (2015) aborda essa tomada de consciência iniciada nas últimas décadas em relação à preservação ambiental. Segundo o autor, aumentou a preocupação de diversos setores da sociedade, como os cientistas, as ONGs (organizações não governamentais) e os administradores públicos mais comprometidos, quanto ao estado de degradação ambiental resultante de modelos equivocados de urbanização.

Marcada por expressivos paradoxos, a modernidade registra tanto a intensificação da degradação da natureza quanto o despertar da consciência para a intervenção racional ou planejada na alteração / construção do ambiente urbano. Uma vez constatada a condição inexorável da urbanização da humanidade, o planejamento ou ordenamento do desenvolvimento dos espaços urbanos aparece como uma necessidade de primeira ordem e, para tanto, todos os elementos componentes do meio biótico, abiótico e social deveriam ser levados em consideração. (MENDONÇA, 2015, p. 177).

No Brasil, apesar do aumento dessas discussões e um moderno conjunto de leis voltado para a proteção e manutenção saudável do ambiente, tem se percebido uma quantidade insuficiente de ações eficazes de conservação ambiental. Por isso, muitas áreas que deveriam ser preservadas para uma manutenção equilibrada do ambiente, contribuindo para garantir a disponibilidade de recursos naturais essenciais (como a água), acabam sendo apropriadas inadequadamente pelo homem.

Em relação às formas do relevo, mais especificamente aos fundos de vale e às planícies de inundação, observa-se a sua ocupação, na maioria das vezes, por grupos menos favorecidos da sociedade, consequência da falta de recursos que lhes impede o acesso a ambientes mais seguros, geralmente mais valorizados. Isto ocorre pelo fato de o poder público não conseguir garantir o assentamento dessas pessoas em áreas mais seguras, tendo como consequência as ocupações irregulares. Por isso, multiplica-se o drama de tantas famílias durante os episódios chuvosos intensos, que por meio de medidas preventivas, poderiam ser evitados.

Entretanto, implicações relacionadas a eventos meteorológicos extremos, como as tempestades, não atingem apenas os grupos mais carentes da sociedade. A forma de expansão das cidades, com um planejamento mal-elaborado, inexistente ou não executado, um solo altamente impermeabilizado e uma infraestrutura de drenagem deficitária, faz com que os ambientes urbanos não suportem volumes elevados de precipitação, resultando em problemas que atingem uma parcela ainda maior da população.

A precipitação, quando ocorre com grande intensidade e sobretudo quando se lhe associam inundações rápidas – *flash floods* – em rios e ribeiros artificializados, pode paralisar completamente uma cidade. Estes movimentos rápidos de água e massa podem atingir grandes velocidades ($>6\text{m/s}$) e arrastar consigo pessoas e bens. (MONTEIRO, 2007, p. 14).

Na passagem dos anos 1960 para os 1970, o rápido crescimento das cidades resultou em cenários urbanos caóticos. Ademais, as pesquisas geográficas sobre o urbano dedicavam-se mais aos aspectos econômicos e sociais, negligenciando os aspectos ambientais (MONTEIRO, 2015). Talvez por essa falta de atenção e discussão sobre a questão ambiental

urbana, as cidades, à medida que cresciam, aumentavam sua gama de problemas, dos quais os alagamentos e inundações são exemplos.

As cidades passaram a ser os locais mais atingidos pelos fenômenos naturais por serem mais ocupadas e transformadas pelo homem. “Seja pela implosão demográfica, seja pela explosão das atividades, os espaços urbanos passaram a assumir a responsabilidade do impacto máximo da atuação humana sobre a organização na superfície terrestre e na deterioração do ambiente.” (MONTEIRO, 1976, p. 54).

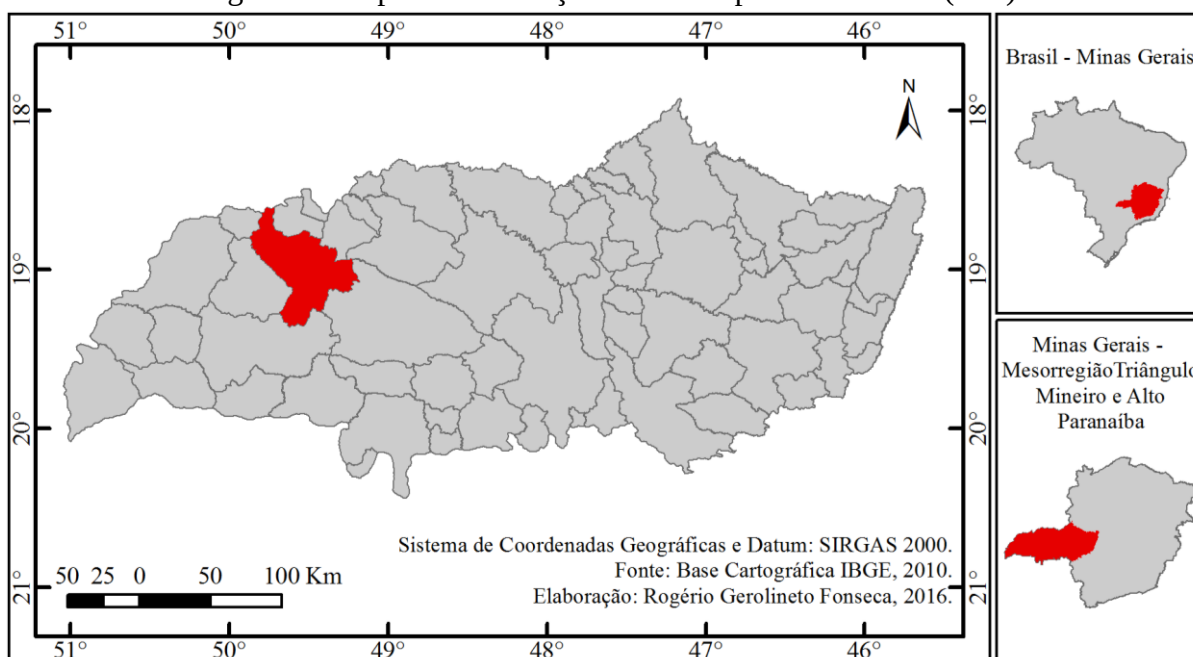
Maia (2007) pontua que os problemas relacionados à drenagem pluvial constituem um dos impactos ambientais mais observados atualmente nas cidades. O autor atribui isso à forma de urbanização empreendida nas bacias hidrográficas, que alteram totalmente as dinâmicas naturais dos fluxos hidrológicos pelos compartimentos do relevo. Com isso, fenômenos como as enchentes tornam-se mais frequentes e intensos.

Muitas cidades do mundo são afetadas negativamente por impactos meteóricos como nevascas, tornados e aguaceiros. Não são raros os registros de cidades violentamente afetadas por esses fenômenos. Como é impossível de serem controlados, salienta-se a importância da prevenção (visando o aumento da resiliência) e previsão desses eventos. As cidades desenvolvidas são providas de melhor infraestrutura tecnológica e legislativa de reação e defesa. Nas cidades de países subdesenvolvidos, esse estágio de defesa ainda não é verificado (MONTEIRO, 2015).

Por esses motivos, é primordial a realização de estudos que abordem a questão da qualidade e da segurança ambiental urbana, tanto para se discutir o uso mais equilibrado do ambiente, quanto para assegurar uma melhor qualidade de vida e proteção para a população.

No sentido dessa preocupação, este estudo aborda a questão do risco hidrológico na área urbana do município de Ituiutaba, localizado na Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, na porção oeste do estado de Minas Gerais (figura 1). Com uma população estimada em 103.945 habitantes (IBGE, 2016), Ituiutaba tem apresentado um constante crescimento demográfico e expansão de sua área urbana, o que implica consideravelmente nas condições de permeabilidade do solo e, conseqüentemente, no volume de água que é direcionado aos patamares inferiores do relevo.

Figura 1 - Mapa de localização do município de Ituiutaba (MG)



Em vista disso, tem sido crescente a ocorrência de eventos chuvosos que causam transtornos à população, dada a frequente divulgação de reportagens pela imprensa local. Ademais, são escassas pesquisas desta temática em relação à cidade de Ituiutaba, sendo inédita essa abordagem ao nível da pós-graduação.

O objetivo principal desta pesquisa foi avaliar o risco a enchentes, a alagamentos e ao escoamento superficial concentrado na área urbana de Ituiutaba, a partir das suas condicionantes físicas e de suas características socioespaciais, inerentes ao processo de urbanização.

Complementares a este escopo, foram propostos como objetivos específicos analisar as condicionantes ambientais que compõem o geossistema urbano em Ituiutaba e que exercem influência na drenagem pluvial; conhecer a dinâmica pluviométrica local, com foco na variabilidade da precipitação e na recorrência das precipitações extremas; localizar e caracterizar os impactos relacionados à má drenagem das águas pluviais; avaliar os planos e as ações da administração municipal em relação aos impactos hidrometeorológicos que afetam a população.

Com a realização desta pesquisa, espera-se contribuir para o início de um debate que chame a atenção dos pesquisadores, do poder público municipal e dos setores da sociedade engajados na melhoria da qualidade e da segurança ambiental urbana.

Após esta parte introdutória, a pesquisa segue estruturada em mais sete seções. A primeira apresenta as bases teórico-metodológicas que guiam este estudo, calcado na Teoria

Geral dos Sistemas e no Sistema Clima Urbano. A segunda contempla um levantamento bibliográfico que discute a questão do risco ambiental com uma abordagem mais detalhada do risco hidrológico. A terceira expõe os procedimentos metodológicos executados para a produção da pesquisa. A quarta parte apresenta as principais características dos elementos que compõem o geossistema urbano em Ituiutaba. A quinta seção diz respeito à dinâmica das precipitações. A sexta parte apresenta uma análise espacial das ocorrências de transtornos causados pelas chuvas. A sétima avalia como o poder público municipal concebe e trabalha a questão dos alagamentos e do escoamento superficial concentrado nos diferentes setores da cidade. Por fim, tem-se o fechamento da pesquisa com a apresentação das considerações finais a respeito do risco hidrológico em Ituiutaba, das referências bibliográficas e dos anexos.

2 – MÉTODO E TEORIAS DA PESQUISA

A realização de uma pesquisa, seja da natureza que for, além da proposta de investigação, deve contar com um momento prévio de planejamento e definição dos meios pelos quais se pretende alcançar os objetivos propostos (JAPIASSÚ; MARCONDES, 2006). Nesta fase, há a definição do método a ser seguido para a sua execução. No Dicionário Básico de Filosofia, Japiassú e Marcondes (2006, p.187) expõem o sentido do termo “método” baseando-se no filósofo Descartes, para o qual, por método, entende-se “[...] as regras certas e fáceis, graças às quais todos os que as observam exatamente jamais tomarão como verdadeiro aquilo que é falso e chegarão, sem se cansar com esforços inúteis, ao conhecimento verdadeiro do que pretendem alcançar.” Por este viés, o método auxilia o pesquisador a garantir a confirmação e a confiabilidade de sua investigação.

O método científico que norteia este estudo é o hipotético-dedutivo; ou seja, o raciocínio que, a partir de hipóteses, deduz as possíveis proposições tidas como verdades em relação ao objeto de estudo (JAPIASSÚ, MARCONDES, 2006). Nesta pesquisa, por exemplo, o referido método científico é aplicado partindo-se da ideia de que boa parte dos alagamentos em Ituiutaba é gerada a partir de características como uma elevada taxa de impermeabilização do solo e uma rede deficitária de drenagem pluvial. Sendo assim, aumentando-se o percentual de áreas permeáveis e a abrangência da rede de drenagem, a ocorrência de alagamentos deve diminuir. Se esta correlação for verificada, a hipótese é verdadeira; caso contrário, ela é refutada e considerada falsa ou insuficiente.

A pesquisa é direcionada, ainda, por duas abordagens teóricas: uma de aplicação e contextualização mais ampla, a Teoria Geral dos Sistemas, destacando o seu uso na Geografia; e outra mais restrita ao objeto de estudo, a teoria do Clima Urbano. Essas duas abordagens teóricas foram selecionadas por serem de grande contribuição para o entendimento da questão dos impactos pluviais acarretados na cidade de Ituiutaba. Essa busca por um embasamento teórico vai ao encontro da consideração de Monteiro (1976, p.24), para o qual “[...] A teoria é uma estratégia para sobrepor à pesquisa a complexidade do real, com vistas à compreensão, explicação e predição de eventos do sujeito da investigação. [...]”

Na sequência, são apresentadas as considerações que relacionam esta pesquisa de mestrado à Teoria Geral dos Sistemas e às teorias sobre Clima Urbano, de modo a esclarecer a abordagem teórico-metodológica que guia este estudo.

2.1 – A Teoria Geral dos Sistemas e a investigação científica

Na passagem do século XIX para o século XX, emergiu a tendência de uma maior integração entre distintas ciências. Daí surgiu a oportunidade para o aparecimento de uma teoria científica inovadora, a Teoria Geral dos Sistemas, diferenciada por se basear na conjugação de diferentes áreas do conhecimento (ANDREOZZI, 2005).

A Teoria Geral dos Sistemas (*General Systems Theory*) teve seu desenvolvimento iniciado por R. Defay, em 1929, e por Ludwig von Bertalanffy, a partir de 1932, sendo inicialmente aplicada na termodinâmica e na biologia. Posteriormente, a evolução dessa teoria possibilitou a sua expansão e aplicação em diferentes ramos da ciência (CHRISTOFOLETTI, 1979, p.xi).

A Teoria Geral dos Sistemas foi pensada de modo a ser aplicada a qualquer segmento da ciência. Sua grande vantagem é possibilitar se reunir, em uma pesquisa, contribuições de variados ramos do conhecimento. Isto facilitou o entendimento e o compartilhamento dos saberes por parte das diferentes especialidades que compõem os estudos. Por isso, na Geografia, a Teoria Geral dos Sistemas encontra grande facilidade de aplicação, favorecida pela capacidade que a ciência geográfica possui de congregar conhecimentos das áreas humanas, exatas e biológicas (ANDREOZZI, 2005).

No campo da administração pública, área que muito interessa à investigação dos geógrafos, Bertalanffy (2010) aponta que os problemas urbanos passaram a ser considerados, em alguns programas políticos, a partir de um enfoque sistêmico. Questões como a poluição do ar, das águas e o congestionamento do trânsito, por exemplo, passaram a ser consideradas como geradas por múltiplas ações da sociedade, transformada pela evolução tecnológica que aumentou o potencial e a velocidade das alterações dos ambientes. Isto induziu a uma necessidade de reorientação do pensamento científico, levando a tratar tais questões como arranjos complexos, ou seja, um todo formado por sistemas.

A teoria dos sistemas passou a se fazer notável nas pesquisas geográficas e ampliou as perspectivas integradoras com temas ligados às geociências e às ciências humanas. Como referências de estudos que iniciaram a utilização da teoria dos sistemas na geografia têm-se, no contexto da geografia física, os trabalhos de Arthur N. Strahler (1950), John T. Hack (1960), Richard J. Chorley e B. A. Kennedy (1971), entre outros. Nos estudos de geografia humana e econômica destacaram-se as contribuições iniciais de Brian Berry (1964), Peter Haggett (1965), Michael Hurst (1968), David Harvey (1969) e John Langton (1972) (CHRISTOFOLETTI, 1979)

Entre as décadas de 1950 e 1960 expandiram nos Estados Unidos, na Europa e na então União Soviética os grupos de pesquisas geográficas que adotaram a abordagem sistêmica. No Brasil, a inserção da Teoria Geral dos Sistemas nos estudos geográficos ocorreu a partir da década de 1970 com a atuação dos geógrafos Antônio Christofolletti e José Alexandre Diniz (ANDREOZZI, 2005).

A consideração que se tem dos sistemas, segundo esta teoria, é de um organismo vivo, em que as partes se complementam e influenciam no funcionamento do todo. Nesta concepção, Bertalanffy (2010, p.55) acrescenta que

“[...] É necessário estudar não somente partes e processos isoladamente, mas também resolver os decisivos problemas encontrados na organização e na ordem que os unifica, resultante da interação dinâmica das partes, tornando o comportamento das partes diferente quando estudado isoladamente e quando tratado ao todo. [...]”

O pensamento sistêmico, então, passa a ser de grande valia ao aproximar a teoria à realidade, podendo-se esboçar esquematicamente o relacionamento entre as partes que compõem um todo em análise. Esta ideia guia o entendimento, nesta pesquisa, de que as ocorrências de enchentes e alagamentos não dependem exclusivamente da intensidade das precipitações, mas também da configuração do relevo, da proporção de solos impermeabilizados, da abrangência e capacidade de escoamento da rede de drenagem pluvial e do tipo de uso e distribuição da ocupação do solo.

No início da obra “Análise de Sistemas em Geografia”, Christofolletti (1979) discute a definição de “sistemas” a partir de três abordagens: uma proposta por Hall e Fagen (1956), outra por Thornes e Brunsden (1977) e uma outra por Miller (1965). Na primeira, de significado mais amplo, os sistemas são constituídos por quaisquer conjuntos de elementos que estabeleçam relações entre si. A segunda considera os sistemas como conjuntos de elementos que se relacionam visando um objetivo específico, incluindo neste processo a ideia do recebimento de *inputs* e suas transformações em *outputs*. Já a terceira, concentra a definição de sistemas como conjuntos de unidades que estabelecem relações mútuas, sendo que a inter-relação entre essas unidades determina o seu estado, ou seja, cada unidade influencia e é influenciada a partir das relações que estabelecem umas com as outras.

Com o intuito de esclarecer o entendimento dos sistemas, Christofolletti (1979) discorre sobre sua composição, dividida em três partes: matéria, energia e estrutura. A matéria constitui o elemento a ser mobilizado através do sistema. A energia, força necessária para operação do sistema, distingue-se em dois tipos: a energia potencial, que ativa o sistema, representada pela gravidade, e, a energia cinética, gerada a partir da movimentação da

matéria. Logo, a associação desses dois tipos de energia engendra o funcionamento do sistema. A estrutura do sistema é expressa através da organização e do relacionamento que se estabelece entre suas partes. As estruturas dos sistemas possuem três características principais: tamanho, correlação e causalidade. Define-se o tamanho do sistema de acordo com seu número de elementos; sistemas com duas unidades são bidimensionais, com três são tridimensionais, e assim por diante. A correlação indica a forma como acontecem os relacionamentos entre os elementos de um sistema; é expressa através de linhas que mostram o relacionamento entre as unidades. Nessas linhas, podem conter indicativos de força que demonstram sua intensidade, e a direção, representada por sinais positivos ou negativos que orientam o sentido do relacionamento entre as unidades. A causalidade é expressa por indicativos de direção das influências exercidas entre as unidades, que identificam as variáveis independentes (controladoras) e as dependentes (controladas); neste esquema, alterações nas variáveis dependentes só ocorrem se também houver alterações nas variáveis independentes (CHRISTOFOLETTI, 1979).

No ciclo hidrológico¹, parte fundamental do sistema abordado nesta pesquisa, a matéria é representada pela água, originada na precipitação. Sua energia potencial (gravidade) ativa o seu escoamento e alia-se à energia cinética (movimento), adquirindo potencial de deslocamento de detritos e objetos ao escoar pelas vertentes e cursos d'água.

O presente estudo concebe a problemática dos alagamentos em Ituiutaba como resultante de um sistema “não isolado e aberto”, segundo a classificação elaborada por Rapoport e Trucco, por estabelecer relações com sistemas maiores ou externos à área que engloba os subsistemas que atuam em Ituiutaba. A água das chuvas, matéria trabalhada pelo sistema em questão, é proveniente de um sistema atmosférico que abrange um espaço muito maior do que o da área em análise nesta pesquisa. Pela classificação estrutural, proposta por Chorley e Kennedy, é considerado “controlado” por sofrer forte influência antrópica, que inclusive aumenta a sua complexidade (CHRISTOFOLETTI, 1979). Isto se justifica pelo potencial que o fator humano tem de alterar determinados sistemas, como a drenagem e a cobertura do solo, interferindo diretamente no escoamento das águas pluviais e, portanto, na propensão ou não aos alagamentos.

¹ Ciclo hidrológico: definido como um “Fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, impulsionado fundamentalmente pela energia solar associada à gravidade e à rotação terrestre.” (ANA 2014, p. 10). Compreende vários processos pelos quais a água percorre ciclicamente, como precipitação, escoamento superficial, infiltração, percolação, evaporação e condensação (WARD; ELLIOT, 1995).

2.2 – Abordagem sistêmica do clima urbano

O fator climático é central no desenvolvimento desta pesquisa. É a partir de sua dinâmica que as precipitações intensas adquirem potencial de gerar impactos sobre a população. Por isso, esta seção é apresentada de modo a tratar do embasamento teórico relativo às influências do clima sobre a sociedade.

Monteiro (1976) enfatiza a importância de estudos climáticos para se compreender a organização do espaço geográfico. Para o autor, o clima é um componente natural de forte influência na composição do espaço, e, por isso, os ambientes são resultados de uma combinação das relações entre os fatores naturais, nos quais o clima está inserido, e as atividades humanas.

Vários autores apresentam conceitos do termo “clima”. Conti (2000, p.17) destaca a definição considerada pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) desde 1959, como sendo “[...] o conjunto flutuante das condições atmosféricas, caracterizado pelos estados e evolução do tempo no curso de um período suficientemente longo para um domínio espacial determinado.”

Outros autores consideram o clima com algumas diferenciações. Monteiro (1976), ao discutir o clima, dialoga entre as definições de Hann e de Sorre. O primeiro entende o clima como “*o conjunto dos fenômenos meteorológicos que caracterizam a condição média da atmosfera sobre cada lugar da Terra*” (HANN, 1882 apud MONTEIRO, 1976, p.22, grifo do autor). Porém, Monteiro critica esse entendimento de Hann por considerá-lo demasiado generalista ao exaltar as médias aritméticas dos registros climáticos, o que pode levar a uma ideia errada da dinâmica climática por desconsiderar os desvios da média observados no decorrer do tempo.

Monteiro vai mais ao encontro do entendimento de Sorre.

A definição proposta por Sorre, como é sabido, é a seguinte: “*O clima é a série dos estados atmosféricos acima de um lugar em sua sucessão habitual*”. Para chegar a ela o autor enfatiza a noção de tempo (meteorológico) como unidade complexa, cheia de associações, dinâmica em essência, percebida sensorialmente, e passível de ser arbitrária e abstratamente decomposta e medida nos diferentes elementos que a constituem. [...] (MONTEIRO, 1976, p. 22, grifo do autor).

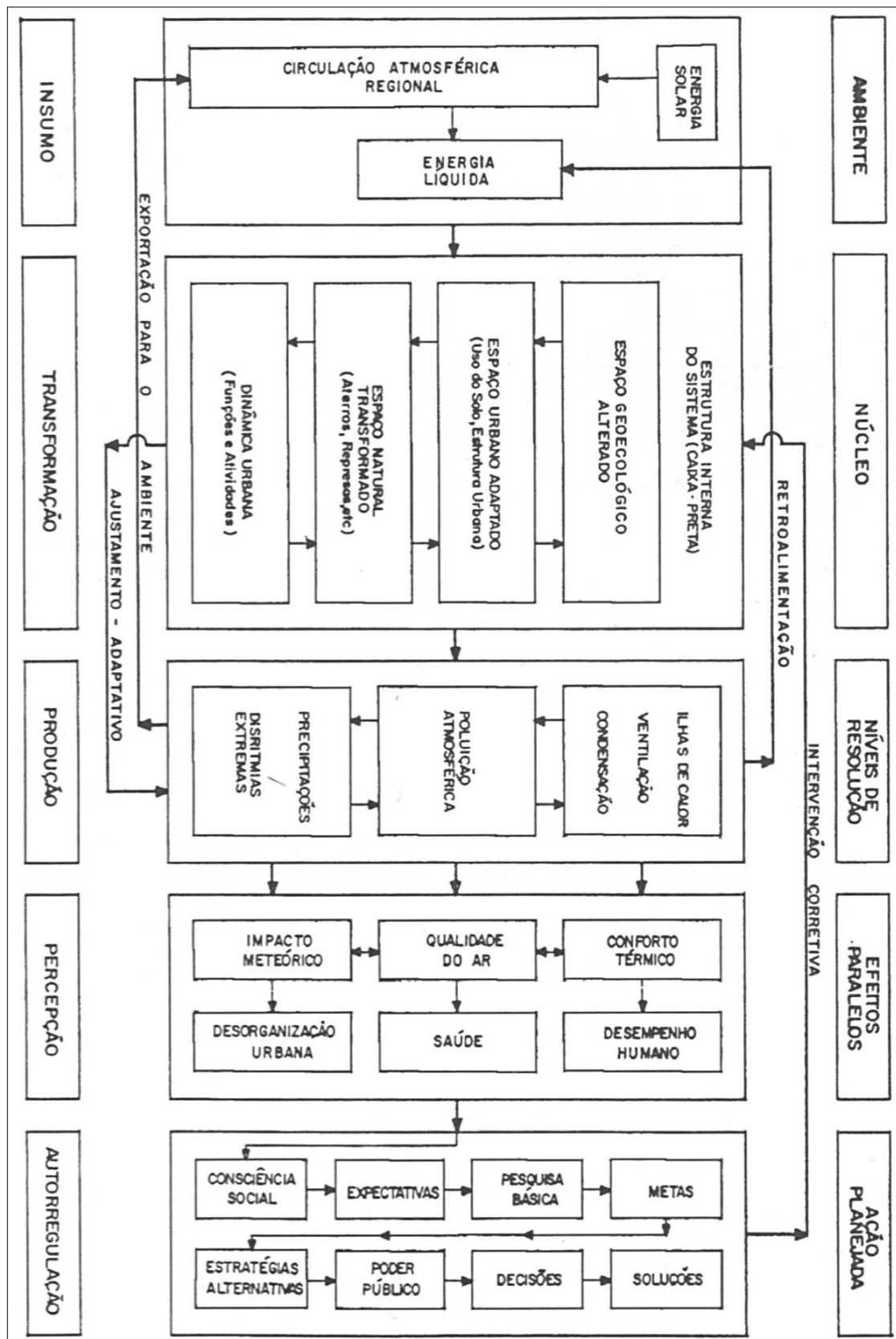
Para Monteiro, essa concepção é mais adequada por considerar fortemente a variação das condições atmosféricas percebidas ao longo do tempo para, assim, se definir o clima de determinado local.

Durante o século XIX, observou-se um grande desenvolvimento metodológico dos estudos sobre os climas. Isto ocorreu graças à formação de bancos de dados climáticos, cujos registros passaram a ser utilizados por pesquisadores em diferenciações climáticas regionais. Com enfoque nas temperaturas, Alexander von Humboldt produziu, em 1817, um mapa de isotermas para o Hemisfério Norte; e, em 1948, Dove produziu mapas-múndi de temperaturas médias mensais. Em relação às precipitações, Berghaus elaborou, em 1845, um mapa da precipitação mundial; Loomis, em 1882, lançou um inédito mapa-múndi de precipitação com representação em isoietas. Nos anos 1870, Wladimir Peter Köppen partiu da geografia vegetal para produzir mapas climáticos, e, em 1918, elaborou a primeira classificação climática mundial baseada na cobertura vegetal. Na década de 1930, Thornthwaite produziu sua notável classificação climática a partir do uso das quantidades de precipitação e evaporação. Outros importantes estudos do clima foram desenvolvidos ainda na primeira metade do século XX, como os da frequência de tipos climáticos por Federov em 1921, os de temperatura e pluviosidade por Gorczynski em 1942 e 1945, os de microclimatologia por Geiger em 1927, entre outros (BARRY; CHORLEY, 2013). Destacaram-se, ainda, outros eminentes estudos da climatologia sobre os estados atmosféricos e os ritmos climáticos, desenvolvidos por Maximilien Sorre, Arthur Strahler, Pierre Pédelaborde e Carlos Augusto Monteiro.

Especificamente sobre o clima urbano, Luke Howard foi o primeiro a sistematizar, em 1833, diferenças meteorológicas entre uma metrópole, no caso Londres, e as áreas ao seu entorno. Depois disso, proliferaram os estudos dedicados a analisar o clima das cidades. Em um primeiro momento foram analisados centros urbanos industrializados da Europa Ocidental, seguidos pelas cidades da América do Norte. Ficou claro que essas pesquisas relativas à meteorologia tinham como foco verificar as alterações da atmosfera pela influência antrópica, em uma abordagem sob a perspectiva da oposição homem-natureza (MONTEIRO, 1976).

O entendimento do clima das cidades pode ser organizado em sistemas. O Sistema Clima Urbano (S.C.U.) (figura 2), proposto por Monteiro (1976), divide-se em três subsistemas, equivalentes a três canais de percepção humana: o físico-químico, relativo à qualidade do ar, o termodinâmico, referente ao conforto térmico e o hidrometeorológico, indicativo dos impactos da precipitação. A representação do sistema exprime o relacionamento entre as fontes de energia, os componentes do núcleo (a cidade) que transformam matéria e energia (espaço natural alterado, construções e atividades urbanas), os produtos dessa transformação, os impactos percebidos e a autorregulação do sistema.

Figura 2 - Diagrama básico do Sistema Clima Urbano



Fonte: Monteiro, 1976.

Uma leitura detalhada dos canais de percepção (quadro 1) auxilia o entendimento mais profundo do próprio S.C.U. O quadro elaborado por Monteiro (1976) mostra todas as fases de funcionamento do sistema, desde a fonte de energia que o ativa até estratégias para se corrigir/evitar impactos negativos gerados.

Quadro 1: Articulação dos subsistemas do clima urbano segundo os canais de percepção

Subsistemas Canais Caracterização	I Termodinâmico Conforto Térmico	II Físico-Químico Qualidade do ar	III Hidrometeorológico Impacto meteórico
Fonte	Atmosfera Radiação circulação horizontal	Atividade urbana Veículos automotores Indústrias obras-limpas	Atmosfera estados especiais (desvios rítmicos)
Trânsito no Sistema	Intercâmbio de operador e operando	De operando ao operador	Do operador ao operando
Mecanismo de ação	Transformação no sistema	Difusão através do sistema	Concentração no sistema
Projeção	Interação Núcleo Ambiente	Do núcleo ao ambiente	Do ambiente ao núcleo
Desenvolvimento	Contínuo (permanente)	Cumulativo (renovável)	Episódio (eventual)
Observação	Meteorológica especial (T. de campo)	Sanitária e meteorológica especial	Meteorológica hidrológica (T. de campo)
Correlações disciplinares tecnológicas	Bioclimatologia Arquitetura Urbanismo	Engenharia sanitária	Engenharia sanitária e infraestrutura urbana
Produtos	“Ilhas de Calor” Ventilação Aumento de precipitação	Poluição do ar	Ataque à integridade urbana
Efeitos diretos	Desconforto e redução do desempenho humano	Problemas sanitários Doenças respiratórias, oftalmológicas etc.	Problemas de circulação e comunicação urbana
Reciclagem adaptativa	Controle de uso do solo Tecnologia de conforto habitacional	Vigilância e controle dos agentes de poluição	Aperfeiçoamento da infraestrutura urbana e regularização fluvial. Uso do solo
Responsabilidade	Natureza e Homem	Homem	Natureza

Fonte: Monteiro, 1976.

Ao se dar destaque ao subsistema hidrometeorológico, entende-se que os impactos são gerados quando da ocorrência de desvios rítmicos da atmosfera (precipitações intensas) agindo e concentrando matéria no sistema no sentido do operador (atmosfera) ao operando (elementos urbanos). Ocorrendo eventualmente, ativa um ciclo hidrológico que, em alguns episódios e dependendo da qualidade da infraestrutura implantada, pode atacar a integridade

urbana e causar transtornos como prejuízos materiais e problemas na circulação e comunicação. A percepção desses eventos indica a necessidade de melhorias na infraestrutura urbana e uma forma mais racional de uso do solo.

Enchentes, ilhas de calor e poluição do ar podem ser consequências das transformações que o S.C.U. gera ao trabalhar produtos e energias que recebe do ambiente atmosférico maior no qual está inserido e do ambiente urbano. Há, portanto, uma mobilidade e combinação de energias tanto do sistema climático maior quanto do fator antrópico (derivado das atividades urbanas), que é trabalhado pelo sistema climático da cidade e resulta em impactos sobre a mesma. Neste viés, é evidente a intenção de atribuir ao homem e à natureza uma coparticipação pela formação dos sistemas climáticos urbanos (BRANDÃO, 2015).

O funcionamento do S.C.U. ocorre da seguinte forma:

O S.C.U. importa energia através do seu ambiente, é sede de uma sucessão de eventos que articulam diferenças de estados, mudanças e transformações internas, a ponto de gerar produtos que se incorporam ao núcleo e/ou são exportados para o ambiente, configurando-se como um todo de organização complexa que se pode enquadrar na categoria dos sistemas abertos. (MONTEIRO, 1976, p.96)

A compreensão da organização climática da cidade é focada na atmosfera, considerada o operador do S.C.U. Demais fatores naturais e suas associações com os elementos urbanos formam um complexo cenário que conta com a atuação do operador. Todos os elementos de caráter não atmosférico que compõem uma cidade, inclusive os seres vivos, são classificados como elementos do sistema e constituem o operando. Esses elementos possuem atributos particulares e podem influenciar de diferentes modos e intensidades o funcionamento do S.C.U. (MONTEIRO, 1976).

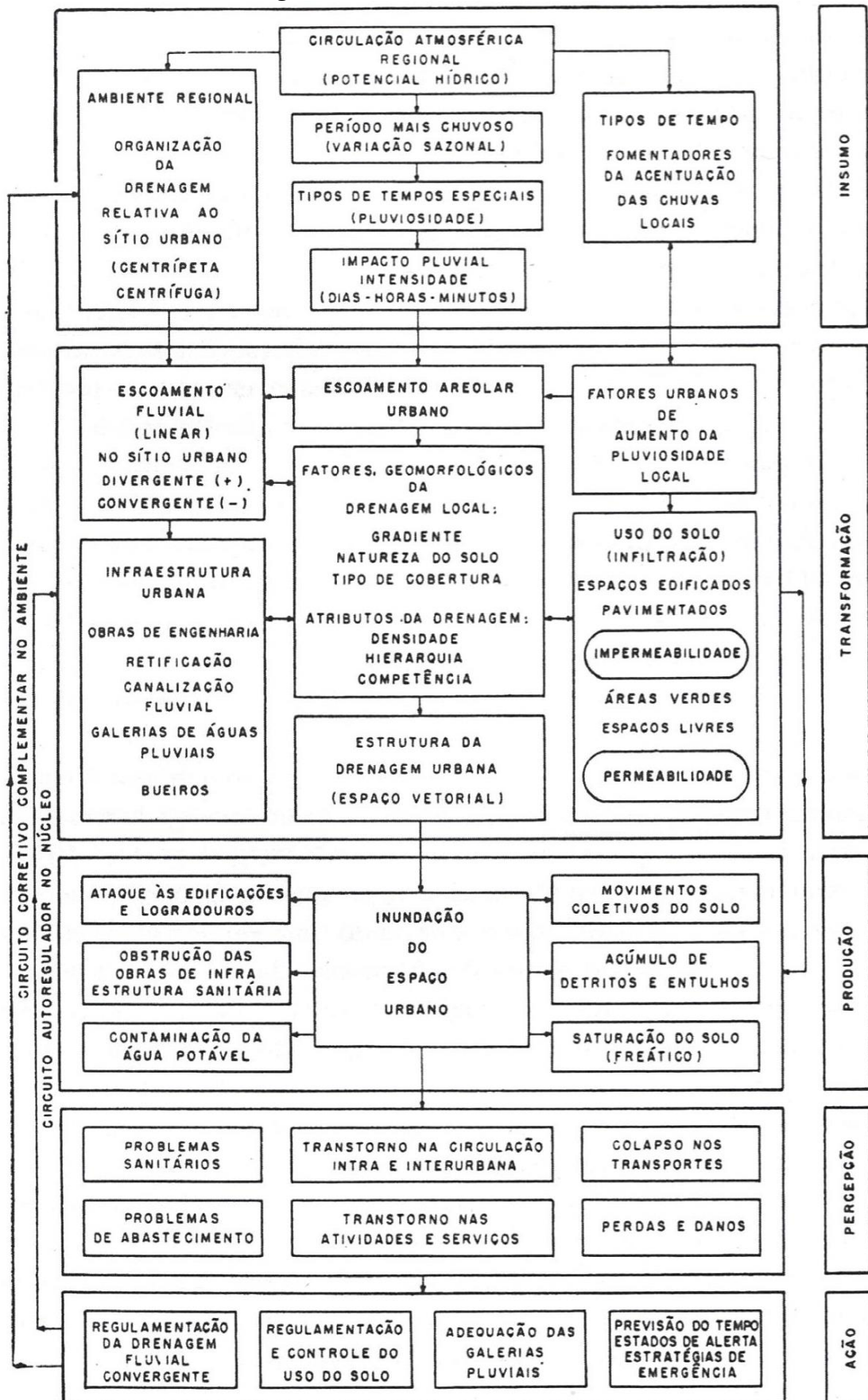
Neste estudo, o S.C.U. é considerado um sistema controlado, segundo a classificação de Chorley e Kennedy (CHRISTOFOLETTI, 1979) quanto ao tipo da estrutura, por ser gerado e transformado pela ação humana. Esta concepção encaixa-se na explicação de Monteiro (1976, p.101), para o qual “O S.C.U. é admitido como passível de auto-regulação, função essa conferida ao elemento *homem urbano* que, na medida em que o conhece e é capaz de detectar suas disfunções, pode, através do seu poder de *decisão*, intervir e adaptar o funcionamento do mesmo [...]”.

O poder que o homem detém de influenciar o S.C.U. vai além das atitudes que levam aos reflexos negativos, como formação das ilhas de calor, poluição do ar e alagamentos. A tomada de consciência referente aos problemas ambientais urbanos, em especial os de caráter

climático, deve ser aproveitada para elevar as discussões em prol da melhoria da qualidade ambiental urbana, via ações planejadas. “[...] Ressaltando o caráter pragmático da montagem do S.C.U., é necessário lembrar que o planejamento, como corpo interdisciplinar moderno, pressupõe muitas formas e estratégias capazes de subsidiar as decisões do poder público”. (MONTEIRO, 1976, p.101). Para isso, é primordial a realização de pesquisas aplicadas do S.C.U. a fim de se conhecer profundamente a dinâmica climática e os reflexos que a urbanização e as atividades econômicas promovem. Dessa forma, estudos sobre o S.C.U. podem contribuir decisivamente para o planejamento e gestão do espaço.

O funcionamento do subsistema hidrodinâmico (figura 3) é apresentado por Monteiro (1976) em cinco seções: insumo, transformação, produção, percepção e ação. O insumo engloba os elementos responsáveis pela geração das precipitações, como a circulação atmosférica regional e fatores urbanos de fomento das chuvas locais, bem como a organização do ambiente. Ocorrendo a precipitação, sua matéria entra na fase de transformação, na qual, a depender do relevo, da configuração da drenagem fluvial, da cobertura do solo (impermeabilização, áreas verdes) e estrutura da drenagem pluvial, a água das chuvas pode continuar seu percurso pelo sistema de forma mais regular ou ficar retida em algum elemento do sistema e acumular-se. A fase da produção envolve justamente esses fenômenos de acúmulo, ou seja, a inundação do espaço urbano, deslizamentos, erosão e carreamento de detritos, contaminação e ataque às construções e logradouros. Como consequência, na fase da percepção, observa-se a possibilidade de transtornos nos deslocamentos e comunicações, no setor de serviços, no abastecimento de água, problemas sanitários e prejuízos materiais. Por fim, entra-se na fase da ação, na verdade, reação aos problemas percebidos e/ou sentidos. O contato com tais problemas sensibiliza a sociedade, levando-a a pensar em estratégias de melhorias para a gestão dos cursos d’água, a regulamentação e o controle do uso do solo, a organização do escoamento pluvial e as táticas de antecipação e preparação para eventos pluviais extremos, como previsão do tempo, sistemas de alerta e ações de emergência.

Figura 3 - Subsistema hidrodinâmico



Fonte: Monteiro, 1976.

Como se pode notar, os fatores que potencializam os transtornos climáticos causados em uma cidade, como o impacto meteórico, têm muito a ver com a forma com que se desenvolveu o processo de ocupação do solo urbano.

A modificação do clima das cidades é resultado das transformações impostas à paisagem pelo homem: diminuição da cobertura vegetal, concentração de edificações e complexos industriais, emissão de poluentes, rugosidade do espaço urbano, modificação da topografia local, implantação de sistemas viários nas margens dos rios, impermeabilização das planícies de inundação, retificação e canalização de cursos d'água. (MAIA, 2007, p.5).

Grande parte dos problemas está atrelada a equívocos na concepção da impermeabilização da superfície e da drenagem pluvial, demandando estratégias corretivas específicas.

“Essas estratégias urbanas, no sentido de reagir a tais inconvenientes, pressupõem tratamento em dois campos. De um lado, pela racionalização do uso do solo, num sentido diretamente ligado ao escoamento areolar; de outro, através do aperfeiçoamento da infra-estrutura urbana na canalização de águas pluviais e em regularização dos cursos d'água, não só dentro dos espaços urbanizados como no ambiente imediato, em caso de convergência para o sítio urbano.” (MONTEIRO, 1976, p.138)

Contudo, essas ações demandam altos investimentos e nem todas as cidades possuem recursos suficientes para implementá-las. Além disso, as cidades dos países subdesenvolvidos, sobretudo as de portes pequeno e médio, somente nas últimas décadas passaram a ter seus climas estudados. (MENDONÇA, 2015).

Por serem mais alterados e afetarem uma maior quantidade de pessoas, os ambientes metropolitanos despertam muita atenção de pesquisadores que se dedicam a estudar o clima nas cidades. Porém, o aumento do porte de cidades médias e pequenas e o consequente surgimento ou agravamento de problemas ambientais relacionados ao clima têm levado à realização de estudos também das cidades de menor porte. (MENDONÇA, 2015).

Muitos desses estudos têm sido desenvolvidos ao nível da pós-graduação, tratando dos impactos pluviais (influenciados pelo clima urbano) sobre as cidades brasileiras. Nota-se que apesar dos efeitos do clima urbano serem mais evidentes em grandes cidades e regiões metropolitanas, também é percebido em cidades de porte médio, como demonstram as seguintes pesquisas:

Butzke (1995) analisou a ocupação das áreas inundáveis em Blumenau (SC), que desde sua fundação (1850) conviveu com as enchentes do rio Itajaí-Açu. A existência de uma boa base cartográfica (condizente com a escala de trabalho ao nível urbano) possibilitou a autora realizar as projeções das áreas inundáveis. A elevada proporção de terrenos

acidentados fez com que a cidade de Blumenau se desenvolvesse ao longo das margens do rio Itajaí-Açu, levando à implantação de uma enorme gama de serviços e de infraestrutura viária nas áreas inundáveis. As enchentes ocorridas em 1983 e 1984, quando o nível das águas atingiu as maiores cotas já registradas, fizeram despertar uma maior preocupação em relação ao problema, levando à elaboração de projetos voltados para a execução de obras e para a regulamentação da ocupação pelo zoneamento urbano.

Castro (1995) analisou a influência da área urbana de Rio Claro (SP) sobre as precipitações. A existência de pluviômetros em diferentes pontos da cidade possibilitou se conhecer a distribuição das chuvas pelo perímetro urbano. Observou-se que predominam as chuvas decorrentes de sistemas frontais, com ocorrências concentradas durante os períodos da tarde e da noite, comportamento característico da atuação do clima urbano. O efeito urbano sobre as chuvas foi verificado pela formação de uma ilha de calor, devido à absorção da radiação solar pelas construções, sobretudo nas áreas centrais onde a edificação é mais adensada, e pelos aerossóis lançados na atmosfera em virtude da atividade industrial e do tráfego de veículos automotores.

Custódio (2001) realizou pesquisa sobre as inundações na Grande São Paulo (GSP), considerando-as como a materialização de relações naturais e sociais inerente ao processo de urbanização, como a expansão descontrolada das cidades, canalização e retificação dos cursos d'água e implantação de importantes eixos viários sobre as planícies de inundação. Foi verificado que, além de dispendiosas, as obras de combate às inundações não se mostraram eficazes por muito tempo. As intervenções realizadas nas bacias da GSP são executadas pelo poder público, mas desarticuladas das ações dos setores privados; possuem alcance limitado e são predominantemente corretivas, negligenciando-se as ações preventivas (não-estruturais) que são menos onerosas e mais duradouras (como educar a população e regulamentar o uso e ocupação do solo urbano). A pesquisa apontou a necessidade de se estabelecer um acordo social e político norteado pelas políticas públicas urbanas, que conceba o combate às inundações de forma integrada na escala da GSP, ao invés de se executar projetos isolados, pautados na busca de soluções pontuais, que têm se mostrado ineficazes. A tendência apontada é de que se não houver uma reformulação das diretrizes urbanas em que se priorize a prevenção ao problema, as inundações continuarão a persistir.

Alves Filho (2003) analisou as influências do clima urbano na formação das chuvas que incidem sobre a região metropolitana de São Paulo a partir dos dados do Radar Meteorológico de Ponte Nova e de uma rede de pluviômetros em superfície. Para o aprofundamento da análise, o autor destacou o período compreendido entre março e abril de

1991, que registrou volumes recordes de precipitação e ampla repercussão dos impactos pluviais. Neste recorte temporal, a pesquisa identificou uma forte atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), o que não é muito comum para os meses analisados. Foi verificada a persistência de núcleos convectivos sobre a área central da região metropolitana, a participação da brisa marítima na formação de nuvens sobre a Grande São Paulo e ainda a influência do clima da metrópole sobre climas locais adjacentes e vice-versa. O autor atribui o elevado impacto das chuvas sobre a organização das cidades ao modelo de urbanização empreendido, com impermeabilização excessiva do solo e intensa ocupação das planícies de inundação de córregos e rios, majoritariamente por população de baixa renda.

Zanella (2006) abordou as inundações no Bairro Cajuru, em Curitiba (PR). A área de estudo localiza-se na periferia da cidade e apresenta ocupações irregulares em locais onde, anualmente, as inundações ocorrem. A autora realizou uma avaliação da variabilidade das precipitações intensas, superiores a 60mm. Foi detectado que tais eventos chuvosos têm sua ocorrência concentrada nos meses de verão, causando diferentes tipos de prejuízos e danos à infraestrutura pública e aos bens privados. Houve também uma tendência de aumento na frequência das precipitações intensas e de seus impactos sobre a cidade ao longo do século XX, levantando a hipótese de estarem relacionadas ao crescimento da área urbanizada e, por isso, à uma maior influência do clima urbano. As inundações registradas já resultaram em situações calamitosas, marcadas pela remoção de pessoas, perdas materiais e perdas humanas. A autora investigou ainda a percepção de diferentes atores sociais em relação aos impactos pluviais, sendo eles as comunidades atingidas, a imprensa e os gestores públicos.

Maia (2007) avaliou os impactos pluviais na cidade de Ribeirão Preto (SP) entre os anos de 1990 e 2006, verificando o aumento da ocorrência de enchentes ao longo do referido período. Devido à escassez de dados históricos de precipitação, o autor recorreu a notícias de jornal divulgadas pela imprensa local. As notícias identificaram impactos como alagamentos em imóveis residenciais e comerciais, desaparecimento de pessoas, queda de árvores e interrupção de transportes e de fornecimento de energia elétrica. Na falta de estações meteorológicas dentro da área urbana, foram instalados pluviômetros que comprovaram a incidência de volumes acentuados de chuva sobre a cidade nos períodos da tarde e da noite, evidenciando a atuação do clima urbano.

A importância de estudos dessa natureza é dar suporte ao planejamento urbano, apontando as intervenções necessárias à melhor qualidade ambiental. No caso das cidades menores, tais ações são mais fáceis de serem executadas do que nas cidades de grande porte,

visto o custo e a quantidade de pessoas a serem afetadas segundo o grau e a dimensão da consolidação urbana (MENDONÇA, 2015).

Ao finalizar este capítulo, salienta-se que a presente pesquisa trata do risco hidrológico em Ituiutaba através da análise das precipitações extremas, do processo de urbanização, da gestão do escoamento pluvial, do relevo e do uso e ocupação do solo. A partir da ótica sistêmica do Clima Urbano, que considera todas essas variáveis no subsistema hidrodinâmico, é apresentado, na sequência, um aprofundamento teórico a respeito do risco ambiental encaminhando a discussão ao risco hidrológico.

3 – DO RISCO AMBIENTAL AO RISCO HIDROLÓGICO

O risco ambiental, ou a noção de perigo relacionada aos mais variados elementos que compõem o espaço geográfico, acompanhou a humanidade em seu processo de desenvolvimento, tornando-se cada vez mais perceptível, à medida que o próprio homem passou a compreender melhor o ambiente que o cercava.

A origem do termo risco, etimologicamente, remonta ao latim, uma derivação de *resicare*, que significa cortar. O termo, porém, possuía duas aplicações, podendo referir-se tanto a divisão ou discórdia, como também a quebrado ou penhasco. Este último, mais tarde passou a ser relacionado com o risco por remeter aos perigos que se corria ao transitar por terrenos íngremes (CASTRO, 2000). Veyret (2007) lembra que além do latim, a palavra risco pode ter sua origem ainda no grego, *rhizikon*, ou no árabe, *risk*. Na Itália, durante a Idade Média, o termo era utilizado para se referir a naufrágio, ou, aos perigos da navegação.

Baseando-se nos trabalhos de Lupton em 1999, e Rebelo em 2001, Queirós et al. (2007) fazem uma análise sobre o desenvolvimento da noção de risco. Para os autores, em sua origem, o risco possui uma concepção pré-científica, pois começou a ser considerado antes de surgirem estudos científicos a seu respeito. No início de sua utilização, o conceito de risco sempre apareceu fortemente ligado a eventos naturais, considerando-se o fator humano irrelevante na geração dos mesmos. Já no século XVII, o desenvolvimento do pensamento científico levou ao entendimento de que o mundo apresenta processos que podem ser analisados e previstos.

Até o início do século XVIII, as catástrofes eram consideradas, para a maioria das populações, castigos de Deus. No decorrer deste século, foi percebida uma transição do entendimento sobre as catástrofes, que deixaram de ser consideradas castigos divinos e passaram a ser entendidas como acidentes naturais previsíveis, à medida que se desenvolveu o conhecimento a respeito das leis da natureza (ALLARD, 2000).

Estudos relevantes sobre os riscos surgiram nos Estados Unidos no início do século XX focados na compreensão das frequentes inundações que ocorriam em suas bacias hidrográficas. No ano de 1927, o governo norte-americano criou equipes de pesquisas incumbidas de encontrar meios que possibilitassem uma adequada gestão das bacias hidrográficas do país, de modo que pudessem ser aproveitadas integralmente e viabilizassem ações como a irrigação, a navegação, o controle das inundações e a produção de energia (CASTRO, 2000).

Egler (1996) expõe que a primeira sistematização da noção de risco ambiental foi apresentada por Talbot Page em 1978, ao conseguir desassociar a poluição do conceito de risco, indicando que este, na verdade, se refere às incertezas sobre as reais proporções dos problemas ambientais.

A década de 1970 representou uma etapa de amadurecimento dos estudos sobre os perigos ambientais com a publicação de vários livros, com destaque para as obras de Gilbert White, Ian Burton e Robert Kates, entre outros (CASTRO, 2000). A abordagem aos riscos começa, a partir da década de 1980, a ganhar maior notoriedade e estimular um intenso aumento de pesquisas referentes a esta temática.

Com efeito, em 1987, numa reunião realizada em Paris direcionada sobretudo para o risco ao nível das empresas, foi igualmente referido o risco ao nível individual e da sociedade. Em 1989, numa reunião científica com a designação ‘Riscos naturais, riscos tecnológicos. Gestão dos riscos, gestão das crises’ deu origem ao livro *Le Risque et La Crise*, publicado em 1990. Pela mesma época, nasce, igualmente, o Centro Europeu para o Estudo dos Riscos e das Catástrofes. (REBELO, 2001 apud QUEIRÓS et al., 2007, p. 4, grifo dos autores).

Reis (2007) indica uma mudança do paradigma central no que diz respeito à segurança no âmbito internacional. Para o autor, com o fim da guerra fria, sente-se a diminuição das ameaças nucleares (os riscos mais temidos até então) e emergem novos focos nos debates sobre a segurança, com destaque para a questão das alterações ambientais.

Nos anos 1980, os estudos sobre os riscos se tornam tão relevantes ao ponto de os pesquisadores franceses Georges Yves Kervern e Patrick Rubise proporem a criação da ciência cindínica, a qual caberia estudar os riscos naturais, tecnológicos e sociais, bem como a sua prevenção. Na década seguinte, grande parte da comunidade internacional já conferia dedicação à prevenção dos perigos, sobretudo os naturais (CASTRO, 2000).

Nas pesquisas sobre risco, em especial as de enfoque geográfico, prioriza-se a utilização do termo risco ambiental, pois entende-se que “[...] as situações de risco não estão desligadas do que ocorre em seu entorno – o ambiente, em seu sentido amplo – seja o ambiente natural, seja o construído pelo homem (social e tecnológico). [...]” (DAGNINO; CAPRI JUNIOR, 2007, p. 60).

Neste sentido, cabe ressaltar a importância dos estudos geográficos a respeito dos riscos. Os geógrafos possuem as competências necessárias para analisar o espaço em toda a sua complexidade, e assim realizar leituras que considerem as interferências tanto dos elementos naturais quanto dos socialmente construídos.

Neste contexto de crescente globalização e complexidade, de dúvida e incerteza, a análise de risco, enquanto processo interactivo, revela-se uma via pertinente de investigação. Em Geografia, estudos de distribuição espacial dos riscos têm recentemente colocado ênfase nas áreas de elevada concentração populacional ou em localizações inadequadas de actividades humanas com a preocupação de apoiar o ordenamento do território no que respeita aos processos de avaliação, comunicação e gestão dos riscos. (QUEIRÓS et al., 2007, p. 1).

O olhar dos geógrafos deve estar sempre atento para a dinâmica que relaciona todos os fenómenos (naturais e/ou antrópicos) que se desenvolvem na superfície terrestre. “Nos dias atuais, o desenvolvimento científico-tecnológico atrelado ao aperfeiçoamento das técnicas e ao desenvolvimento econômico, possibilita o homem realizar tarefas jamais presenciadas ao longo de sua história.” (SILVA; COSTA, 2011, p. 152). Desta forma, grandes impactos ocorrem na natureza em um curto espaço de tempo, fazendo com que os seus efeitos também sejam sentidos mais rapidamente pelas pessoas.

Além dos fenómenos naturais e dos efeitos das interações entre o homem e a natureza, deve-se levar em conta o fator tempo, pois é no decorrer deste que se torna possível analisar o comportamento e as respostas do meio frente às interações relacionadas à ação humana. Ademais, em cada época os riscos ambientais representam a relação que se estabelece entre o homem e o meio, e, à medida que estas relações se modificam, altera-se também o tipo de risco observado. Como na atualidade a humanidade adquiriu uma enorme capacidade de exploração e alteração do meio, nota-se a ocorrência de fenómenos compatíveis com a força e a velocidade dessas ações humanas.

Os centros urbanos são os locais onde as ameaças dos fenómenos naturais ou dos eventos acidentais são maiores, justamente pelo fato de ser um ambiente profundamente alterado, que abriga grandes concentrações de pessoas e de patrimônios materiais. A esse respeito, Costa (2011, p. 202) lembra que

O risco ambiental nada mais é do que um processo que se estrutura no decorrer do tempo, não estando ligado somente aos eventos naturais ou catastróficos como acidentes industriais, grandes enchentes, etc. A evolução do risco é um somatório de processos em diferentes segmentos temporais e é uma produção do modo de vida moderna que faz parte do cotidiano das cidades nos dias atuais.

Por isso, é preciso ter cuidado em cada alteração que se pretenda realizar, isto é, planejar previamente a execução das ações de modo a antever o comportamento dos sistemas ambientais depois de findadas as intervenções, para, assim, correlacionar tanto os fenómenos atuais quanto os que poderão surgir resultantes dessas alterações. Isto se aplica não somente aos intentos de expansão dos aglomerados urbanos, mas também aos de implantação de

atividades produtivas, possibilitando, desta forma, diminuir as situações que provoquem prejuízos ao ambiente natural, aos bens materiais e à vida humana.

Desta forma, vai-se ao encontro das ideias do sociólogo alemão Ulrik Beck, que atenta para a importância da previsão de eventos lesivos e para a necessidade da execução de ações no momento presente, a fim de preparar e proteger o ambiente e tudo o que ele abriga contra tais eventos.

Riscos não se esgotam, contudo, em efeitos e danos já ocorridos. Neles, exprime-se sobretudo um componente *futuro*. Este baseia-se em parte na extensão futura dos danos atualmente previsíveis e em parte numa perda geral de confiança ou num suposto ‘amplificador do risco’. Riscos têm, portanto, fundamentalmente que ver com antecipação, com destruições que ainda não ocorreram mas que são iminentes, e que, justamente nesse sentido, já são reais hoje. (BECK, 2010, p. 39, grifo do autor).

Como o risco se refere a um perigo com chances de ocorrer no futuro, além de analisar o meio e compreender as ameaças a que estão sujeitos determinados indivíduos e/ou patrimônios, o foco principal deve pautar-se na criação de mecanismos que minimizem essas ameaças. Ou seja, executar ações concretas capazes de diminuir os prejuízos que eventos futuros podem causar.

3.1 – Definições e conceitos aplicados às pesquisas sobre risco

Para uma melhor compreensão acerca dos riscos, apresentam-se, nesta seção, os conceitos e as definições que alguns pesquisadores consideram ao abordar o tema em seus estudos. De modo geral, o risco ambiental é entendido como a chance, ou a probabilidade, de que um evento prejudicial ao meio se realize. Desta forma, remete a um perigo que possa acontecer no futuro, seja a curto, a médio ou a longo prazos.

Veyret e Richemond (2007a, p.24) definem o risco como a “Percepção de um perigo possível, mais ou menos previsível por um grupo social ou por um indivíduo que tenha sido exposto a ele. [...]”. As autoras consideram que só há risco onde exista uma população que possa sofrer os efeitos negativos de um determinado evento; e que, desta forma, em áreas desabitadas, onde não possa haver vítimas, também não se pode observar um cenário de risco. Sobre este termo, risco, as autoras afirmam que “[...] a palavra designa, ao mesmo tempo, tanto um perigo potencial quanto sua percepção e indica uma situação percebida como perigosa na qual se está ou cujos efeitos podem ser sentidos.” (VEYRET; RICHEMOND, 2007a, p. 25).

Castro (2000, p. 3) define risco como “[...] a probabilidade de ocorrência de um perigo.” Buscando estabelecer um debate acerca das definições de risco, a autora, em suas contribuições, aponta a noção resultante da UNDRP (Oficina de Coordenação para o Socorro em caso de Desastres), realizada pelas Nações Unidas no ano de 1984, na qual o risco foi considerado o “[...] grau de perda previsto devido a um fenômeno natural determinado e em função tanto do perigo natural como da vulnerabilidade.” (NAÇÕES UNIDAS, 1984 apud CASTRO, 2000, p. 2, tradução nossa).

Dagnino e Capri Junior (2007, p. 52) também definem o risco como a “[...] probabilidade de que um evento – esperado ou não esperado – se torne realidade. A ideia de que algo pode vir a ocorrer, já então configura um risco.” De acordo com os autores, o risco pode se referir até mesmo a eventos nunca antes observados em determinada localidade, bastando, deste modo, que a sociedade identifique e reconheça o perigo para que se determine a existência do risco.

Cabe considerar como riscos os problemas socioambientais que se desenvolvem a partir do complexo relacionamento entre a sociedade e a natureza. Neste rol, são englobados tanto os elementos que atingem o meio físico, como a poluição do ar, das águas, dos solos e a extinção de plantas e animais, quanto o meio social, com a exclusão, o desemprego, a violência e a fome (BERNARDES; NEHME, 2012).

Os dicionários acabam causando uma confusão conceitual ao tentar definir o significado de risco, perigo e, às vezes, até mesmo de catástrofe, por apresentá-los como sinônimos (CASTRO, 2000). Mesmo no cotidiano das pessoas, sobretudo das que não se envolvem nas pesquisas sobre os riscos, observa-se um mau uso destes termos.

A noção de perigo, apesar de ser muitas vezes confundida com a noção de risco, diz respeito às ameaças potenciais sobre os alvos, já o risco refere-se às probabilidades das ameaças se concretizarem. Fernandes e Rocha (2007, p. 4) entendem o perigo como uma “Condição ou fenômeno com potencial de ameaçar a vida humana, a saúde, propriedade ou ambiente, trazendo consequências desagradáveis.”

Entretanto, perigo não é utilizado apenas para se referir às ameaças possíveis. “Esse termo é, às vezes, empregado também para definir as consequências objetivas de uma área sobre um indivíduo, um grupo de indivíduos, sobre a organização do território ou sobre o meio ambiente. Fato potencial e objetivo.” (VEYRET; RICHEMOND, 2007a, p. 24).

O cenário de perigo teria o seu oposto em um sentimento de segurança, que Reis (2007, p. 68) considera ser um conceito socialmente construído, devido ao fato de se associar a várias condições, como segurança nacional, segurança financeira, segurança alimentar etc.

Para o autor, resumidamente, segurança é “[...] a condição de estar protegido de ou não exposto a perigo.”

O termo vulnerabilidade se relaciona tanto com o risco quanto com o perigo, e refere-se, mais especificamente, às condições dos indivíduos, do meio ambiente e dos bens materiais frente aos perigos. Nas palavras de Fernandes e Rocha (2001, p. 4) a vulnerabilidade representa o “Grau de fragilidade de um dado elemento, grupo ou comunidade dentro de uma determinada área passível de ser afetada por um fenômeno ou processo.”

Além disso, quando se define um grau de vulnerabilidade, tem-se conhecimento da “Magnitude do impacto previsível de uma área sobre os alvos. [...]” (VEYRET; RICHEMOND, 2007a, p. 24). Segundo as autoras, a vulnerabilidade é mensurada através da estimativa dos danos que podem afetar alvos como a população ou o patrimônio construído de uma localidade (VEYRET; RICHEMOND, 2007b).

Hogan et al. (2001, p. 409) ao debaterem este tema, lembram que “[...] a vulnerabilidade é também um conceito social, em que as populações mais afetadas são aquelas com menos condições de se protegerem dos riscos [...]”, ou seja, os indivíduos que, na maioria das vezes, não detém recursos financeiros que possam ser empregados na construção de uma infraestrutura mais resistente ou na obtenção de terrenos mais seguros para constituírem suas moradias.

Para Veyret e Richemond (2007b) a condição de vulnerabilidade das pessoas representa as suas fragilidades frente aos efeitos de uma área. Isto se comprova, por exemplo, pelo fato de indivíduos habitarem locais desprotegidos, ou, pelo seu despreparo e desconhecimento dos meios para enfrentar os momentos de crise, incluindo aí as dificuldades de acessibilidade dos meios de socorro a certos locais. Diminuir a vulnerabilidade a qual as populações estão expostas não quer dizer controlar ou impedir as áreas, o que seria impossível em se tratando de terremotos, vulcanismos e furacões, mas sim conhecer e desenvolver mecanismos estratégicos que diminuam as consequências dos eventos de crise.

Um termo muito utilizado pelos pesquisadores, mas pouco conhecido pelos leigos é a área. Veyret e Richemond (2007a, p. 24) a definem como um “Acontecimento possível; pode ser um processo natural, tecnológico, social, econômico, e sua probabilidade de realização. [...]”. Compreende-se por área, nos estudos sobre riscos ambientais, os eventos que possam causar prejuízos à vida, aos bens materiais e ao ambiente natural, como por exemplo, terremotos, tempestades, secas, vazamentos industriais, guerras, entre outros.

Mais próximo do vocabulário da população em geral, o desastre é apresentado por Fernandes e Rocha (2007, p.4) como um “Evento não intencional que pode causar ferimentos

médios e graves, danos materiais/ambientais razoáveis, e é parcialmente controlado pelo sistema de gestão (exemplo: vazamento e explosão de material inflamável, com contaminação de curso d'água e solo).”

Geralmente, o desastre é mais relacionado a acontecimentos rápidos que, por isso, pegam as populações desprevenidas, não oferecendo tempo de se colocar em prática ações que evitem ou reduzam consideravelmente os efeitos das áleas.

É muito comum na mídia a divulgação de desastres relacionados a eventos naturais. Para Zamparoni (2011, p. 161) “O desastre natural é derivado da combinação entre as características físicas do lugar, que refletem suas suscetibilidades, fragilidades e a capacidade de resposta e recuperação da sociedade, expressa por sua vulnerabilidade e resiliência.”

Sendo assim, uma álea pode levar à ocorrência de um desastre potencializado pela própria característica natural do ambiente; como por exemplo, o efeito de uma tempestade, que, com a mesma intensidade, pode se fazer mais destrutivo em uma região de terreno íngreme, enquanto se observariam danos menos graves em áreas de relevo moderado.

A catástrofe, que muitas vezes é empregada como sinônimo de desastre, possui definição e aplicação específicas. “A catástrofe é definida em função da amplitude das perdas causadas às pessoas e aos bens. Não há necessariamente correlação entre importância de uma álea e a magnitude dos danos.” (VEYRET; RICHEMOND, 2007a, p. 24). Desta maneira, entende-se que o desastre relaciona-se aos eventos que causam prejuízos, e, a catástrofe, aos prejuízos resultantes de eventos que causam uma grande dimensão de estragos.

Como quer que seja, nem o risco social nem o natural devem ser confundidos com a catástrofe. Toda a abordagem científica nesse domínio conduz à distinção clara do que é potencial – isto é, o que pode ou não acontecer – do que é real. O risco se inscreve na ordem das probabilidades; ele não se caracteriza obrigatoriamente em uma catástrofe ecológica nem em um drama humano; ele pertence, portanto, ao domínio das representações. Em contrapartida, o acontecimento catastrófico é diretamente materializável e dá conta de uma realidade: crime, guerra, epidemia, tempestade, inundação, cataclismo, flagelo. (VEILLAR-BARON, 2007, p. 280).

Desta forma, também se distinguem as situações de risco e de catástrofe, visto que os efeitos de um risco não podem ser mensurados com exatidão, pois eles ainda não ocorreram, são apenas projeções, previsões. Já a catástrofe, por se referir a efeitos de uma álea já ocorrida, pode ser mensurada com maior exatidão, com base nos prejuízos observados.

A calamidade é a situação que pode sobrevir ao desastre e/ou a catástrofe, em decorrência da magnitude destes. Observa-se quando os danos ocorridos em uma área são tão graves a ponto de comprometerem o funcionamento do aparato social.

A calamidade é o ápice de um processo construído no cotidiano, especialmente em áreas que apresentam registros crônicos ou são negligenciadas. Ela ocorre quando a capacidade de resposta do indivíduo ou grupo chega no limite e espelham os conflitos da sociedade no trato com a natureza no que se refere à ocupação, produção e (re) produção do espaço geográfico. (ZAMPARONI, 2011, p. 165).

No Brasil, é comum as autoridades como prefeitos e governadores declararem estado de calamidade quando veem suas unidades administrativas em uma grave situação, cujos efeitos atingem grande parcela da população e não podem ser resolvidos rapidamente. É o caso, por exemplo, das cidades castigadas por secas prolongadas, por conflitos violentos ou por tempestades devastadoras, que podem provocar o isolamento pela destruição de pontes e estradas e/ou um grande número de desabrigados.

Nos estudos de riscos, quando se procura alternativas para diminuir os efeitos das áreas, busca-se aumentar o que se pode chamar de resiliência. Para Veyret e Richemond (2007b, p.42)

[...] A capacidade de um sistema complexo (uma cidade, por exemplo) para se restabelecer e melhorar sua reatividade após uma catástrofe é hoje levada em conta na determinação da vulnerabilidade; é o que se denomina resiliência, em referência à ecologia, que com esse vocábulo define a capacidade de um sistema para se adaptar às mudanças resultantes de uma crise e melhorar sua capacidade de resposta tendo em vista catástrofes futuras.

A busca pela resiliência é uma alternativa quando se convive com a iminência de desastres que não podem ser evitados. Portanto, parte-se para o desenvolvimento de estratégias que minimizem os efeitos desses desastres, fazendo com que estes se tornem suportáveis. Um exemplo é a tecnologia de construção empregada em áreas de instabilidade tectônica, onde se procura fortalecer as estruturas das edificações, para que as mesmas suportem os frequentes tremores de terra.

É possível trabalhar para diminuir o número de vítimas e de danos materiais e ambientais quando se elabora estratégias de proteção em consonância com as ameaças e as características do ambiente em questão. Para tanto, primeiramente deve-se estipular espacialmente o campo que estaria em perigo, o que se denomina área de risco. Esta pode ser melhor definida como uma

Área passível de ser atingida por fenômenos ou processos naturais e/ou induzidos que causem efeitos adversos. As pessoas que habitam essas áreas estão sujeitas a danos integridade físicas, perdas materiais e patrimoniais. Normalmente, no contexto das cidades brasileiras, essas áreas correspondem a núcleos habitacionais de baixa renda (assentamentos precários). (FERNANDES; ROCHA, 2007, p. 4).

Na perspectiva desta pesquisa, faz-se necessário, também, diferenciar alguns termos utilizados para se referir ao comportamento das águas durante os períodos chuvosos, como cheia, inundação e alagamento. Não se pretende, neste estudo, realizar uma discussão sobre as diferentes concepções que os pesquisadores têm sobre cada termo, mas sim apresentar como esses termos são considerados nessa pesquisa.

Sendo assim, foi-se ao encontro das definições apresentadas por Amaral e Ribeiro (2012, p.42). Para os autores, a cheia é definida pela “[...] elevação do nível d’água no canal de drenagem devido ao aumento da vazão, atingindo a cota máxima do canal, porém, sem extravasar.” Já a inundação “[...] representa o transbordamento das águas de um curso d’água, atingindo a planície de inundação ou área de várzea.” ou seja, é relativa aos eventos em que a água extravasa o canal. Diferentemente, a ocorrência de alagamentos não está relacionada ao nível de água dos canais de drenagem, mas sim, aos aspectos que dificultam que as águas sejam direcionadas para esses canais. Assim sendo, os autores definem o alagamento como “[...] o acúmulo momentâneo de águas em determinados locais por deficiências no sistema de drenagem.”

Depois de conhecidas as ameaças, as características ambientais e delimitada a área de risco, o passo seguinte é a elaboração de metodologias específicas que considerem a combinação dessas três componentes, de modo a desenvolver estratégias mais eficazes frente às crises, em razão das particularidades de cada local e de cada área.

3.2 – Os tipos de risco

Ocorre, na bibliografia sobre risco ambiental, uma classificação dos riscos que leva em consideração os fatores da sua gênese. Esta classificação baseia-se em distribuir os riscos em três tipos: os naturais, os tecnológicos e os sociais. Porém, na maioria das vezes os perigos se apresentam resultantes da integração entre mais de um tipo de risco. As enchentes ocorrem devido a chuvas intensas que incidem sobre uma área e podem ser potencializadas nos locais onde a rede de drenagem pluvial seja precária ou inexistente. Desta forma, tem-se um problema gerado a partir de elementos naturais e sociais.

Neste sentido, para Egler (1996, p. 34), “A análise de risco ambiental deve ser vista como um indicador dinâmico das relações entre os sistemas naturais, a estrutura produtiva e as condições sociais de reprodução humana em um determinado lugar e momento. [...]” Para

o autor, deve-se ter uma visão integrada dos sistemas que compõem as relações entre o meio natural e as ações antrópicas.

Na visão de Egler (1996, p. 34), as três categorias de risco ambiental podem ser entendidas da seguinte forma:

- a) risco natural, associado ao comportamento dinâmico dos sistemas naturais, isto é, considerando o seu grau de estabilidade/instabilidade expresso na sua vulnerabilidade a eventos críticos de curta ou longa duração, tais como inundações, desabamentos e aceleração de processos erosivos;
- b) risco tecnológico, definido como o potencial de ocorrência de eventos danosos à vida, a curto, médio e longo prazo, em consequência das decisões de investimento na estrutura produtiva. Envolve uma avaliação tanto da probabilidade de eventos críticos de curta duração com amplas consequências – explosões, vazamentos ou derramamentos de produtos tóxicos –, como também a contaminação a longo prazo dos sistemas naturais de lançamento e deposição de resíduos do processo produtivo.
- c) risco social, visto como resultante das carências sociais ao pleno desenvolvimento humano que contribuem para a degradação das condições de vida. Sua manifestação mais aparente está nas condições de habitabilidade, expressa no acesso aos serviços básicos, tais como água tratada, esgotamento de resíduos e coleta de lixo. No entanto, em uma visão a longo prazo pode atingir as condições de emprego, renda e capacitação técnica da população local, como elementos fundamentais ao pleno desenvolvimento humano sustentável.

Compartilham do mesmo pensamento de Egler os autores Fernandes e Rocha (2007, p. 5), acrescentando que “Os riscos naturais compreendem aos riscos físicos (riscos atmosféricos, riscos geológicos e riscos hidrológicos) e aos riscos biológicos (riscos associados à fauna e os riscos associados à flora). [...]”.

Nas palavras de Veyret e Richemond (2007d, p. 64) “Designamos riscos naturais aqueles que são pressentidos, percebidos e suportados por um grupo social ou um indivíduo sujeito à ação possível de um processo físico, de uma álea.” As autoras, desta forma, deixam claro que riscos naturais têm a ver com os eventos físicos da dinâmica terrestre cujas ocorrências independem da vontade e, na maioria das vezes, do controle humano. Como exemplos de riscos naturais, as autoras citam desmoronamentos, vulcanismos, ciclones, tempestades, inundações, nevascas, avalanches, secas, entre outros (VEYRET; RICHEMOND, 2007d).

“Já os riscos tecnológicos são aqueles relacionados a todo tipo de tecnologia, em especial, vazamento de produtos tóxicos, colisão de veículos e queda de aviões; não podendo esquecer os riscos de atropelamentos [...]” (FERNANDES; ROCHA, 2007, p. 5). De modo geral, os riscos tecnológicos referem-se aos prejuízos resultantes das atividades produtivas, sobretudo as associadas aos acidentes industriais, como explosões e vazamentos, ou mesmo o lançamento de efluentes e resíduos em locais indevidos, o que gera danos ambientais.

Os riscos sociais são os que dizem respeito à insegurança que incide sobre as populações devido ao mau funcionamento das estruturas sociais, estando fortemente relacionados com a pobreza, com a violência e com a criminalidade. Fernandes e Rocha (2007, p.5) citam que “Os riscos sociais compreendem os roubos a transeuntes, veículos e residência, além de guerras e terrorismo geral. [...]” explicitando a violência e a criminalidade como riscos sociais de destaque. Hogan et al. (2001, p. 397) salientam que “[...] É importante reconhecer que a exclusão social não se refere apenas ao acesso restrito ao consumo material, mas também ao difícil acesso aos serviços públicos e à maior vulnerabilidade ambiental.” Deste modo, o autor destaca a pobreza e a exclusão como geradoras e/ou potencializadoras de riscos.

Beck aborda esta questão acrescentando que

[...] Problemas ambientais *não* são problemas do meio *ambiente*, mas problemas completamente – na origem e nos resultados – *sociais, problemas do ser humano*, de sua história, de suas condições de vida, de sua relação com o mundo e com a realidade, de sua constituição econômica, cultural e política. [...] (BECK, 2010, p. 99, grifos do autor).

Para o autor, os problemas ambientais são, na verdade, problemas sociais, pois o efeito negativo que se abate sobre os indivíduos ocorrem a partir das relações (escolhas) que estes estabelecem com o ambiente. Isto leva a entender que acidentes tecnológicos, como os vazamentos industriais, ocorrem devido a uma falha durante o processo produtivo que os próprios gestores deveriam evitar, ou ainda, que os prejuízos causados pelas enchentes acontecem porque o homem desconsidera as leis da natureza e se apropria de locais que sazonalmente acumulam volumes elevados de água.

Os tipos de riscos ambientais mencionados ameaçam simultaneamente, com maior facilidade, as áreas urbanas.

No nível local, as grandes cidades também pressionam os recursos hídricos (captação maior do que a capacidade dos mananciais, combinada com poluição industrial e domiciliar) e os solos (contaminação através de poluentes carreados pelas chuvas e devido à disposição inadequada do lixo). [...] (HOGAN et al., 2001, p. 397).

Riscos naturais, tecnológicos e sociais encontram um terreno fértil nos ambientes urbanos, sobretudo nos países pobres. A grande proporção de população carente, a falta de recursos por parte dos gestores públicos e a ausência de leis de proteção ambiental e fiscalização do setor produtivo fazem aumentar as possibilidades de ocorrência de eventos danosos e também os prejuízos decorrentes destes, devido à incapacidade das autoridades

responsáveis gerirem os perigos. Aprofundando esta discussão, apresenta-se na sequência uma abordagem sobre como a situação de pobreza influencia na geração e no agravamento dos riscos.

3.3 – Risco ambiental, segregação social e urbanização

As pesquisas sobre riscos ambientais evidenciam a correlação entre a condição social e a exposição aos riscos, de modo que, quanto maior o desprovisionamento de recursos financeiros, maiores são as probabilidades das populações sofrerem os efeitos de danos ambientais indesejáveis. A este respeito, nota-se que

Tipo, padrão e meios de distribuição de riscos diferenciam-se sistematicamente daqueles da distribuição da riqueza. Isto não anula o fato de que muitos riscos sejam distribuídos de um modo *especificado* pela camada ou pela classe social. A história da distribuição de riscos mostra que estes se atêm, assim como as riquezas, ao esquema de classe – mas de modo inverso: as riquezas acumulam-se em cima, os riscos em baixo. Assim, os riscos parecem *reforçar*, e não revogar, a sociedade de classe. A insuficiência em termos de abastecimento soma-se a insuficiência em termos de segurança e uma profusão de riscos que precisam ser evitados. Em face disto, os ricos (em termos de renda, poder, educação) podem *comprar* segurança e liberdade em relação ao risco. [...] (BECK, 2010, p. 41).

Como exposto pelo autor, as parcelas da população com maior poder aquisitivo conseguem obter mais segurança; conseguem ter acesso a locais mais valorizados e dotados de infraestruturas e serviços que diminuem as probabilidades de sofrerem os efeitos dos perigos ambientais. O autor também salienta que os indivíduos mais abastados têm uma melhor consciência sobre os riscos, e por isso se protegem melhor, ao passo que os indivíduos mais pobres têm uma consciência menor dos riscos e aceitam se assentar próximos às fábricas poluidoras, encostas íngremes e margens de rios (BECK, 2010).

Os países ricos, detentores da maior parte das atividades produtivas, são os que mais alteram os sistemas naturais globais, como os que regem o clima. A esse respeito, Beck (2010) chama a atenção ao que ele denomina como efeito bumerangue, no qual, cedo ou tarde, as consequências dos danos ambientais atingem os indivíduos que os causaram ou tiraram algum proveito deles. Contudo, segundo Reis (2007), os países ricos, detentores de recursos financeiros e tecnológicos, são os que se apresentam como mais preparados para enfrentar os efeitos das alterações ambientais de escalas globais, ao passo que os países pobres verão suas condições se agravarem devido a uma capacidade limitada de agir frente aos efeitos dessas alterações.

Outro problema que relaciona os riscos às condições sociais é potencializado por um fenômeno que há décadas acomete as cidades da América Latina: a transferência de população pobre das zonas rurais para as cidades. Pelo fato de serem desprovidos de recursos financeiros que possibilitem escolher áreas mais seguras para se fixarem, não lhes resta outra opção a não ser ocuparem as áreas mais periféricas, precárias, desprovidas de serviços como coleta de lixo e redes de água e esgoto. Agravando a sua situação de risco, essas áreas, muitas vezes, estão assentadas em encostas íngremes, sujeitas a deslizamentos, ou em terraços aluviais, sujeitos a inundações (THOURET, 2007).

Nessas condições, quando da ocorrência de uma catástrofe, as populações mais afetadas são as que apresentam maior fragilidade, como as crianças, os idosos e os doentes. Atrelado a isso, agrava-se a situação por essas pessoas não terem onde se abrigar e, em alguns casos, nem como se deslocar em segurança para os locais fora das zonas de risco (VEILLAR-BARON, 2007).

O risco ambiental não se distribui de forma aleatória entre os diversos grupos sociais, mas obedece aos padrões de desigualdade e segregação social que marcam a estruturação das cidades. Ou seja, são as populações menos favorecidas, por características de renda, escolaridade, cor, gênero, que residem ou utilizam os territórios de maior vulnerabilidade ambiental, o que as coloca numa situação de risco ao desastre ambiental, já que se sobrepõem vulnerabilidades sociais à exposição a riscos ambientais. (COSTA, 2011, p. 203-204).

Como destacado acima, os problemas ambientais afligem mais fortemente os grupos de pessoas que sofrem pela exclusão social, obrigando-os a viver em condições e em locais nos quais a sua segurança encontra-se constantemente ameaçada. Este quadro se agrava nas áreas urbanas, pelo fato de as cidades reunirem uma variada gama de problemas, que se traduzem em ameaças mais graves, capazes de produzir prejuízos maiores por afetar áreas de elevada densidade populacional e de bens materiais.

Analisar os riscos que ocorrem nas áreas urbanas exige bastante atenção, uma vez que este ambiente, devido a grande inter-relação de fatores, cria uma situação complexa. As pesquisas apontam para um aumento da gravidade das áreas na medida em que se aumenta a quantidade de pessoas aglomeradas nas áreas atingidas.

Monteiro (2007) exemplifica esta relação apontando que as populações urbanas sentem mais fortemente, por exemplo, as ameaças das precipitações, que em certos eventos tornam os cenários urbanos caóticos, ou, até mesmo, catastróficos. Isto ocorre porque quanto mais densa a ocupação da área afetada por um evento extremo, maior é o número de pessoas atingidas.

A alteração ambiental mais intensa decorrente da urbanização começou a ser percebida com o advento da Revolução Industrial.

O modelo de desenvolvimento estabelecido a partir da Revolução Industrial (final do século XVIII) gerou um aumento qualitativo e quantitativo no processo de degradação da natureza. [...] com a intensificação das atividades humanas, muitos processos naturais, passaram a ocorrer com mais frequência, dado que podem ser induzidos, acelerados e potencializados pelas alterações decorrentes do uso e ocupação do solo. (FERNANDES; ROCHA, 2007, p. 2).

O desenvolvimento da tecnologia e a expansão do capitalismo exigiram ações que privilegiassem o setor produtivo. Porém, estas ações não consideraram os cuidados com o meio, o que engendrou um vertiginoso aumento dos processos de poluição e de urbanização descontrolada, fazendo com que fossem sentidos, já naquela época, impactos negativos sobre o meio e sobre a condição humana da maior parte da população.

No Brasil, problemas muito semelhantes começaram a ocorrer a partir da segunda metade do século XX. O rápido crescimento das cidades se deu sem um planejamento adequado por parte do poder público, resultando na expansão de grandes áreas desprovidas de infraestruturas e serviços básicos, criando um cenário de degradação social e ambiental.

As décadas de 1960, 1970 e 1980 foram palco de várias decisões políticas e econômicas que concorreram para uma grande expansão das áreas urbanas. Esta ampliação, auxiliada pelo relevo e sem preocupação com a conservação dos recursos naturais, fez com que novas áreas fossem incorporadas, principalmente nas áreas urbanas, por meio de vários loteamentos que implicaram cada vez mais impermeabilização por asfalto, infra-estrutura básica de água e esgoto, além de canalização de córregos. (COSTA, 2011, p. 211).

As regiões metropolitanas são os locais onde mais se verificou uma urbanização desordenada, tendo como consequência o assentamento de grande proporção dos moradores nas áreas de risco (FERNANDES; ROCHA, 2007). O aumento da urbanização ainda é um fenômeno ativo nas cidades brasileiras, apesar de apresentar um ritmo em desaceleração. Porém, os problemas desencadeados há quatro ou cinco décadas, ainda afetam a qualidade de vida da população e se mostram de difícil resolução.

Problemas esses que têm a ver com a baixa abrangência dos serviços de saneamento, com as frequentes ocorrências de inundações e deslizamentos, e, com a baixa qualidade do ar, o que coloca em risco a saúde e a vida das pessoas. Além disso, observam-se problemas de ordem social, como a criminalidade, a ineficiência dos serviços públicos e a baixa renda dos trabalhadores, o que compromete o provimento das necessidades básicas de uma família.

“Na cidade, encontra-se um grande número de riscos. Uma álea pode desencadear outros processos, às vezes de natureza diferente, que constituem um perigo à população. [...]”

(VEYRET; RICHEMOND, 2007d, p. 78). A exemplo disso, é possível imaginar os danos que a inundação provocada pelo extravasamento das águas de um rio que corta uma cidade pode causar; além de efeitos imediatos, como a perda de vidas humanas e a destruição material, posteriormente, pode surgir um cenário caótico com a ocorrência de epidemias de doenças relacionadas ao contato com águas contaminadas, como também o aumento da criminalidade e dos saques.

Os riscos ambientais no meio urbano são expressões do processo de crescimento e expansão urbana, materializados em formas de impactos ambientais, que geram transtornos à população, além de prejuízos financeiros e até mesmo de perda de vidas humanas. Esses impactos são frutos, na maioria das vezes de uma falta de planejamento que leve em conta os riscos eminentes que determinada população estão expostas. (COSTA, 2011, p. 213).

Para Ribeiro (2008), à população assentada nos locais de risco muito elevado não resta alternativa se não a sua remoção para locais mais seguros. Além de planejar a remoção, o poder público deve realizar intensa fiscalização para que a área não volte a ser ocupada novamente, transferindo a situação de risco para outras pessoas.

Em suma, urge a necessidade de se colocar em prática as propostas que compõem os planos estratégicos de melhoria da qualidade ambiental das cidades, de modo a realizar ações que adaptem os usos dos solos urbanos às dinâmicas naturais que aí atuam. Além disso, deve-se investir na melhoria das condições de vida da população, garantindo a todos o acesso a moradias em locais mais seguros, aos serviços urbanos, a uma educação de qualidade e a um mercado de trabalho mais valorizado. Assim, elevar-se-ia a sociedade a patamares menores de riscos.

3.4 – A “sociedade de risco”

Sociedade de risco é um termo que se tornou amplamente conhecido após a obra “Sociedade de risco: por uma outra modernidade” do sociólogo alemão Ulrich Beck, publicada no ano de 1986. Influenciado pelo contexto da década de 1980, de crises econômicas, de declínio do socialismo e dos temores frente à tecnologia nuclear, o livro aborda a nova forma de sociedade que começou a conviver com os riscos ambientais que emergiram juntamente à modernização.

Na *sociedade de risco* o perfil dos riscos não é facilmente delimitável, quer na perspectiva social, quer na espacial, afectando todos de uma forma cada vez mais

difusa e alargada. Neste contexto, para a análise do risco surgem desafios, que passam por um conhecimento sobre os novos riscos, onnipresentes, complexos e globais. (QUEIRÓS et al., 2007, p. 20).

Ou seja, à medida que as tecnologias foram aprimoradas, sobretudo as produtivas, a sociedade começou a sofrer as consequências que degradam cada vez mais a qualidade ambiental. A desigualdade social e a poluição passaram a constituir problemas verificados em quase todas as partes do mundo, de forma mais concentrada em umas do que em outras, e passaram a constituir também os desafios a serem superados por essa nova forma de arranjo social.

Por isso, é indispensável fazer a sociedade enxergar a gravidade dos riscos com os quais se convive a cada dia, bem como a importância de mudanças de hábitos e promoção de ações mitigadoras. É preciso, em primeiro lugar, fazer com que as pessoas se sensibilizem sobre os riscos.

Na *sociedade de risco*, a maior consciência do risco conduz inevitavelmente à sua avaliação e procura de ‘respostas’, ao objectivo da sua adequada gestão, quer se trate de riscos naturais, tecnológicos, ou outros, pelo que a inclusão de estudos de percepção na gestão do risco se tem constituído como uma prioridade das políticas públicas. (QUEIRÓS et al., 2007, p. 2, grifo dos autores).

Castro (2000) aponta que a certeza da ocorrência dos fenômenos leva as pessoas, conscientes desse perigo, a se prepararem melhor. Já a incerteza ou o seu desconhecimento leva justamente ao contrário; a população não desenvolve mecanismos de proteção e as perdas e/ou os danos, humanos e econômicos, são maiores.

O avanço da urbanização sobre áreas inundáveis exemplifica a questão do conhecimento e da convivência da população com o risco. No passado, a localização das cidades próximas aos rios era uma vantagem em relação ao abastecimento e ao transporte. Desde então, tornou-se comum a ocupação das áreas marginais aos cursos d’água. “[...] A parcela do leito maior ocupada pela população sempre dependeu da memória dos habitantes e da frequência com que as enchentes ocorriam. Uma sequência de anos sem inundação é motivo para que a sociedade pressione, para ocupar o leito maior do rio.” (TUCCI, 1997b).

Quando se pretende avaliar os riscos que incidem sobre determinado local, é de suma importância levar em consideração a percepção dos riscos pelas pessoas que vivenciam os ambientes em questão, pois este olhar frequente sobre as alterações que ocorrem no cotidiano pode auxiliar os técnicos a identificarem mais rapidamente alguma modificação potencialmente danosa (DAGNINO; CAPRI JUNIOR, 2007).

Um fator que contribui muito para a tomada de consciência da população acerca dos riscos é a ação das mídias. Estas conseguem alcançar um número elevado de pessoas e tornar as áreas mais conhecidas, alertando, sobretudo, os alvos de maior risco (VEYRET; RICHEMOND, 2007c). Aí se incluem as campanhas educativas que geram temas de reportagens em jornais impressos, as que são veiculadas em rádios, na televisão e na *Internet*.

Contudo, não é todo o tipo de risco que é divulgado pela mídia. “[...] Os riscos difusos, como a desertificação, são mais difíceis de serem apreendidos, menos espetaculares, mais traiçoeiros; em suma, menos midiáticos que um acontecimento rápido de efeitos imediatamente visíveis.” (VEYRET; RICHEMOND, 2007d, p. 77). Sendo assim, entende-se o interesse de cobertura por eventos de realização instantânea, que surpreendem tanto as vítimas quanto os espectadores, como os terremotos, os deslizamentos, os incêndios e as inundações.

A prevenção efetiva dos riscos baseia-se não apenas em desenvolver e colocar em prática mecanismos de proteção; antes disso, é necessário identificar e detectar esses riscos o mais precocemente possível, para se ter uma margem de tempo maior para agir e para as vítimas não serem surpreendidas pelas áreas (REIS, 2007). Este mesmo pensamento é compartilhado por Zêzere et al. (2007, p. 37), pois consideram que “[...] a gestão preventiva dos perigos e dos riscos representa um instrumento fundamental de integração das actividades humanas no território, garantindo a sua correcta utilização como recurso e salvaguardando a segurança de pessoas e de bens.”

Veyret (2007) destaca a importância dos serviços de socorro e de planos prévios de ações em momentos de crise. Porém, a maioria das cidades brasileiras não possui sequer equipes de resgate, que perdem um tempo precioso enquanto deslocam-se dos batalhões, das cidades próximas, até o local da crise. Ao abordar os problemas ambientais que ocorrem em cidades pequenas, Costa (2011, p. 213) aponta que

Esses problemas ambientais estão relacionados à falta de infraestrutura das cidades que em sua maioria não possuem um órgão de defesa civil. O alerta de algum problema é dado pela polícia militar, que não possui treinamento para isso. Essas cidades não possuem também nenhum departamento que poderia estudar estes riscos iminentes, muitas delas nem mesmo possuem um corpo de bombeiros.

Esta situação dificulta muito garantir uma segurança maior para a população, pois implica em um desconhecimento maior dos riscos particulares a cada cidade e em uma condição limitada de reação perante as crises.

Em síntese do que foi discutido anteriormente, apresenta-se as cinco séries de ações para a prevenção dos riscos apontadas por Masure (1989 apud THOURET, 2007, p.101):

- avaliar de maneira consensual a aceitabilidade do risco;
- facilitar sua percepção pelas populações ameaçadas;
- fundar a participação das comunidades locais na informação e na educação em matéria de risco e de meio ambiente;
- adotar mecanismos de prevenção e de gestão de riscos;
- definir uma estratégia de longo prazo, principalmente uma política de planificação urbana que integre o desenvolvimento dos bairros frágeis.

Além disso, faz-se necessário colocar em prática, quando for o caso, as soluções teóricas para a mitigação ou para a prevenção dos efeitos das catástrofes naturais:

- ocupação racional do território e, principalmente, orientação da urbanização das zonas menos expostas e menos frágeis;
- modificação das ações antrópicas geradoras dos riscos e de adoção de normas de construção adequadas (especialmente parassísmicas);
- realização de obras corretivas (estabilização de encostas, regulamentação e canalização de cursos de água, luta contra a erosão);
- instalação de redes de auscultação dos fenômenos perigosos;
- organização dos atores operacionais encarregados da proteção, do socorro e das ações de reabilitação etc. (THOURET, 2007, p. 102).

De acordo com Veyret (2007, p.12), “A gestão dos riscos, sejam eles ambientais, industriais, econômicos (na verdade, sociais), traduz as escolhas políticas e as decisões finais de organização dos territórios. [...]” A diferença do grau de vulnerabilidade frente aos riscos ambientais no mundo não é resultante apenas da desigual distribuição dos recursos aplicados na proteção contra os riscos. Também interferem nessa distribuição a consciência que cada sociedade tem sobre a importância de um relacionamento mais equilibrado com o meio ambiente, da sua atuação efetiva na cobrança pela criação e aplicação de leis ambientais, bem como de uma atuação mais eficiente dos órgãos de fiscalização.

É preciso que a atual sociedade esteja mobilizada para assumir um papel mais participativo, que seja capaz de questionar, de forma concreta, a falta de iniciativa do governo na implementação de políticas referentes à sustentabilidade e desenvolvimento, em um contexto de crescente dificuldade na promoção da inclusão social. (BERNARDES; NEHME, 2012, p. 311).

No cenário brasileiro, urge que a sociedade saia do estado de inércia diante da apropriação do meio e dos impactos ambientais, e torne-se mais atuante, cobrando das autoridades a adequada gestão dos recursos disponibilizados pelo ambiente. Somente assim será possível alcançar uma maior segurança e bem estar para a população.

3.5 – O risco hidrológico

Nas análises acerca dos riscos a enchentes e alagamentos, deve ser considerada a combinação de variadas condicionantes que podem aumentar suas probabilidades de ocorrência. A concretização de uma enchente depende, desta forma, da combinação de fatores naturais e antrópicos. Entre os fatores de ordem natural, Amaral e Ribeiro (2012, p. 45) destacam:

- a) formas do relevo;
- b) características da rede de drenagem da bacia hidrográfica;
- c) intensidade, quantidade, distribuição e frequência das chuvas;
- d) características do solo e o teor de umidade;
- e) presença ou ausência de cobertura vegetal.

A ocorrência de enchentes depende diretamente do volume de chuva que incide sobre uma bacia hidrográfica. Quanto maior for a intensidade da precipitação e menor for o tempo do evento (ou seja, a sua concentração), maiores serão as probabilidades de enchentes, inundações e alagamentos, devido ao fato da quantidade de água que chega na superfície ser muito superior à capacidade de infiltração no mesmo espaço de tempo, fazendo com que a maior parte dessa água escoe superficialmente e se concentre nas partes mais baixas do relevo.

As características do relevo determinam não apenas a velocidade do escoamento da água, mas também o tempo das inundações. Os vales mais encaixados, onde predominam vertentes íngremes, promovem um rápido escoamento das águas, fazendo com que as enchentes ocorram muito rapidamente. Já nos vales mais abertos, onde o relevo é pouco inclinado, o escoamento superficial da água é mais lento (o que facilita a infiltração) e as inundações ocorrem em um ritmo menos acelerado (AMARAL; RIBEIRO, 2012).

Da mesma forma, as características do solo também podem dificultar ou facilitar a ocorrência de enchentes. Solos de maior granulometria, como os solos arenosos, conferem uma velocidade maior de infiltração das águas das chuvas, ao contrário dos solos de menor granulometria, como os siltosos e argilosos, em que a infiltração ocorre mais lentamente.

Também é essencial que exista, nas bacias hidrográficas, uma boa proporção de áreas com cobertura vegetal, visto que a própria vegetação ajuda a reter a água no solo e se constitui como barreira física que diminui a velocidade do escoamento superficial, contribuindo também para diminuir a erosão (AMARAL; RIBEIRO, 2012).

Já as condicionantes antrópicas são apresentadas por Costa (2011, p. 212-213) como sendo:

- Aumento das áreas urbanizadas e conseqüente impermeabilização do solo;
- Pavimentação de ruas e construção de calçadas, reduzindo a superfície de infiltração;
- Construção adensada de edificações, que contribuem para reduzir o solo exposto e concentrar o escoamento das águas;
- Acumulação de detritos em galerias pluviais, canais de drenagem e cursos d'água; insuficiência da rede de galerias pluviais.

Se, por um lado, os fatores naturais que contribuem para a ocorrência de enchentes são de difícil ou nenhum controle, por outro, a ação humana pode e deve ser direcionada para garantir uma maior segurança contra esse tipo de risco; porém, não é isto o que ocorre.

As áreas urbanas, ao serem formadas, acabam substituindo os terrenos permeáveis pelas construções (impermeáveis), aumentando, desta forma, a quantidade de água que esco superficialmente e se concentra nos 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).

Outro problema comum que ocorre nos núcleos urbanos é a deposição de detritos em locais inadequados. A grande quantidade de resíduos e de materiais de construção que a população descarta de qualquer maneira nas ruas, quando chove, são levados pelo escoamento superficial concentrado e provocam o entupimento das redes de drenagem, e, conseqüentemente, os alagamentos.

Dependendo das formas de ocupação do território, as enchentes podem afetar de maneiras diferentes as áreas atingidas. A sensibilidade aos riscos varia entre as sociedades, o tempo e as culturas. Em alguns casos, avalia-se a vulnerabilidade em relação às vantagens que se podem obter de um lugar sob risco. Deste modo, pode-se considerar a ocorrência de prejuízos periódicos nas estruturas instaladas em um rio, se ele também possibilitar a obtenção de lucros elevados por oferecer grandes facilidades de transporte. Nestes casos, a resiliência (capacidade de recuperação) pode compensar uma vulnerabilidade elevada (ALLARD, 2000).

Esta situação marca boa parte das cidades brasileiras. Muitas avenidas onde se verificam alagamentos foram construídas em fundos de vales, o que acarreta, além do acúmulo de água, prejuízos materiais em decorrência de chuvas intensas. Estes locais, muitas

vezes, constituem-se como importantes vias para o deslocamento urbano e abrigam diversos estabelecimentos comerciais. Deste modo, o fluxo intenso de pessoas promove a valorização dos imóveis e garante certa rentabilidade às empresas, fazendo com que os alagamentos sejam suportados.

A ocupação dos fundos de vale é também muito incentivada pelos agentes imobiliários, principalmente quando esses ambientes situam-se em áreas centrais das grandes cidades, ou, quando é possível incorporar amenidades, como canalizar os cursos d'água e/ou poupar áreas verdes.

Percebe-se, também, que as vítimas dos alagamentos e das inundações se diferenciam conforme a área da cidade a ser atingida. Quando acomete as áreas centrais, geralmente mais verticalizadas e altamente impermeabilizadas, os danos atingem, sobretudo, os imóveis comerciais e os veículos de transporte, por ser uma zona de fluxo mais intenso. Já quando esses eventos acontecem nas periferias, atingem majoritariamente residências, afetando a parcela mais vulnerável da população que habita essas áreas sujeitas a inundações e a todos os problemas trazidos com ela, como os esgotos e as doenças adquiridas pelo contato com águas contaminadas, além dos prejuízos materiais (HOGAN et al., 2001).

Por fim, para se evitar os riscos decorrentes das enchentes é importante que sejam respeitadas as áreas de preservação permanente ao longo dos cursos dos rios, pois, como alertam Amaral e Ribeiro (2012, p. 45), “A planície de inundação, também denominada como várzea, é uma área que periodicamente será atingida pelo transbordamento dos cursos d'água, constituindo, portanto, uma área inadequada à ocupação [...]”. A própria morfologia do relevo direciona as águas das chuvas que incidem em uma bacia para as áreas mais baixas (os canais de drenagem), e, em se tratando de chuvas com alto índice pluviométrico, é natural que o volume de água extravase o canal e provoque inundações nos terraços marginais.

Tucci (1997a) corrobora com as discussões a respeito do controle de alagamentos, enchentes e inundações apontando dois tipos de medidas: as estruturais e as não-estruturais. As medidas estruturais correspondem às obras de engenharia que visam reduzir os riscos hidrológicos aos quais uma população esteja exposta. Sua execução demanda elevados investimentos e classificam-se em extensivas e intensivas. As extensivas são executadas nas bacias hidrográficas e consistem na regulação do escoamento e/ou favorecimento da infiltração, como com a implantação de galerias pluviais e com a adequação da cobertura vegetal. As intensivas são realizadas diretamente nos cursos d'água e distinguem-se de três formas: na aceleração do escoamento (canalização e retificação de cursos d'água), no retardamento do escoamento (construção de reservatórios de contenção e de amortecedores) e

no desvio do excedente da vazão (canais que conduzem os fluxos para local diferente do seu percurso natural) (TUCCI, 1997a).

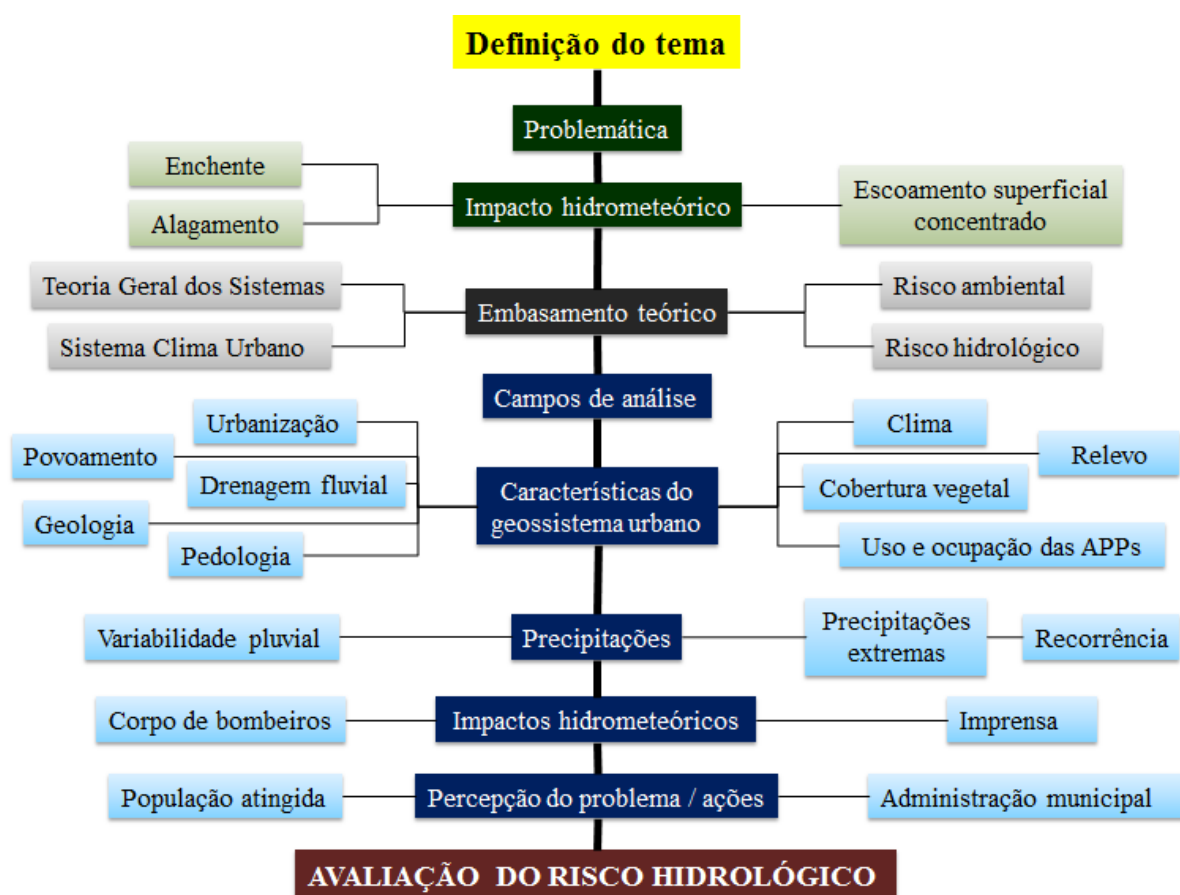
As medidas não-estruturais podem diminuir consideravelmente os impactos do escoamento pluvial a custos bem menores do que os observados com as medidas estruturais. Para diminuir os insumos que as precipitações promovem na vazão dos cursos d'água, as principais medidas não-estruturais são: a regulamentação da ocupação urbana e a restrição à construção em locais de elevado risco, estipulação de coeficientes mínimos de solos permeáveis em lotes particulares, compra de áreas de inundação, transferência da população que habita as áreas de risco, contratação de seguros de inundação, implantação de sistemas de previsão e planos de evacuação. A escolha das medidas a serem executadas devem contemplar as características intrínsecas a cada ambiente, podendo se optar por uma das duas ou pela combinação de ambas. Todavia, a regulamentação do uso do solo urbano é indispensável para um controle eficiente das enchentes (TUCCI, 1997a).

Finalizadas as seções de discussões teóricas que embasam esta pesquisa, parte-se, agora, para a apresentação dos procedimentos metodológicos que visaram alcançar os objetivos elencados na parte introdutória deste estudo.

4 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa foi concebida a partir da definição do seu tema e dos canais de investigação pertinentes à sua execução, estruturada conforme apresentação na figura 4:

Figura 4: Organograma da pesquisa



Elaboração: O autor.

O tratamento estatístico dos dados e a elaboração de tabelas e gráficos foram realizados a partir do *software* Excel 2010, da Microsoft. Os produtos cartográficos foram elaborados no ArcGIS 10.1 licenciado para o Laboratório Didático de Geoinformática do Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento da UNESP campus de Rio Claro. Os principais materiais e técnicas que constituem esta investigação foram estruturados da seguinte forma:

Embasamento teórico

Primeiramente, foi realizado o levantamento bibliográfico acerca dos principais temas, por meio da leitura de livros, teses, artigos em periódicos e trabalhos publicados em anais de

congressos, de modo a constituir o embasamento para a elaboração do referencial teórico. Essas leituras proporcionaram, além de um maior entendimento sobre as temáticas abordadas, o ajustamento das teorias e da metodologia adotadas neste estudo. Entre as fontes que foram de grande apoio para a execução desta pesquisa, destacam-se as obras de Bertalanffy (2010) e Christofolletti (1979) contemplando a abordagem sistêmica e geossistêmica, respectivamente; Monteiro (1976) e Monteiro e Mendonça (2015) sobre clima urbano; Beck (2010) com os estudos referentes ao risco ambiental, além de outros autores como Egler (1996), Tucci (1997); Hogan et al. (2001), Veyret (2007), Fernandes e Rocha (2007) e Amaral e Ribeiro (2012) que tratam, especificamente, de assuntos relacionados à vulnerabilidade socioambiental e do planejamento urbano aplicado ao risco hidrológico.

Caracterização do geossistema urbano

Em um segundo momento, foram levantados, organizados e analisados dados relativos às características do ambiente urbano em Ituiutaba. Como a proposta deste estudo se amparou na abordagem geossistêmica, foram buscados dados e informações de diferentes naturezas:

a) O histórico do processo de urbanização em Ituiutaba, em pesquisa junto a publicações de autores ituiutabanos que compõem o acervo da Biblioteca Municipal de Ituiutaba e de informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

b) A evolução populacional, obtida junto ao sítio na *Internet* do IBGE, tendo em vista se conhecer o ritmo do processo de urbanização da população e o contingente populacional passível aos impactos hidrometeorológicos em Ituiutaba. Foram utilizados dados dos Censos Demográficos de 1970, 1980, 1991, 2000, 2010 e a estimativa populacional para 2016.

c) A configuração dos cursos d'água que se constituem como os principais vetores de drenagem do ambiente urbano, obtida em arquivo digital junto à Agência Nacional de Águas (ANA) e verificada por meio de trabalho de campo e consulta a imagens orbitais do *software* Google Earth Pro. Foi elaborada representação cartográfica dos cursos d'água que passam pela área urbana e dos logradouros públicos, fornecidos pela Secretaria Municipal de Planejamento de Ituiutaba. Os mapas que integram essas informações evidenciam como a urbanização evoluiu envolvendo os cursos d'água.

d) A caracterização climática, biogeográfica e dos tipos de rochas e de solos encontrados em Ituiutaba foi realizada com base em consultas em livros, capítulos de livros e artigos científicos publicados por autores que se dedicam a tais temáticas.

e) A configuração do relevo na área urbana de Ituiutaba, representada por perfis topográficos gerados pelo *software* Google Earth Pro e compreendida a partir do trabalho

erosivo desempenhado pelos cursos d'água e pelo escoamento superficial. Foi gerada também uma representação cartográfica da hipsometria da área urbana em Ituiutaba, que compõe o mapa dos impactos hidrometeorológicos registrados pela imprensa. O intuito foi associar o relevo ao tipo de impacto descrito nas reportagens (alagamento ou escoamento superficial concentrado). A hipsometria foi gerada a partir de imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) capturadas pela NASA (National Aeronautics and Space Administration) em parceria com o NGA (National Geospatial-Intelligence Agency) no ano 2000. As imagens possuem resolução espacial de 90 metros e correspondem às folhas SE-22-Z-A, SE 22-Z-B, SE-22-Z-C e SE-22-Z-D, disponibilizadas gratuitamente no sítio da *Internet* da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

f) A análise do estado de conservação das APPs inseridas na área urbana através do mapeamento dos tipos de uso e ocupação desses espaços. Para tanto, foi delimitada a área que deveria compor as APPs, segundo a Lei 12.651 (BRASIL, 2012), que em seu Art. 4º determina a dimensão das APPs, tanto urbanas quanto rurais, da seguinte forma:

- I – as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).
 - a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura; [...]
- II – as áreas no entorno de lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:
 - a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;
 - b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;
- III – as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento; (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012). [...]
- IV – as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja a sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros; (Redação dada pela Lei nº 12.727, de 2012). [...]
- XI – em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 (cinquenta) metros, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado. (Redação dada pela Lei nº 12.727, de 2012). (BRASIL, 2012).

Neste mapeamento, considerou-se a mesma faixa de proteção de trinta metros aplicada aos reservatórios naturais para a composição da APP do Capão da Lagoa, que se constitui como um reservatório artificial em ambiente urbano.

Considerando-se o que determina a legislação ambiental, que devem ser reservados às APPs os espaços de 30m a partir de cada margem para os cursos d'água com largura de até 10m e para os reservatórios de água urbanos, e, espaços de 50m a partir do limite dos terrenos úmidos (veredas) e das nascentes, delimitou-se uma área de 158,8ha (hectares) como sendo o que deveria existir de APP na área urbana de Ituiutaba.

A partir desse recorte espacial, procedeu-se à classificação manual do estado de preservação das APPs através de interpretação visual da imagem orbital World Imagery, disponibilizada pelo *software* ArcGIS 10.3 na ferramenta AddBasemap. Foram realizados trabalhos de campo ao longo das margens dos cursos d'água urbanos para sanar dúvidas que surgiram no momento da interpretação das imagens e detectar possíveis alterações ocorridas no espaço, já que parte das imagens são referentes ao ano de 2011 e outra parte ao ano de 2015. Na oportunidade, realizou-se também o registro fotográfico que compõe a caracterização do estado de conservação das APPs.

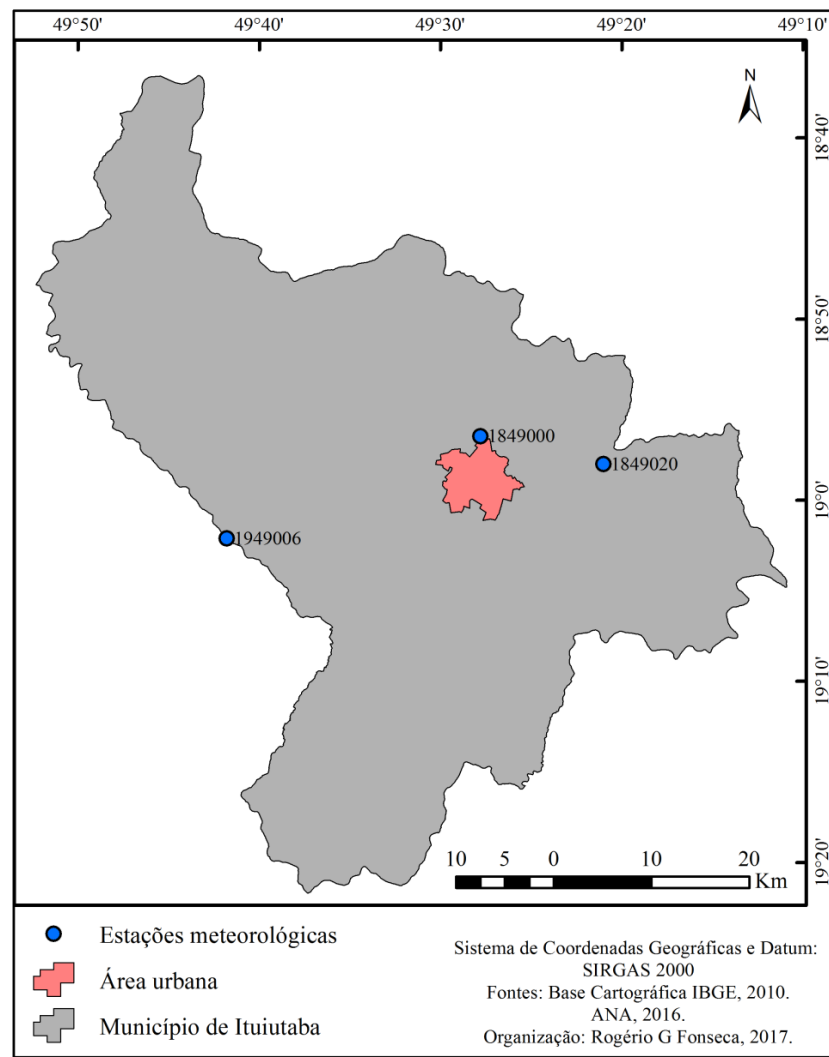
Como resultado, as APPs dos corpos d'água e nascentes presentes no perímetro urbano foi classificada em quatro categorias: APP preservada, quando se observa a existência de mata de galeria; APP desmatada, relativa à ausência de vegetação natural e/ou predomínio de gramíneas; APP suprimida, para os locais em que áreas verdes foram implantadas com objetivos paisagísticos nas canalizações, substituindo a vegetação nativa; e APP construída, englobando os terrenos cobertos por ruas, residências, comércios e calçadas. Após findada a classificação, procedeu-se ao cálculo de área de cada classe de preservação das APPs utilizando-se a ferramenta *calculate geometry* na tabela de atributos do ArcGIS 10.1.

A área delimitada como urbana no mapa, e que englobou a abrangência das APPs, foi obtida pela demarcação manual do limite da malha urbana, segundo interpretação visual das imagens orbitais World Imagery, fornecida pelo ArcGIS 10.1.

Compreensão da dinâmica pluviométrica com enfoque nas precipitações extremas

Para a análise da variabilidade pluvial em Ituiutaba, foram utilizados os registros diários de precipitação da estação de nome Ituiutaba, código 1849000, sob responsabilidade da Agência Nacional de Águas (ANA) e operada pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM – antiga Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais). Priorizou-se os dados dessa estação por ser a mais próxima da área urbana (figura 5), visto que esta pesquisa é centrada nos impactos pluviais que se sucedem sobre a cidade. Contudo, a escala temporal que compreendeu o período entre janeiro de 1987 e dezembro de 2016 continha ausência de dados para determinados dias. Para solucionar a questão da falta registros na estação considerada e, enfim, proceder à análise da variabilidade da precipitação em Ituiutaba, foi realizada a importação de dados das estações vizinhas, que se consistiu no preenchimento das lacunas de dados da estação 1849000 com os das estações mais próximas.

Figura 5 - Localização das estações meteorológicas fornecedoras de dados para a pesquisa



Esta técnica é abordada por Zavatinni e Boin (2013) como uma das alternativas utilizadas por pesquisadores do clima quando não se tem todos os dados climáticos do período considerado em um estudo. Apesar de os autores salientarem que o ideal é se utilizar estações sem falhas nos registros, em virtude da ausência de dados para determinados dias, foi necessário recorrer aos das estações vizinhas. Ao serem observadas lacunas nos registros, recorreu-se primeiramente à importação dos dados da estação 1849020 (sob responsabilidade de operação do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET), distante 12,2 quilômetros da adotada como referência na pesquisa. E, quando nem essa possuía registros, recorreu-se à estação 1949006 (sob responsabilidade da ANA e operada pela CPRM), localizada a 26,7 quilômetros. O quadro 2 esclarece mais detalhes acerca das estações meteorológicas utilizadas nesta pesquisa e da contribuição de cada uma para a formação do banco de dados pluviais.

Quadro 2: Inventário das estações meteorológicas utilizadas na pesquisa

	1849000	1849020	1949006
Nome	Ituiutaba	Ituiutaba	Ponte do Prata
Município	Ituiutaba	Ituiutaba	Ituiutaba
Entidade responsável	ANA	INMET	ANA
Entidade operadora	CPRM	INMET	CPRM
Modo de coleta	Convencional	Convencional	Convencional
Latitude	-18,9411	-18,9667	-19,0353
Longitude	-49,4631	-49,35	-49,6967
Distância da área urbana (km)	0,225	8,022	21,271
Quantidade de registros utilizados	10.303	240	415
Porcentagem de registros utilizados	94,02	2,19	3,79

Fonte: ANA (2017). Org.: O autor

A escala temporal de trinta anos (1987 a 2016) selecionada nesta pesquisa abrangeu um total de 10.958 dias. Ao se ter dado prioridade à estação 1849000, por ser a mais próxima da área urbana, foram utilizados todos os registros diários de chuva encontrados, correspondendo a um total de 10.303 registros (94,02% do total). A estação 1849020 contribuiu com 240 registros (2,19%) e a estação 1949006 com 415 registros (3,79%). As três estações estão localizadas no município de Ituiutaba. Os dados das estações foram baixados do sítio na *Internet* da ANA, pela plataforma Hidroweb, sendo a análise estatística realizada no *software* Excel 2010. A partir dos dados, procedeu-se à análise da variabilidade pluviométrica local por meio da aplicação de técnicas descritas por Zavattini e Boin (2013).

Nesta pesquisa, foram consideradas como precipitações extremas aquelas que registraram volumes a partir de 30mm no prazo de 24 horas. Este valor foi adotado com base em pesquisas que apontam o índice de 30mm como suficiente para causar um grande impacto na rotina de uma cidade, a depender da interação entre o escoamento pluvial e os demais elementos que compõem o espaço urbano. Os trabalhos de Barreto (2008), Silva (2013) e Santos (2015) são exemplos de investigações sob o viés da climatologia geográfica que utilizaram este índice pluviométrico em pesquisas sobre eventos chuvosos extremos.

A recorrência dessas precipitações foi obtida com base na frequência com que cada volume diário de chuva se repetiu no decorrer dos trinta anos. Paz (2004) destaca que o cálculo da frequência é uma forma simples e rápida de se conhecer quantas vezes, ao longo do tempo, um dado volume de precipitação foi igualado ou superado. Porém, o autor ressalta que este procedimento é realizado com base em um banco de dados disponível, e que a sua estimativa é apenas um indício da probabilidade da ocorrência de uma precipitação, visto ser

impossível estabelecer uma previsão exata de quando determinado volume de chuva ocorrerá novamente.

Carvalho e Silva (2006) detalham que para se obter a frequência dos volumes máximos de precipitação, os dados devem ser organizados em rol, do maior para o menor, de modo que o maior índice de chuva seja correspondente ao número 1 na lista ordinal (m), o segundo maior ao número 2 e assim por diante. Para o cálculo da frequência das precipitações a partir de 30mm/24h, utilizou-se a equação do Método da Califórnia:

$$F [X \geq x_t] = \frac{m}{n}$$

F : frequência

$X \geq x_t$: dado para o qual se deseja saber a probabilidade de ser repetido ou superado

m : número de ordem do dado

n : número de dias em observação (10958: quantidade de dias ao longo dos trinta anos)

O resultado da frequência é expresso em porcentagem e indica a probabilidade de, em um dia, ocorrer uma precipitação com volume igual ou superior à quantidade de milímetros em questão.

O tempo de retorno (T_r) foi obtido aplicando-se outra fórmula:

$$T_r = \frac{1}{F}$$

O resultado do tempo de retorno indicou a quantidade de dias que cada índice pluviométrico levou, em média, para se repetir ou ser superado.

Identificação e análise dos impactos hidrometeoricos

Para se conhecer os locais da cidade que passam por problemas relacionados à drenagem das águas pluviais, recorreu-se a duas fontes de dados: a imprensa local e o Corpo de Bombeiros Militar, uma vez que Ituiutaba não conta com um órgão da Defesa Civil.

O levantamento das reportagens foi realizado por meio de pesquisa nas plataformas *online* da imprensa local (jornais e emissoras de televisão). O período considerado compreende os anos de 2011 a 2016, pois, anteriormente, tais empresas de comunicação ainda não disponibilizavam seus conteúdos na *Internet*. A partir das notícias, foram coletadas e sistematizadas informações como intensidade da chuva, data, locais atingidos e tipo de transtornos. Com o conteúdo das reportagens, foi possível localizar no mapa da malha viária o endereço das ocorrências e verificar que o tipo do impacto (alagamento ou escoamento superficial concentrado) variava conforme a configuração do relevo.

Os registros do Corpo de Bombeiros Militar - MG foram fornecidos diretamente pela corporação, em arquivo digital no formato Access, da Microsoft. Considerou-se todo o banco de dados digital, disponível desde o ano 2000 até 2016. As ocorrências anteriores ao ano 2000 eram registradas em papel e, por terem sido consideradas prescritas, foram descartadas pela instituição, restando apenas o banco de dados digital. Foram selecionados os registros relativos às precipitações, que, no banco de dados, tinham a sua natureza identificada como “alagamento/enchente/inundação”. Procedeu-se, então, ao tratamento desses dados, identificando-se a data, o local e o tipo de atendimento prestado pela corporação. Esses registros também receberam tratamento estatístico e sua espacialização cartográfica se deu pelo lançamento do endereço constante nos registros das ocorrências no mapa dos logradouros de Ituiutaba.

Análise de episódios de impactos decorrentes de precipitações extremas

Com todo o material levantado, realizaram-se análises de três episódios de precipitações severas que culminaram em fortes impactos na área urbana de Ituiutaba, sendo eles as precipitações de 03 de fevereiro de 2000, de 05 de abril de 2013 e de 17 de janeiro de 2016. Esta análise teve como objetivo ilustrar as vulnerabilidades do ambiente urbano frente aos eventos de precipitações extremas. Ao considerar todo conjunto de dados do Corpo de Bombeiros e da imprensa, foram selecionados os três episódios em que havia sido registrado o maior número de ocorrências. Foi realizado o mapeamento e a caracterização desses impactos, a determinação do volume de chuva, o tipo de precipitação e a análise dos sistemas atmosféricos atuantes, com base em cartas sinóticas elaboradas pela Marinha do Brasil disponibilizadas *site* da própria instituição e em imagens dos satélites GOES-8 e GOES-13, disponibilizados no *site* do *National Centers of Enviromental Information / National Oceanic and Atmospheric Administration* (NCDC/NOAA).

Percepção da população afetada

Foram realizadas entrevistas com a população que vive e/ou trabalha em áreas onde a drenagem pluvial é deficitária. Ao todo, foram feitas onze entrevistas que seguiram um roteiro semiestruturado (apêndice), com indicação de questionamentos referentes aos impactos pluviais. O contato com essas pessoas se deu quando da realização dos trabalhos de campo nos locais onde os problemas relacionados às chuvas são mais frequentes, de acordo com os dados do Corpo de Bombeiros e da imprensa. Não se teve a intenção de se obter dados quantitativos, visto as particularidades ambientais e sociais observadas entre os locais e as pessoas abordadas, o que reduziria as informações levantadas a classificações pré-concebidas e menos esclarecedoras. Buscou-se, na verdade, se conhecer os problemas intrínsecos aos diferentes locais da cidade onde se observam desordens de origem pluvial. Em virtude da riqueza de informações fornecidas pelos entrevistados, inclusive referentes aos pontos que não constavam no roteiro, optou-se por relatar as principais contribuições dos informantes, de modo a privilegiar a percepção e o conhecimento de cada um em relação aos problemas que vivenciam.

Planos e ações do poder público

Por fim, buscou-se contato com setores da administração municipal para se conhecer qual o entendimento que o governo local tem a respeito dos problemas referentes à drenagem pluvial e quais são as estratégias atuais e futuras para solucionar/atenuar o problema. Essas indagações foram feitas ao diretor do Departamento de Serviços Públicos da Secretaria Municipal de Obras, a qual é responsável pelas galerias pluviais em Ituiutaba.

Dessas duas últimas abordagens (população e administração municipal) resultou o mapa que localiza os espaços de convívio das pessoas que foram entrevistadas e que relataram os problemas pelos quais passam quando ocorrem precipitações intensas. Há ainda, a indicações dos pontos mais críticos da cidade quanto à drenagem pluvial, segundo indicação do Departamento de Serviços Públicos. Essas duas modalidades de informações foram inseridas no mapa utilizando-se como referência a planta dos arruamentos de Ituiutaba do ano de 2017, fornecida pela Secretaria Municipal de Planejamento. A espacialização da rede de drenagem pluvial foi cedida pela Superintendência de Água e Esgotos de Ituiutaba (SAE) e auxiliou na análise do ambiente urbano por meio do cruzamento dos locais de ocorrência dos transtornos com a infraestrutura de drenagem existente.

Na sequência, procedeu-se ao fechamento dessa pesquisa com a elaboração das considerações sobre o risco hidrológico em Ituiutaba a partir do conjunto das análises realizadas, além da avaliação quanto aos resultados alcançados neste estudo.

5 – ELEMENTOS DO GEOSISTEMA URBANO RELACIONADOS AOS TRANSTORNOS CAUSADOS PELO IMPACTO HIDROMETEÓRICO EM ITUIUTABA

O município de Ituiutaba, com seus 2.598km² de área, pertence à mesorregião geográfica Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, localizada na parte oeste do estado de Minas Gerais. Está compreendido entre as coordenadas 18°36'36" e 19°21'43" de latitude sul, e, 49°10'52" e 49°52'19" de longitude oeste. A ocupação das terras, que até o início da década de 1830 se dava por povos ameríndios do grupo caiapó, foi substituída por “desbravadores” que se instalaram na região nessa mesma década, formando o Arraial de São José do Tijuco (IBGE, 1959).

Este início da formação urbana em Ituiutaba ocorreu com uma pequena aglomeração de casas próximas ao antigo Córrego Sujo (atual Córrego São José) em virtude da facilidade no abastecimento de água pelas minas que existiam no local. Esta urbanização primitiva se deu em uma área que hoje se estende da Avenida 5 até a Avenida 7 e da Rua 26 até o referido córrego. Na época, as residências eram estruturadas com treliça de madeira preenchida com argila. Devido às frequentes enchentes que ocorriam no período chuvoso, o povoamento se direcionou para uma parte mais alta do relevo, como a Rua do Comércio (atual Rua 18) e Rua Bela Vista (atual Rua 16), que também passou a apresentar problemas durante o período chuvoso por ser uma área alagadiça (PAIVA, 2001).

Com o passar do tempo, foi crescente a ocupação das terras da região, assim como a aglomeração da vila. Em 16 de setembro de 1901, o Arraial de São José do Tijuco, que até então era um distrito do município de Prata, emancipa-se e passa a chamar-se Vila Platina. Em 1917, já consolidado como município, ocorre a mudança definitiva do nome para Ituiutaba, de origem indígena, que significa “povoação do rio Tijuco” (IBGE, 1959).

O crescimento da cidade ocorreu devido ao dinamismo da economia no setor primário, destacando-se a pecuária e a produção de arroz durante as décadas de 1950 e 1960. Todo o arroz da região era beneficiado nas máquinas localizadas na cidade de Ituiutaba, período em que ficou conhecida como capital do arroz. Atualmente, além da pecuária (leiteira e de corte) o setor sucroalcooleiro e a indústria alimentícia têm grande destaque no setor produtivo.

De acordo com os dados dos cinco últimos levantamentos censitários e da mais recente estimativa populacional realizada pelo IBGE (tabela 1), Ituiutaba apresenta uma taxa de crescimento demográfico constante. Com os atuais 103.945 habitantes, Ituiutaba se coloca

como o 5º município mais populoso da Mesorregião Geográfica do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba e o 30º do estado de Minas Gerais (IBGE, 2016).

Tabela 1 – Ituiutaba: evolução da população entre 1970 e 2015

	1970	1980	1991	2000	2010	2016*
Total	64.656	74.240	84.577	89.091	97.171	103.945
Urbana	47.021	65.133	78.205	83.853	93.125	---
Rural	17.635	9.107	6.372	5.238	4.046	---

2016* - Dado referente à estimativa de população, projetada pelo IBGE apenas sobre a população total.

Fonte: IBGE – Censo Demográfico – 1970, 1980, 1991-2000-2010, Estimativa da população – 2016.

Org.: o autor.

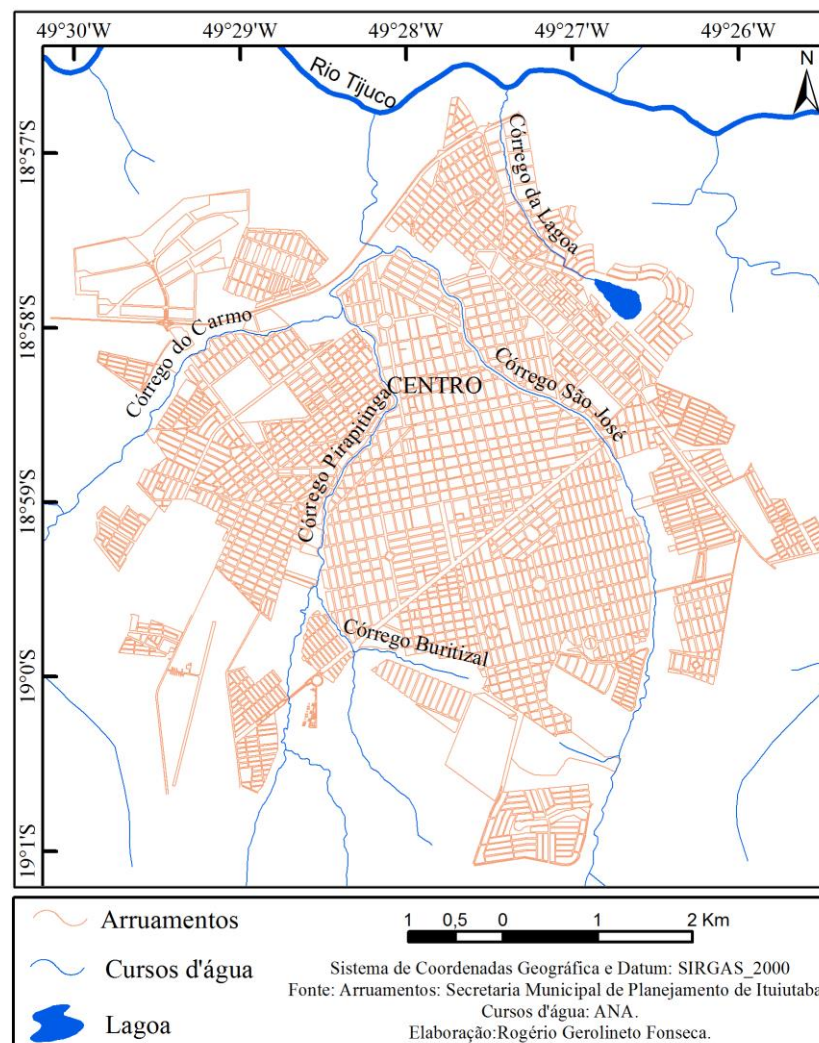
Os dados demográficos mostram um crescimento da população total acompanhado do aumento da população urbana e da diminuição da população rural. Isto reflete o processo de urbanização engendrado pelas dinâmicas da relação cidade-campo. A população urbana que em 1970 representava 72,72% da população total, em 2010 passou a abarcar 95,83%. Já a quantidade de pessoas que vivem na zona rural, em 2010 reduziu-se a menos de $\frac{1}{4}$ do contingente observado em 1970. Isto confere a Ituiutaba um nível muito elevado de urbanização; principalmente ao se considerar a dimensão da área rural do município e a importância das atividades agropecuárias para economia local.

O crescimento da cidade contribui para aumentar as transformações no ambiente urbano, como por exemplo, a construção de vários conjuntos habitacionais do Programa Minha Casa Minha Vida, ocorrida nos últimos anos e que significa um potencial aumento na geração de impactos relacionados à impermeabilização do solo. Atualmente, a malha urbana de Ituiutaba compreende uma área de 38,9 km², segundo dados do mapeamento realizado. Os setores censitários urbanos definidos pelo IBGE englobam uma área maior, com 55,1km². Sendo a população urbana contada no Censo Demográfico de 2010 igual a 93.195 habitantes, a densidade populacional na área urbana, naquele ano, era de 1.690,1 hab/km².

Na primeira década do século XXI, novos moradores foram atraídos devido ao aquecimento da economia, vide os investimentos no setor sucroalcooleiro e o aquecimento de diversos ramos do comércio local (FONSECA; SANTOS, 2011). Além disso, ocorreu a implantação de duas universidades públicas: a Universidade Federal de Uberlândia (UFU) no ano de 2006 e a Universidade Estadual de Minas Gerais (UEMG), estadualizada em 2014. Houve também a implantação de um campus do Instituto Federal Triângulo Mineiro (IFTM) em 2010, tornando Ituiutaba um polo educacional.

A ocupação urbana se expandiu englobando áreas inapropriadas para o assentamento populacional, como as margens dos cursos d'água. Atualmente, a malha urbana de Ituiutaba envolve cinco córregos: Córrego do Carmo, Córrego da Lagoa, Córrego Buritizal, Córrego Pirapitinga e Córrego São José (figura 6). Os cinco córregos são perenes e têm seu volume de água aumentado durante o período chuvoso, quando suas águas adquirem coloração amarronzada devido à maior carga de sedimentos em decorrência do aumento da correnteza. Os cursos d'água correm de sul para norte, dirigindo-se ao Rio Tijuco. Na parte sul da cidade, os córregos são mais espaçados e as vertentes são mais amplas e menos inclinadas; Ao norte, as confluências dos Córregos do Carmo com o Pirapitinga e depois com o São José estreitam as vertentes, que apresentam maior inclinação.

Figura 6 – Logradouros e cursos d'água da área urbana de Ituiutaba



Cerca de 99% dos esgotos urbanos são coletados e 90% são tratados (SAE, 2017). Contudo, ligações clandestinas à rede pluvial e vazamentos nos emissários fazem com que os dejetos acabem atingindo os córregos urbanos, impactando negativamente a qualidade ambiental pela contaminação das águas, diminuição da fauna aquática, mau cheiro e risco de doenças à população.

Todos os córregos que drenam a área urbana de Ituiutaba são afluentes do Rio Tijuco, que tem sua nascente no município de Uberaba (MG) com cota altimétrica de 950m e foz no Rio Paranaíba a 526m de altitude. Com uma bacia de 14.240,05km², abrange cerca de 27% do território do Triângulo Mineiro (SANTOS; BACCARO, 2004). O Rio Tijuco, por sua vez, é um afluente do Rio Paranaíba, que está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Paraná.

Se no século XIX o Rio Tijuco se fez importante por constituir uma rota de desbravamento do Triângulo Mineiro, nos últimos anos o rio tem garantido o abastecimento de água à população de Ituiutaba, frente ao baixo volume do Ribeirão São Lourenço (primeira opção de captação) durante os períodos de estiagem. No geral, os cursos d'água do cerrado (domínio no qual o município de Ituiutaba está inserido) diminuem consideravelmente o volume de sua vazão ao longo da estação seca; sendo que a perenidade das águas prevalece nos canais fluviais principais e secundários, ao passo que a intermitência se estabelece nos caminhos d'água de menor ordem de grandeza (AB'SABER, 2007).

Em relação à geologia, o município está inserido na Bacia Sedimentar do Paraná, assentado sobre as estruturas basálticas da Formação Serra Geral e sedimentar das formações Marília e Adamantina, do Grupo Bauru. As formações sedimentares constituem as chapadas residuais que representam as áreas mais elevadas do relevo e marcam a paisagem da região (ROCHA et al., 2001). Na área urbana, as formações sedimentares do Grupo Bauru aparecem a partir da cota altimétrica de 570m. Elas estão dispostas sobre a Formação Serra Geral, cujas rochas basálticas afloram nos leitos dos córregos São José e Pirapitinga, graças aos processos erosivos desempenhados nas camadas depositadas acima (COSTA; MARTINS, 2011).

Predominam solos do tipo latossolo, profundos e muito lixiviados devido à facilidade de percolação. Na área urbana, são encontradas variações de solos dos tipos Latossolo Vermelho-Escuro Álico de textura média, nos patamares mais elevados do relevo na parte sul e sudoeste da cidade; Latossolo Roxo Distrófico de textura muito argilosa nas zonas central e norte; e Cambissolo Eutrófico com textura argilosa em fase pedregosa no baixo curso dos Córregos São José e do Carmo, também na parte norte da cidade (EMBRAPA, 1980).

O relevo na região de Ituiutaba comporta estruturas planálticas que variam de suavemente ondulado a ondulado, com a presença de relevos tabuliformes (ou morros

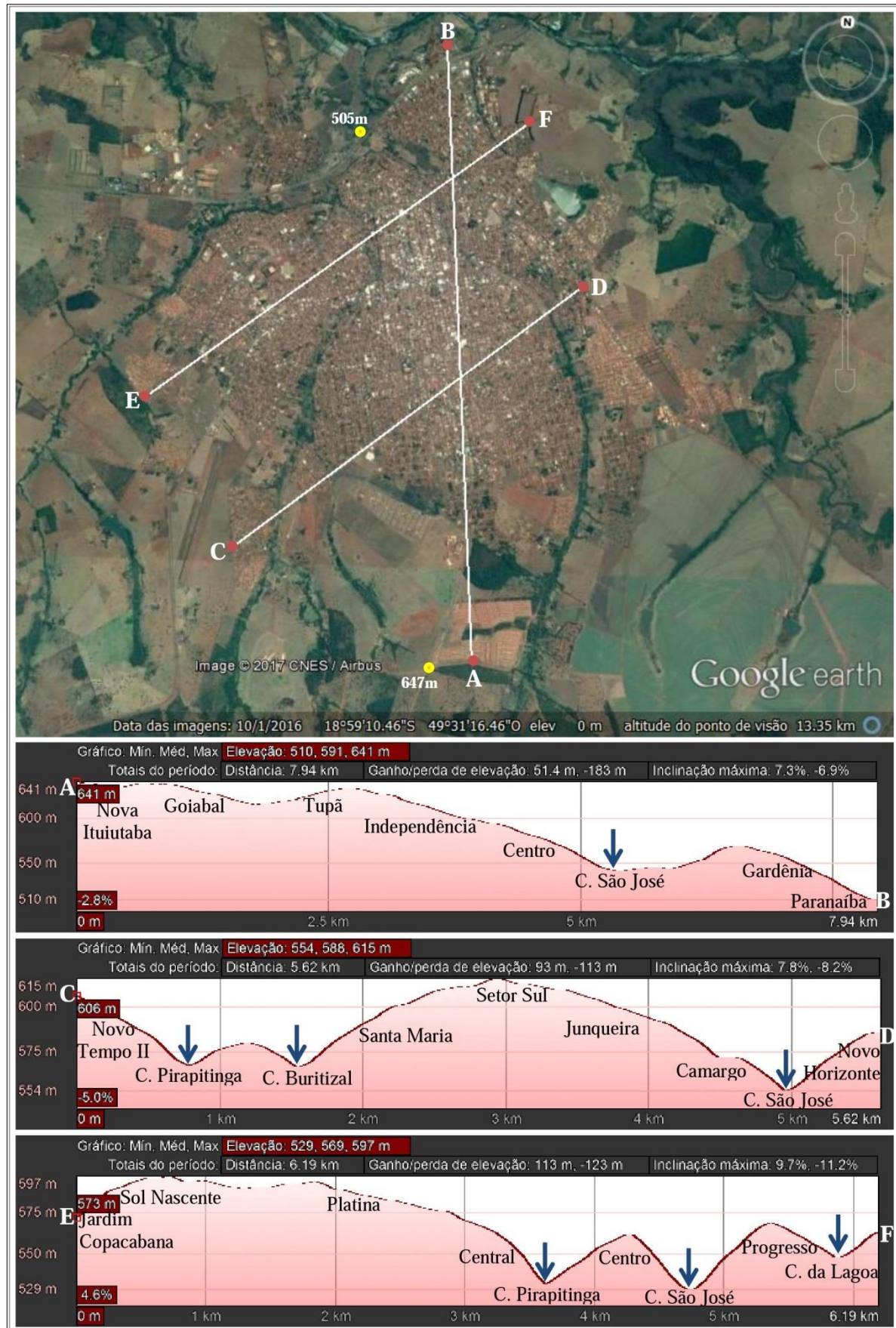
testemunhos) destacando-se na paisagem e representando a resistência das formações sedimentares. A dissecação trabalhada pela rede de drenagem conferiu à área um relevo, no geral, de declividade moderada, podendo atingir inclinação por volta dos 30% nas porções mais acidentadas do terreno (ROCHA et al., 2001).

Santos e Baccaro (2004) atribuem à alternância entre períodos de clima úmido e seco o rebaixamento do relevo, restando como indicativos de estruturas antigas as formas chamadas de mesas e tabuleiros. Novais (2011) acrescenta que estas formações possuem formato irregular, topos aplainados, bordas escarpadas que podem chegar a 150m de altura e declividade de 30° a 90°, situando-se, geralmente, nos limites das principais bacias hidrográficas da região. A atual fase climática úmida desempenha na região uma dissecação geral do relevo, observando-se o entalhamento dos talvegues onde, não raramente, encontram-se expostos derrames basálticos, e, conseqüentemente, processos erosivos atuantes nas escarpas dos chapadões e ao longo das vertentes (SANTOS; BACCARO, 2004).

Na área urbana, a composição do relevo varia entre ondulado e suavemente ondulado, conforme os trechos amostrais exemplificados pelos perfis topográficos (figura 7), que foram elaborados de modo a representar o modelado geral da superfície urbana. O perfil A-B foi traçado no sentido sul-norte e, por coincidir com a orientação da drenagem, ou seja, a mesma disposição dos interflúvios, indica um relevo suavemente ondulado. As altitudes são mais elevadas no trecho sul e diminuem ao norte nas áreas próximas ao Córrego São José e ao ponto B no fim do perfil, nas imediações do Rio Tijuco. Ao longo dos 7,94km do perfil, a elevação do terreno variou entre 641m (na parte sul) e 510m (no ponto B, ao norte), o que representa uma amplitude de 131m. A inclinação máxima observada foi de 7,3%.

Os outros dois perfis foram traçados no sentido sudoeste-nordeste, cruzando os cursos d'água urbanos. O perfil C-D representa toda a extensão da Av. Minas Gerais mais a vertente direita do Córrego São José. A intenção em se representar este trecho da área urbana de Ituiutaba se deu pelo fato de a Av. Minas Gerais constituir um grande vetor de escoamento superficial concentrado, sobretudo nos bairros Junqueira e Camargo. No sentido deste perfil, o modelado do relevo se apresenta mais ondulado do que no perfil A-B. O ponto de maior elevação se encontra no bairro Setor Sul a 615m e o mais baixo no canal do Córrego São José a 554m, o que representa uma variação de 61m de altitude ao longo de seus 5,62km. O local com maior declividade do relevo se encontra no bairro Camargo, onde foi obtida uma inclinação de 8,2%, justamente o setor da Av. Minas Gerais que mais sofre os transtornos relacionados ao escoamento pluvial.

Figura 7: Perfis topográficos da área urbana de Ituiutaba



Fonte: Google Earth, 2017. Organização: Rogério Gerolineto Fonseca.

O perfil E-F também foi elaborado no sentido sudoeste-nordeste, com extensão de 6,19km. É percebido um relevo suavemente ondulado do ponto E, na região dos bairros Jardim Copacabana e Platina, passando a ondulado na área com maior densidade da drenagem, a partir do bairro Central até o ponto F no bairro Bela Vista. A altitude mais elevada é percebida no bairro Sol Nascente a 597m e a mais baixa no Córrego São José a 529m, gerando uma amplitude de 68m. A inclinação máxima da superfície é de 11,2%, identificada na vertente esquerda do Córrego Pirapitinga.

Percebe-se que o relevo da área urbana é mais rebaixado e inclinado nos setores com maior densidade da drenagem, resultado do entalhamento do talvegue pela ação fluvial e pela erosão trabalhada ao longo das vertentes, sobretudo nas áreas próximas aos cursos d'água. As cotas altimétricas variam entre 505m, no Córrego do Carmo nas proximidades com a ponte da BR-365 (na parte norte da área urbana) e 647m no bairro Nova Ituiutaba (no extremo sul da cidade).

O clima em Ituiutaba apresenta como característica uma oscilação marcante dos estados de tempo ao longo do ano: verão quente e chuvoso e inverno ameno e seco. Nas estações de primavera e outono acontecem as transições para os períodos úmido e seco, respectivamente. Os sistemas intertropicais e polares regem o clima local, sendo eles a Massa Equatorial Continental (MEC), a Massa Tropical Continental (MTC), a Massa Tropical Atlântica (MTA) e a Massa Polar Atlântica (MPA) (MENDES; QUEIROS, 2011).

Durante o verão, atuam a MEC e a MPA, cuja interação é responsável pela ocorrência das chuvas frontais. Nessa estação, a MTA por vezes consegue exercer sua influencia na região, impondo o aumento das temperaturas e tempo estável, por ter perdido umidade até atingir o ponto em que Ituiutaba está situada, no interior do continente. Durante o verão observa-se o estabelecimento da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZACS), responsável pela formação de nebulosidade desde a Amazônia até o litoral do sudeste, provocando tempo chuvoso com duração de dias até semanas. No inverno, atuam principalmente a MTA, a MTC e a MPA. Alternam períodos com dias de temperaturas elevadas e tempo seco, graças à MTC e à MTA continentalizada e dias com temperaturas amenas quando predomina a MPA. O avanço da MPA sobre a região pode causar a formação de sistemas frontais, culminando em pancadas de chuva de baixa intensidade, sucedidas pelo estabelecimento de tempo seco, diminuição da temperatura e da umidade do ar (MENDES; QUEIROS, 2011).

Durante os meses de maio, junho e julho, as temperaturas máximas não ultrapassam os 30°C e as mínimas ficam em torno de 15°C. No restante do ano, prevalecem temperaturas médias mínimas por volta de 20°C e máximas superiores a 30°C, sendo comuns, nos dias de

primavera e verão, os termômetros registrarem temperaturas acima de 35°C (MENDES; QUEIROZ, 2011).

Em investigação sobre as características climáticas do município, Mendes e Queiroz (2011) consideram o clima local como clima de savana (Aw), segundo a classificação de Köppen, pelo fato de as temperaturas médias mensais serem sempre superiores a 18°C e por existir dois períodos bem definidos da precipitação: verão úmido e inverno seco. Os autores ainda identificam o clima em Ituiutaba, segundo a classificação de Strahler, como tropical semiúmido (ou tropical alternadamente úmido e seco), pelo fato do município estar na faixa dos 18° de latitude sul, portanto, na divisão de terras baixas e com predomínio de atuação da MEC e da MPA durante o verão e da MPA, da MTC e da MTA durante o inverno.

A cobertura vegetal é resultante da interação com as condições climáticas, pedológicas e topográficas da região, sendo encontrados vários estratos vegetais. Há desde savanas a formações florestais: cerradões, cerrados e campos nos topos do relevo e florestas-galerias ao longo dos canais de drenagem, que permanecem com solos mais úmidos mesmo durante a estiagem. Longe dos canais fluviais, as matas são encontradas nos focos de solos mais férteis e em áreas de nascentes. Os buritis, uma das marcas do cerrado, também podem estar presentes nas terras úmidas de mananciais (AB'SABER, 2007).

Mendes e Queiroz (2011, p. 355) corroboram com tais afirmações:

As formações savânicas cobriam a maior parte do município, com árvores e arbustos espalhados sobre um estrato graminoso, sem a formação de um dossel contínuo. [...] Cabe ainda destacar a ocorrência de estrato graminoso nas áreas de veredas associadas, neste caso, a ocorrência de solos hidromórficos. Quanto às formações florestais, elas estavam, no princípio, associadas aos cursos d'água que drenam o município (com destaque para os rios Tijuco e da Prata) e nos interflúvios, em manchas de solos bem drenados e de maior fertilidade, com a denominação, nesse ambiente, de Mata Seca Decídua e Semidecídua e Cerradão. (MENDES; QUEIROZ, 2011, p.355).

Troppmair (2004) salienta que, apesar de anteriormente ter se atribuído o aspecto retorcido da vegetação do cerrado aos longos períodos de estiagens, as espécies são dotadas de sistema radicular profundo, que alcança o lençol freático. Portanto, não é a escassez hídrica a responsável pelas paisagens em que predominam formações campestres, arbustivas e arbóreas esparsas, mas a baixa carga de nutrientes dos solos ácidos, com alta concentração de alumínio.

O cerrado era tido, até a década de 1960, como uma região pouco atraente para a atividade agropecuária. Com o advento da mecanização da produção agrícola e o desenvolvimento de técnicas de correção dos solos, o cerrado passou a ser intensamente

desmatado, sendo substituído por lavouras e pastagens. A ocupação da região foi acelerada com a construção de Brasília e o desenvolvimento da rede urbana na região central do Brasil, inclusive no Triângulo Mineiro (AB'SABER, 2007).

Na área urbana de Ituiutaba, muito pouco restou da vegetação original. A urbanização não foi acompanhada por um plano de arborização, o que compromete sobremaneira a qualidade de vida da população durante os meses de primavera e verão, quando são registradas temperaturas elevadas. Além disso, principalmente na área central da cidade, os solos foram excessivamente impermeabilizados, resultando em um déficit de áreas verdes permeáveis, o que potencializa a ocorrência de alagamentos e impossibilita a recarga do lençol freático.

A distribuição e a manutenção adequadas das áreas verdes deveriam ter uma atenção muito maior no planejamento das cidades. Além de se constituírem como uma das importantes estratégias na prevenção e minimização das inundações, as áreas verdes urbanas garantem outros benefícios, como a melhora do conforto térmico e redução dos níveis de poluição do ar (BRANDÃO, 2015).

Mesmo nas Áreas de Preservação Permanente (APPs), que deveriam ser protegidas, o desmatamento e a degradação ambiental se fazem evidentes. Considerando a importância das APPs para a qualidade ambiental urbana e por estarem diretamente relacionadas à dinâmica das águas pluviais, realizou-se um mapeamento da cobertura do solo nos locais em que, legalmente, deveriam ser destinadas as APPs.

A Lei nº 12.651, em seu Art. 3º, II, define a APP como sendo uma

[...] área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico da fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas; (BRASIL, 2012).

A Lei reconhece a importância de se preservar porções do espaço ocupado pelas sociedades como forma de garantir a manutenção equilibrada do ambiente e dos recursos naturais. Porém, os cursos d'água que cortam a malha urbana de Ituiutaba não têm respeitadas as APPs. Os fundos de vale, em boa parte, são ocupados tanto por residências quanto por atividades comerciais. Os trechos menos valorizados e em piores condições de conservação, apresentam sérios problemas ambientais, como inexistência de mata ciliar, despejo de esgotos sem tratamento e vários pontos com acelerados processos de erosão. Essas áreas são ocupadas por pessoas, em sua maioria, de baixa de renda.

Já as áreas marginais aos trechos canalizados dos córregos contam com um melhor conjunto de infraestruturas e por isso atraíram a população tanto para a construção de

moradias como para a implantação de estabelecimentos comerciais. De forma geral, o desrespeito às APPs resultou na degradação dos ambientes marginais aos cursos d'água e na sua intensa ocupação, aumentando os riscos da população quanto às enchentes e aos alagamentos.

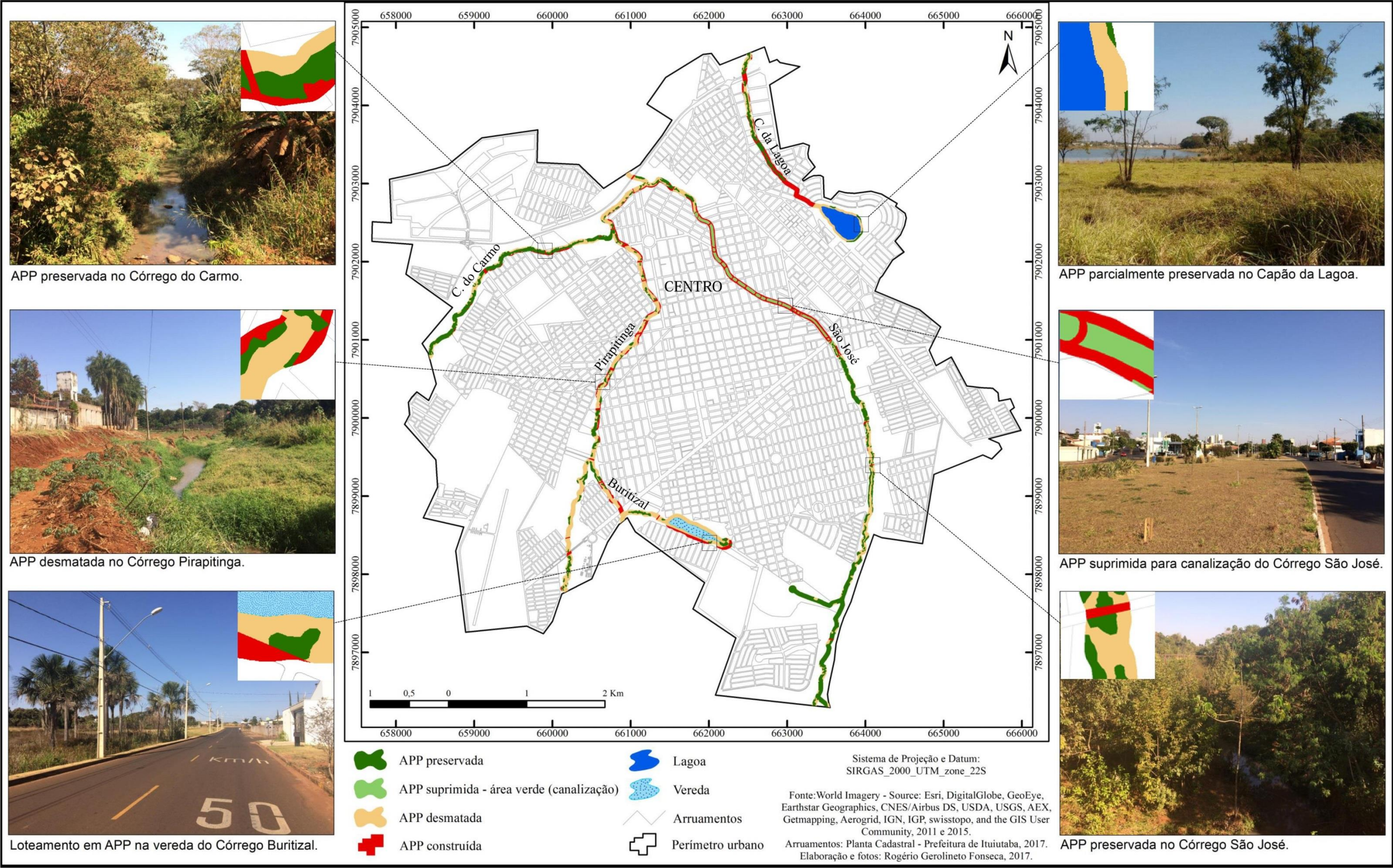
As APPs da área urbana de Ituiutaba são apresentadas no mapa da figura 8 e classificadas em quatro categorias quanto ao estágio de conservação: APP preservada; APP desmatada; APP suprimida para implantação de áreas verdes; e APP construída, englobando os terrenos cobertos por ruas, residências, comércios e calçadas. Os resultados obtidos demonstram que as APPs estão melhor preservadas nos trechos menos urbanizados, onde há a predominância das matas de galerias. À medida que os cursos dos córregos adentram a área central da cidade, a degradação das APPs fica mais intensa.

A situação é grave ao longo da APP do Córrego Pirapitinga, onde, em praticamente todo o trecho que passa pela área urbanizada de Ituiutaba, a mata galeria foi desmata (restando capim como vegetação) ou invadida para construções. Além do desmatamento, o depósito de lixo, animais mortos e ligações clandestinas de esgoto à rede pluvial, que é direcionada ao córrego, contribuem para degradar a qualidade ambiental. Além disso, o capim existente nas margens e a falta de fiscalização pelos órgãos ambientais incentivam algumas pessoas a utilizar a área para a criação de gado, registrando-se a presença de bovinos e equinos, o que representa um risco de assoreamento devido ao pisoteio desses animais nas margens desmatadas do córrego.

A lagoa na parte nordeste da cidade foi formada devido a uma antiga prática de extração de argila. A ocupação da área ao seu redor é recente e a empresa responsável pelo loteamento tem realizado a recuperação da área, que foi cercada e reflorestada, com o plantio de mudas nativas. A partir da lagoa, há um canal de drenagem que faz a ligação com o Córrego da Lagoa. O fluxo de água neste canal é intermitente, ocorrendo apenas durante o período chuvoso. Para a construção de residências no local, foram implantadas tubulações subterrâneas que fazem essa ligação entre a lagoa e o córrego. Suas margens são intensamente ocupadas e várias casas foram construídas a poucos metros do canal fluvial.

Na parte sul da cidade, o loteamento na área próxima à vereda do Córrego Buritizal também é recente. Verifica-se a construção de ruas dentro da área que deveria ser protegida. Além disso, o escoamento superficial é direcionado para dentro da vereda por meio de tubulações, tornando o ambiente passível a erosão devido à alta velocidade da água. A jusante da vereda, o córrego já apresenta sinais de erosão e assoreamento, principalmente no trecho compreendido entre a Avenida Minas Gerais e sua foz no Córrego Pirapitinga.

Figura 8: Mapa de caracterização das APPs



O Córrego do Carmo passa pela parte noroeste de Ituiutaba. O trecho até a confluência com o Córrego Pirapitinga tem a maioria de sua APP composta por mata galeria, mas com áreas invadidas pela construção de ruas e residências. Já no setor a partir do seu encontro com o Pirapitinga é evidente a deterioração das condições ambientais, sendo observados o desmatamento e a apropriação da margem direita pela implantação de uma via bem próxima ao leito do córrego, o que atraiu uma construção adensada de residências ao local.

Dentre os córregos de Ituiutaba, o São José é o que mais passou por transformações antrópicas. Tal como o Pirapitinga, ele também cruza a parte central da cidade, mas há décadas tem sido alvo de intervenções urbanísticas. O trecho sul do córrego até a Avenida Minas Gerais tem a APP em bom estado de conservação, com predomínio de mata entrecortada apenas por pontes que fazem a ligação dos bairros situados nas duas vertentes e baixa proporção de áreas construídas e desmatadas. Já os setores a partir da Avenida Minas Gerais foram intensamente alterados pela canalização do curso d'água. Aproximadamente 2.490m foram canalizados, sendo que, a partir da Av. Minas Gerais, tem-se um percurso de 550m em canalização aberta, seguido por 1.400m de canalização fechada e novamente mais 540m de canalização aberta. Nestes setores a APP foi suprimida para dar lugar à Avenida José João Dib, que se tornou uma importante via de tráfego. Nos canteiros centrais ajardinados foram construídas pistas de caminhada e implantados equipamentos de ginástica, que são muito utilizados pela população para a prática de esportes e lazer (figura 9). O trecho que segue do fim da canalização até o encontro com o Córrego do Carmo tem a APP composta de mata, gramínea e por construções de ruas, pontes e residências.

Figura 9: Pista de caminhada em trechos com canalização fechada (esquerda) e aberta (direita) do Córrego São José no canteiro central da Avenida José João Dib



Fotos: O autor, 2017.

Considerando-se a legislação ambiental que determina o dimensionamento das APPs, deveriam existir na área urbana de Ituiutaba cerca de 158,8ha (hectares) de Áreas de Preservação Permanente. Porém, o cenário encontrado contraria muito esta determinação, ocorrendo elevada proporção de usos inadequados (tabela 2).

Com base no mapeamento realizado, apenas 36,8% das APPs urbanas estão preservadas. A área desmatada (com solo exposto ou coberta por gramíneas) é a classe mais encontrada, com 41,3%. 17,2% das APPs são compostas por construções e 4,7% corresponde aos canteiros centrais ajardinados na canalização do Córrego São José.

Tabela 2: Tipos de cobertura do solo e suas respectivas áreas nas APPs em Ituiutaba

Tipo de cobertura	Área (ha)	Proporção (%)
APP desmatada	65,5	41,3
APP preservada	58,5	36,8
APP suprimida vegetada	7,5	4,7
Construção	27,3	17,2
Total	158,8	100,0

Fonte: Classificação de imagem orbital World Imagery – Esri. Org.: O autor.

Esses dados apontam para a existência de várias áreas sob o risco de sofrerem impactos negativos durante eventos chuvosos. Os locais demarcados como construídos indicam que são ocupados e/ou utilizados pela população (tanto na forma de moradias como de vias de deslocamento e prática de lazer), que pode ser surpreendida durante um evento chuvoso extremo. Além do risco à vida das pessoas, podem ocorrer prejuízos materiais resultantes de danos em veículos e nas estruturas das construções, como será exemplificado na caracterização do problema.

5.1 – Caracterização do problema

Problemas derivados de precipitações extremas e do escoamento deficitário das águas pluviais são frequentes na cidade. Eles se baseiam no rápido escoamento ao longo das vertentes e seu acúmulo nos fundos de vale. As áreas onde mais se observam esses transtornos são as margens dos córregos urbanos, sobretudo os locais mais intensamente ocupados.

O córrego São José, canalizado em boa parte de sua extensão urbana, registra alagamentos e escoamento superficial concentrado com grande frequência. O fluxo de água que chega ao local (figura 10) no momento das chuvas mais intensas impede totalmente a mobilidade da população e apresenta potencial de arrastar objetos, veículos e pessoas.

Figura 10 – Problemas de drenagem pluvial nas imediações da Avenida José João Dib:
Caçamba de construção virada pela força da enxurrada



Foto: o autor, 17/01/2016.

Há ainda, na Avenida José João Dib, problemas infraestruturais que acabam provocando alagamentos. Em alguns trechos a via apresenta depressões. Nessas áreas, formam-se bolsões que acumulam as águas do escoamento superficial quando a rede de drenagem pluvial não comporta o volume do escoamento ou quando as bocas de lobo ficam obstruídas por detritos carregados pelo próprio escoamento. Os alagamentos são comuns na avenida e chegam a invadir algumas residências e pontos comerciais. No Córrego São José não ocorrem enchentes; o problema está na rede de drenagem pluvial, que é insuficiente para captar todo o volume do escoamento superficial. Na figura 11, percebe-se que o excedente de água que corre sobre a Av. José João Dib, que as bocas de lobo não conseguem captar, passa sobre o meio-fio e se direciona à canalização do São José.

Figura 11 - Escoamento superficial em direção ao canal do córrego São José, localizado na Avenida José João Dib



Foto: O autor, 17/01/2016.

Após os eventos chuvosos, tem-se o conhecimento dos impactos causados e ficam mais claras até mesmo as suas origens. Além da sujeira carregada pelo escoamento, verifica-se, muitas vezes, a presença de detritos de variados materiais e tamanhos retidos nas grades de entrada das bocas de lobo (figura 12).

Figura 12 - Obstrução de boca de lobo que impede a drenagem das águas pluviais – Avenida José João Dib



Foto: o autor, 18/01/2016.

Resíduos sólidos, folhas e placas de asfalto são os materiais mais encontrados. Verifica-se a iniciativa dos próprios moradores em desobstruir as bocas de lobo e realizar a limpeza das vias públicas, pois as equipes da prefeitura municipal são insuficientes para promover o rápido reparo dos logradouros quando muitos locais da cidade são atingidos.

Além da sujeira, ocorre também o comprometimento da infraestrutura pública. No córrego Pirapitinga, no trecho que passa pela região central da cidade, as margens são intensamente ocupadas. O córrego não é canalizado e por não contar com matas de galerias em suas margens, durante chuvas intensas os impactos do aumento da vazão são severos (figura 13).

Como a APP não é respeitada, foram construídas residências e uma rua muito próximas ao córrego. Conforme observado na figura 13, a erosão, devido ao aumento da vazão do córrego, provocou o desabamento de suas margens, bem como de parte do logradouro, expondo a população a um elevado nível de perigo. Outros problemas são registrados, como o comprometimento da estrutura de pontes, o rompimento da tubulação de esgotos e a consequente contaminação das águas, a danificação das estruturas de proteção contra erosão das margens, a degradação de asfaltos, entre outros. Além disso, no Pirapitinga

verificam-se enchentes quando ocorrem precipitações extremas, bloqueando as pontes que fazem a ligação dos bairros da parte oeste da cidade ao centro.

Figura 13- Desabamento de parte da via que margeia o Córrego Pirapitinga



Foto: O autor, 18/01/2016.

Como visto, são vários os problemas que ocorrem na cidade de Ituiutaba relacionados ao impacto hidrometeorológico e que comprometem consideravelmente a segurança da população e a integridade de bens e de infraestruturas públicas e privadas. A seguir, serão apresentadas análises acerca do regime pluviométrico em Ituiutaba, importante para se conhecer a intensidade e a frequência das chuvas a que a população está exposta.

6 – AS PRECIPITAÇÕES EM ITUIUTABA

Por mais que sejam reconhecidas as influências das alterações do ambiente provocadas pela urbanização para a ocorrência de enchentes e alagamentos (destacadamente a impermeabilização excessiva do solo urbano), para que tais fenômenos aconteçam é primordial a ocorrência de outro fenômeno: a precipitação. Sendo assim, para se ter o conhecimento do risco hidrológico a que um ambiente urbano está submetido, é pertinente se aprofundar no conhecimento da dinâmica climática local, examinando-se a distribuição do volume de chuva e sua variação rítmica no tempo.

6.1 – A variabilidade pluvial entre 1987 e 2016

A precipitação não é regular e homogênea no decorrer do tempo. Ela apresenta variações ao longo dos dias, dos meses, dos anos. A variação da frequência e intensidade das chuvas é registrada pelas estações meteorológicas e possibilita conhecer melhor o regime das precipitações em um determinado local (ou região). Essa variação é um comportamento natural da atmosfera e é essencial para o entendimento do clima (ZAVATINNI; BOIN, 2013).

Para a cidade de Ituiutaba, os dados dos volumes de chuva dos últimos trinta anos (1987 a 2016) refletem a naturalidade dessa variação, sendo observados índices de precipitação mensais e anuais muito distintos ao longo da série histórica (tabela 3).

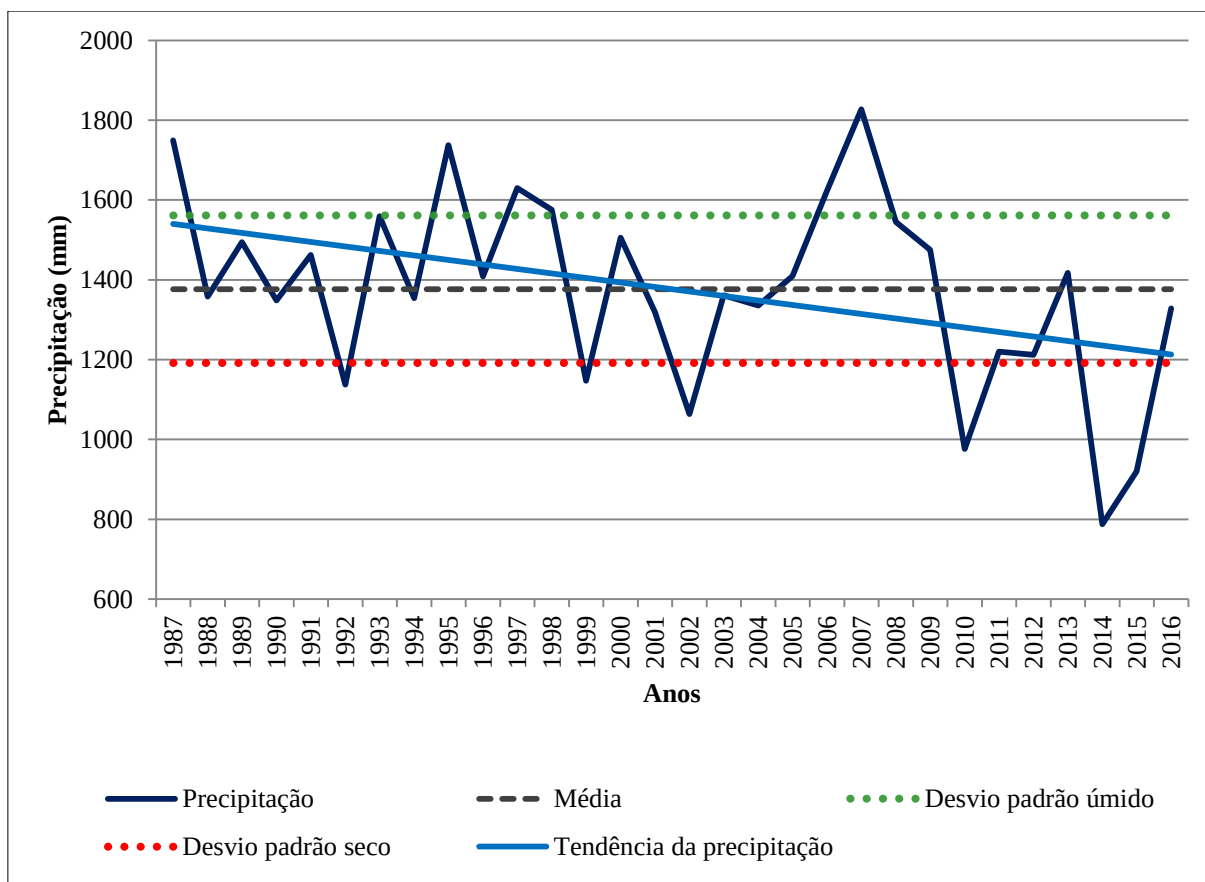
Tabela 3: Chuvas mensais e anuais em milímetros (mm) em Ituiutaba

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1987	271,6	138,5	329,3	82,7	43,8	35,0	3,0	2,2	42,0	123,9	241,4	435,7	1749,1
1988	125,3	213,8	243,3	116,6	14,3	0	0	0	0	309,6	81,8	253,8	1358,5
1989	97,0	236,9	120,6	122,1	19,8	12,2	27	22,2	21,0	71,4	234,9	509,4	1494,5
1990	361,6	142,9	127,2	81,4	56,6	25,2	13,6	23,0	88,9	144,8	181,6	101,6	1348,4
1991	361,8	307,7	398,4	77,1	4,3	0	0	0	56,0	36,8	93,2	127,4	1462,7
1992	268,6	160,6	99,9	110,7	35,6	0	0	1,8	72,5	149,9	53,3	184,7	1137,6
1993	86,2	385,8	146,4	54,6	51,6	31,4	0	90,6	168,1	118,8	208,9	217,2	1559,6
1994	219,2	108,5	209,5	108,6	21,4	8,6	26,0	0	0	84,8	198,2	369,5	1354,3
1995	352,9	517,2	170,6	94,6	168,3	29,1	0	0	10,6	70,8	143,6	180,1	1737,8
1996	354,8	169,7	184,7	41,2	91,2	27,8	2,2	7,8	85,9	93,0	255	95,5	1408,8
1997	382,4	64,6	128,6	65,8	51,6	142,6	0	0	124,9	119,8	247,8	302,2	1630,3
1998	197,8	262,4	248,8	96,2	47,4	1,4	0	94,2	13,8	290,0	124,2	199,4	1575,6
1999	321,0	212,8	173,1	45,8	5,2	13,2	0,2	0	96,4	16,2	122,6	140,6	1147,1
2000	247,4	378,6	104,9	68,4	1,9	0	9,4	7,6	61,2	38,8	342,6	245,0	1505,8
2001	188,4	69,2	173,5	133,2	121,6	3,2	0	9,1	38,6	154,9	179,8	248,3	1319,8
2002	139,3	317,9	145,4	22,4	16,8	0	3,7	20	56,5	97,3	97,6	146,8	1063,7
2003	309,7	161,1	187,4	63,8	16,5	32,6	2,0	26,1	19,9	53,9	250,8	237,2	1361,0
2004	160,6	136,1	87,5	201,5	2,5	6,7	34,6	0	0	103,7	184,3	418,5	1336,0
2005	233,0	68,9	147,9	33,1	28,9	25,2	0,2	0,2	55,9	162,2	310,6	343,5	1409,6
2006	296,5	260,4	307,5	60,5	2,8	6,7	0	12,7	79,0	274,7	120,9	201,8	1623,5
2007	426,2	205,6	98,2	47,9	12,1	8,6	58,0	0	11,2	176,3	442,5	340,5	1827,1
2008	518,6	211,4	91,7	86,2	1,1	0,3	0	0,4	6,4	189,2	138,9	300,4	1544,6
2009	352,0	219,7	221,0	45,4	7,8	6,0	2,3	2,0	15,7	91,0	146,1	366,2	1475,2
2010	212,5	110,3	152,5	17,3	4,3	6,1	5,0	0,2	19,2	75,3	173,6	200,1	976,4
2011	225,0	86,9	295,6	46,5	0	2,0	0	0	6,4	121,4	187,7	248,9	1220,4
2012	311,4	277,8	123,0	46,7	26,8	12,0	4,8	0	39,3	39,0	79,2	252,0	1212,0
2013	160,5	186,8	249,0	158,4	6,7	11,0	3,0	0	36,5	75,4	203,2	327,2	1417,7
2014	209,8	130,3	124,1	85,5	0,3	1,2	57,6	0	42,9	13,2	81,1	41,5	787,5
2015	39,3	163,0	86,1	73,6	201,5	0	8,0	0	34,9	36,5	119,5	157,7	920,1
2016	248,2	170,5	83,1	0	24,0	31,2	0	33,5	0	88,2	315,4	334,5	1328,6
Média	256,0	202,5	175,3	76,3	36,2	16,0	8,7	11,8	43,5	114,0	185,3	250,9	1376,4

Fonte: ANA (2017). Org.: O autor.

Os dados da tabela 3 indicaram para a cidade de Ituiutaba uma média anual de 1.376,4mm de chuva. Porém, houve grande variabilidade dos valores em relação à média. O maior volume de chuva foi registrado no ano de 2007 com 1.827,1mm e o ano mais seco foi observado em 2014, com 787,5mm, resultando em uma amplitude de 1.039,6mm. A variabilidade da precipitação pode ser analisada na figura 14.

Figura 14 - Precipitação anual e tendência da precipitação – Ituiutaba/MG (1987 – 2016)



Fonte: ANA (2017). Org.: O autor.

Para se estabelecer as faixas de precipitação que classificaram os anos em chuvosos, secos e habituais, foi calculado o desvio padrão médio para o conjunto dos dados, obtendo-se o valor de 185,0mm. A média de todo o período (1.376,4mm) somada ao desvio padrão determinou o limite máximo da precipitação habitual (1.561,4mm.), e, a subtração do desvio padrão em relação à média definiu o seu patamar mínimo (1.191,4mm). Desta forma consideraram-se os anos com os totais de chuvas superiores a 1.561,4mm como anos chuvosos e inferiores a 1.191,4mm como anos secos.

No período de análise, obtiveram-se seis anos chuvosos e seis anos secos, sendo o ano de 2007 o mais chuvoso, com um total de 1.827,1mm, seguido pelos anos de 1987 (1.749,1mm), 1995 (1.737,8mm), 1997 (1.630,3mm), 2006 (1.623,5mm) e 1998 (1.575,6mm). Já o ano de 2014 foi o mais seco, com apenas 761,5mm. Outros anos também considerados secos foram 2015 (920,1mm), 2010 (976,4mm), 2002 (1.063,7mm), 1992 (1.137,6mm) e 1999 (1.147,1mm). Para os demais anos, equivalentes a 60% do período, a precipitação variou dentro da faixa padrão.

Esta variação da precipitação pode estar associada à oscilação da temperatura das águas do oceano Pacífico, com os fenômenos denominados como *El Niño* (quando é verificado o aumento da temperatura das águas superficiais do oceano) e *La Niña* (nas ocasiões quando se tem a temperatura das águas abaixo do habitual). Ao longo dos 30 anos analisados foram identificados 9 episódios de *El Niño* e 9 de *La Niña* (NWS/NOAA, 2017).

Os fenômenos *El Niño* e *La Niña* se sucederam ao longo do tempo sendo verificados nos anos chuvosos, secos e habituais. O que se destaca é o fato de ter ocorrido *El Niño* em todos os seis anos em que as precipitações atingiram volumes mais acentuados do que o habitual. Contudo, para se afirmar que o *El Niño* resulta em um aumento dos volumes de chuva em Ituiutaba são necessárias análises mais aprofundadas, específicas aos fenômenos de oscilação da temperatura das águas do Pacífico, pois nos anos de 2007, 1995, 2006 e 1998, por alguns meses também se observou o fenômeno *La Niña*. Os períodos de ocorrências de *El Niño* e *La Niña* apresentam-se detalhados no Anexo A.

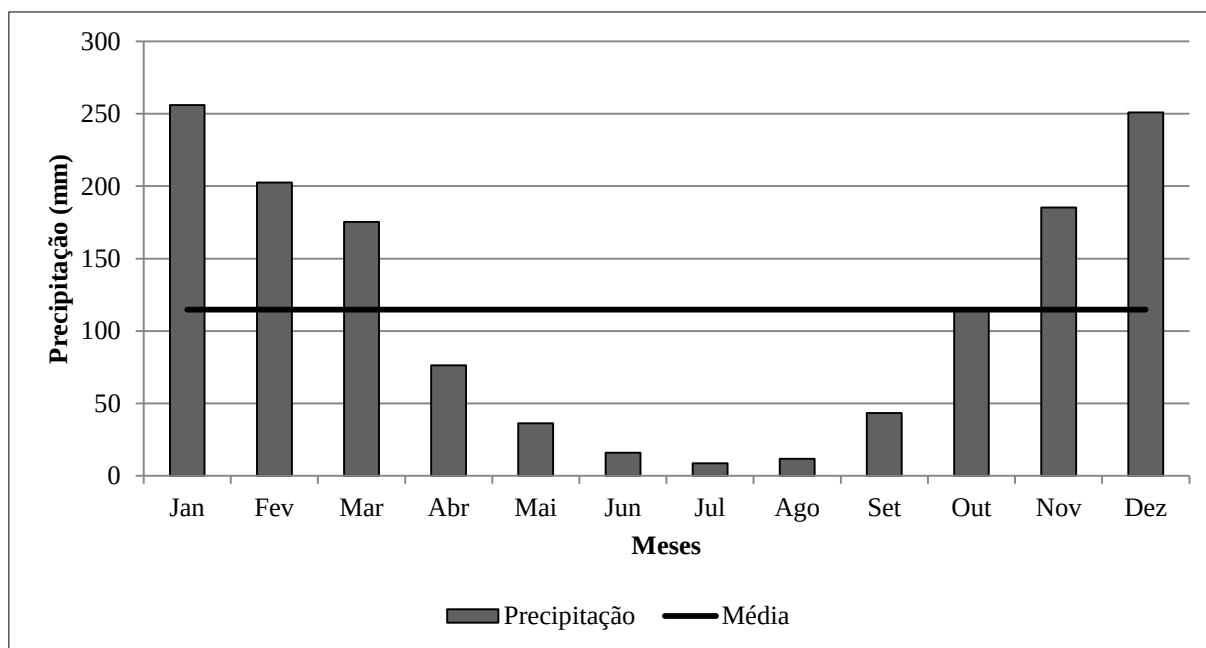
No gráfico da figura 14 é demonstrada uma oscilação do volume da precipitação ao longo de todo o período, com alguns anos registrando-se excedentes pluviais, em outros ocorrendo escassez de chuva e ainda anos em que a precipitação variou dentro de uma faixa habitual. Esse comportamento, em princípio, deve ser encarado como uma característica natural do clima em Ituiutaba. “As alterações no comportamento atmosférico de um ano para outro não significam, necessariamente, variação de clima. É imprescindível que se produzam em uma seqüência considerável de anos para definir uma tendência estatística indicadora de alteração.” (CONTI, 2000, p.19).

A tendência linear destacada no gráfico demonstra que durante o período em análise, com a variação, os volumes anuais de precipitação apresentaram uma tendência de diminuição. Assinala-se que a média decenal também indica uma queda dos totais anuais de chuva. A média da pluviosidade para o período entre 1987 e 1996 foi de 1.461,1mm, entre 1997 e 2006 foi de 1.397,2mm e entre 2007 e 2016 foi de 1.271mm.

Caso o monitoramento das precipitações registre a repetição de baixos volumes nos próximos anos, e a tendência de diminuição das chuvas se confirme, as novas pesquisas poderão confirmar ou refutar a ideia de alterações no padrão das chuvas. No momento, ainda é prematuro determinar se o clima em Ituiutaba caminha para outra categoria climática, pois, a ocorrência de volumes mais elevados de precipitação nos próximos anos poderá indicar que a variação das médias, por intervalos maiores de anos (como os decenais), seja também uma característica natural.

Em Ituiutaba, os meses chuvosos coincidem com as estações de primavera e verão, estendendo-se de outubro a março, enquanto que o período de estiagem ocorre entre abril e setembro, durante o outono e o inverno (figura 15).

Figura 15 - Média mensal de precipitação – Ituiutaba (1987 – 2016)

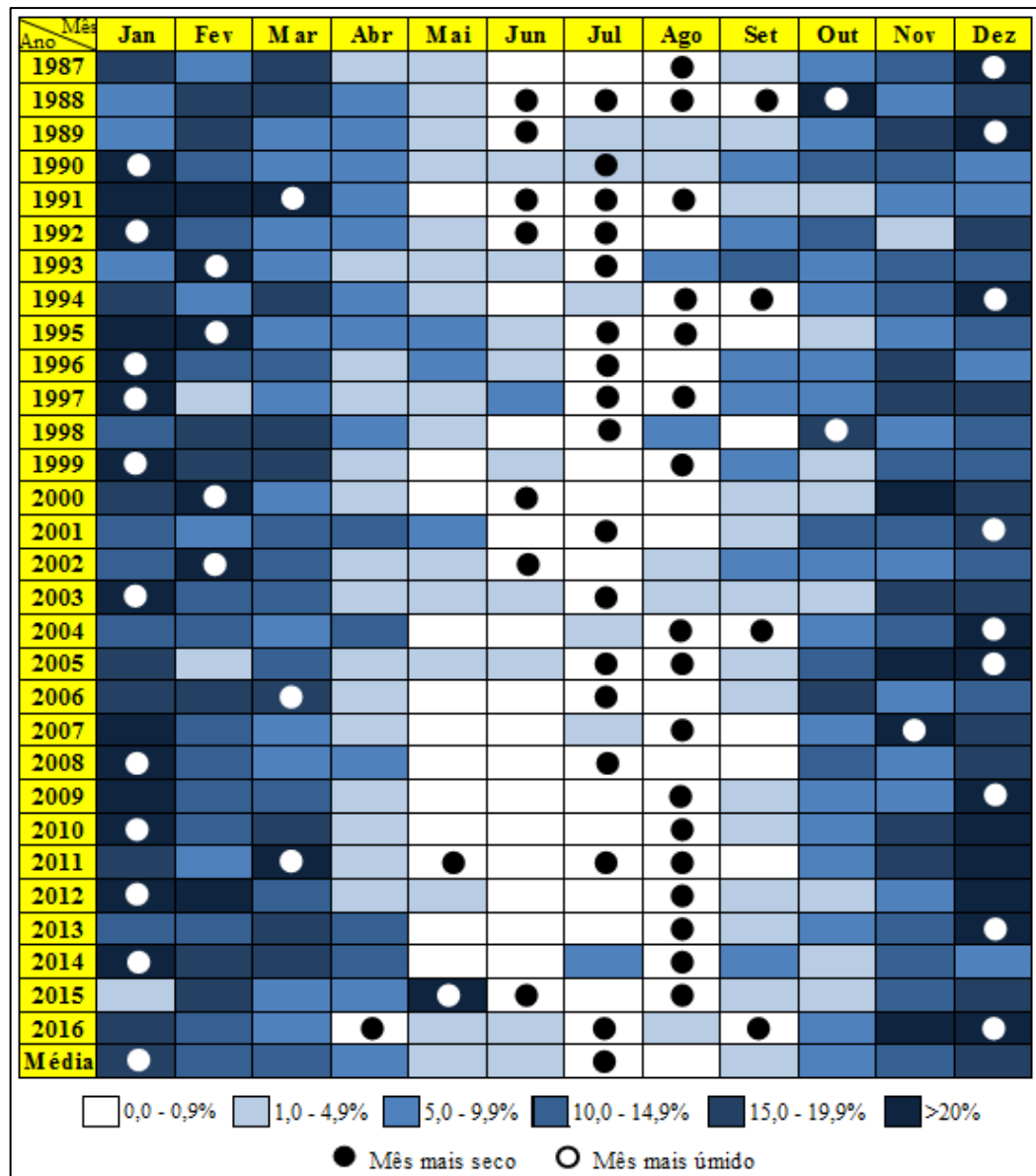


Fonte: ANA (2017). Org.: O autor.

A apreciação dos dados apontaram para Ituiutaba uma precipitação média mensal de 114mm. Com isso, os meses com precipitações médias a partir desse valor foram considerados chuvosos e os inferiores considerados secos. Com médias a partir de 114mm, os meses úmidos são janeiro (256mm), dezembro (251mm), fevereiro (202mm), novembro (185mm), março (175mm) e outubro (114mm). Já os meses secos são julho (9mm), agosto (12mm), junho (16mm), maio (36mm), setembro (43mm) e abril (66mm).

Apesar da maior frequência de chuvas nos meses de primavera e verão e estiagem durante o outono e o inverno, ocorreram variações significativas também nos índices pluviométricos de determinados meses. O mês de janeiro, apontado como o mais chuvoso (média 256mm), no ano de 2015 registrou apenas 39mm; ou seja, apenas 15,2% do volume habitual. Da mesma forma, houve uma excepcionalidade no mês de agosto em 1998; com média de 11,8mm, naquele ano foram registrados 94,2mm, um valor 798,3% maior do que o habitual. Esta variabilidade pode ser observada no pluviograma (figura 16) a seguir.

Figura 16 - Pluviograma da cidade de Ituiutaba – 1987 a 2016



Fonte: ANA, 2017. Adaptado de Schröder (1956). Org.: O autor.

O pluviograma proposto por Schröder (1956) foi adaptado para representar a distribuição mensal das chuvas em Ituiutaba ao longo dos trinta anos. Para tanto, foram criadas seis categorias representativas da proporção da precipitação ocorrida em cada mês em relação ao total observado durante cada ano. Os meses mais secos foram representados pelas quadrículas em tons mais claros e os mais úmidos em tons de azul mais escuro. Nota-se, pelas quadrículas na cor branca, uma grande quantidade de meses em que foram registrados menos de 1% do volume total de chuva dos seus respectivos anos. Os círculos preenchidos na cor preta indicam o mês mais seco observado a cada ano; bem como os círculos preenchidos na cor branca apontam o mês mais chuvoso. A construção do pluviograma é uma representação

complementar dos dados contidos na tabela 3 e permite a visualização do ritmo e da variabilidade das chuvas na escala temporal mensal, incluindo as excepcionalidades.

De acordo com o pluviograma, janeiro foi o mês que mais vezes se destacou como o mais chuvoso, 11 assinalações, seguido por dezembro com 9 e fevereiro com 4. O mês de agosto foi destacado como o mais seco por 17 vezes, julho 16 e junho 7. Em alguns anos, mais de um mês foi assinalado como o mais seco, ocasiões em que o menor volume de chuva se repetiu. Nesses episódios, aconteceu de mais de um mês não ter registrado chuvas, observando-se a repetição do valor 0mm. Como exemplo, tem-se o ano de 1988, quando os meses de junho, julho, agosto e setembro não registraram chuvas.

A má distribuição da precipitação também está evidente nos anos de 2008 e 2013, quando durante 5 meses em sequência a precipitação foi inferior a 1% do total anual; e nos anos 1991, 2000, 2006, 2009, 2010 e 2011, quando o período de forte estiagem prevaleceu por 4 meses seguidos. Já o ano de 1990 apresentou uma melhor distribuição de chuva, pois a precipitação não deixou de ser registrada em nenhum mês. Os anos de 1993 e 2003 também não passaram por períodos prolongados de estiagem severa.

O mês de abril, apesar de apresentar um baixo valor médio de precipitação, habitualmente registra volumes de chuva muito superiores aos meses de junho, julho e agosto. Porém, no ano de 2016, juntamente com julho e setembro, não registrou a ocorrência de chuvas. Já o mês de maio, considerado de baixa pluviosidade, no ano de 2015 foi o que registrou o maior volume de chuva. Isto pode ter ocorrido devido ao fato de meses como janeiro e fevereiro, que são mais chuvosos, estarem sob o efeito da escassez de chuvas que se estabeleceu em boa parte do país no ano de 2014 e início de 2015.

Após a análise da variabilidade pluvial centrada nas escalas temporais anuais e mensais, na sequência serão apresentadas as características rítmicas das precipitações extremas em escala diária, mais adequada para tratar das relações entre as chuvas e os impactos gerados no ambiente urbano.

6.2 – As precipitações extremas

Os eventos naturais extremos, apesar do avanço científico e tecnológico voltado ao monitoramento dos fenômenos da natureza, bem como da prevenção contra seus impactos, ainda constituem uma grave ameaça às populações.

“No Brasil, os de maior repercussão nas atividades humanas são de natureza climática: fenômenos relacionados às variações bruscas de temperatura, como as geadas que ocorrem nas regiões Sul e Sudeste trazem efeitos altamente negativos para a economia agrícola, enquanto que aqueles ligados às oscilações hídricas, ou seja, a episódios pluviais extremos negativos e positivos (secas e enchentes) são os mais significativos e constituem insumos, por excelência, de calamidades que causam verdadeiro impacto no meio ambiente bem como na vida social e econômica do país.” (GONÇALVES, 2015, p.69).

As precipitações extremas são fenômenos associados ao registro de volumes muito elevados de chuva. Elas constituem uma categoria dentre as manifestações meteóricas de impacto que divergem dos padrões habituais do comportamento atmosférico.

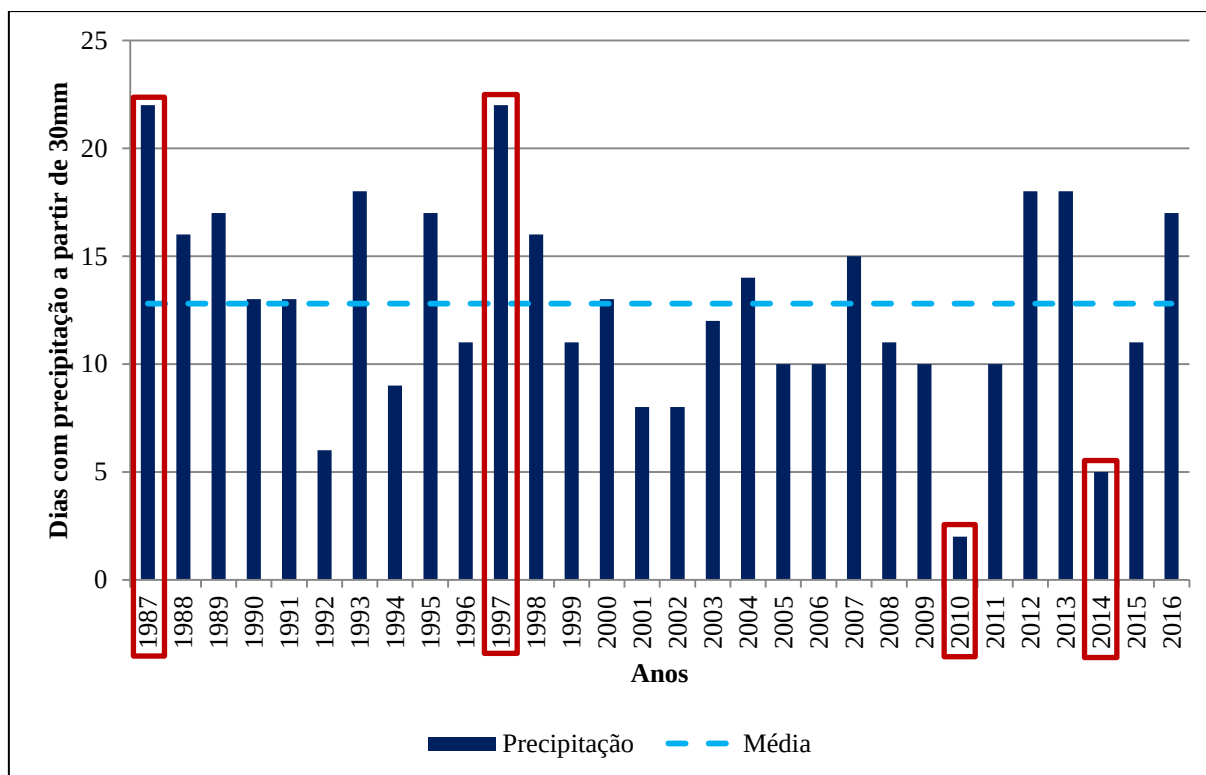
Pela sua natureza, são eventos que refletem variações extremas e formas violentas do ritmo, afastamentos ou desvios dos padrões habituais, desritmias, A [sic] variedade tipológica desses meteoros é acompanhada por irregularidades de frequência. Conforme os mecanismos de circulação regional em que se inserem, podem ser raros e até mesmo excepcionais. (MONTEIRO, 1976, p.136).

Boa parte da literatura que tem como foco as precipitações extremas nos ambientes urbanos consideram que chuvas a partir de 30mm registrados em um intervalo de 24 horas já podem causar um grande impacto na rotina de uma cidade.

Ao analisar a frequência de chuvas a partir de 30mm em Ituiutaba (ANEXO B), foram encontrados um total 383 registros para o período entre 1987 e 2016. A ocorrência de dias com tal volume de precipitação também apresentou marcante variação anual e mensal ao longo do período entre 1987 e 2016 (figura 17).

A figura 17 demonstra ter havido anos com grande quantidade de chuvas intensas e anos com escassez desses eventos. A média de precipitações a partir de 30mm/24h é de 12,8 ocorrências por ano. Porém, o registro anual de chuvas com tal intensidade teve forte variação durante o período analisado. Os anos de 1987 e 1997 foram os que apresentaram a maior quantidade de dias com chuvas intensas, ambos com 22 ocorrências. Já os anos com menos registros de chuvas intensas foram 2010 e 2014, com apenas 2 e 5 ocorrências, respectivamente.

Figura 17 - Quantidade de dias/ano com chuvas a partir de 30mm – Ituiutaba (1987 a 2016)

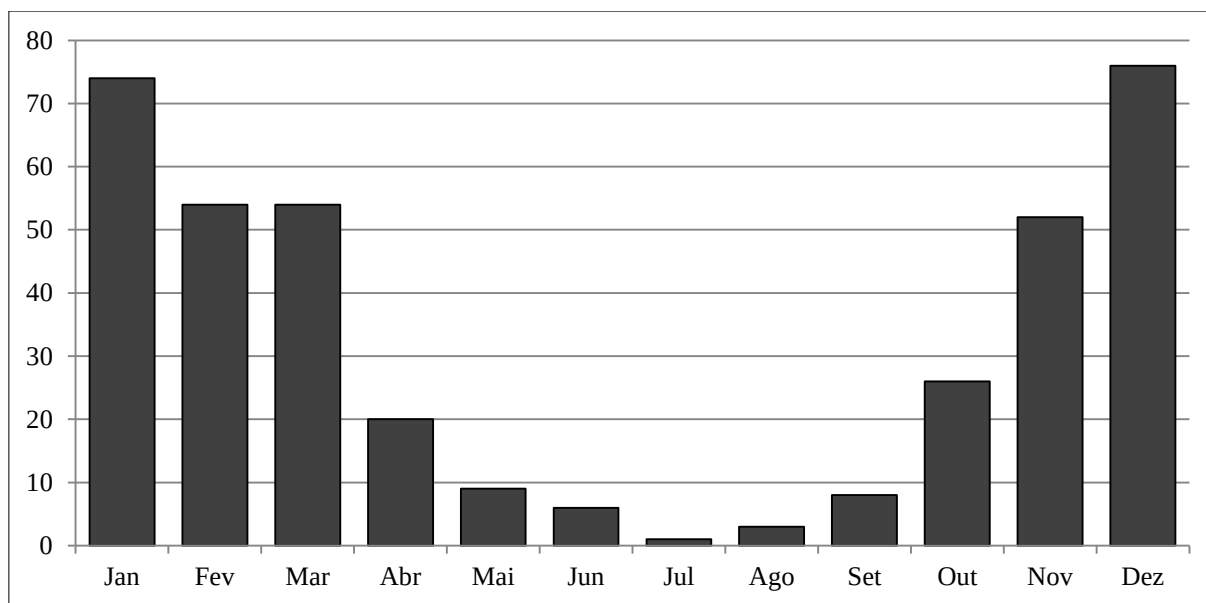


Fonte: ANA, 2017. Org.: O autor.

No gráfico dos totais anuais de precipitação (figura 14) verifica-se que os anos de 1987 e 1997 foram considerados chuvosos, por terem registrado totais de precipitação bem superiores à média anual, e, os anos de 2010 e 2014 foram considerados secos, com precipitações muito abaixo da média. Nesses anos, o volume anual de precipitação e a quantidade de ocorrências de chuvas intensas indicaram a seguinte relação: anos úmidos registraram mais dias com chuvas intensas, ao passo que anos secos contaram com poucas ocorrências de precipitações concentradas.

A quantidade de dias por mês com chuvas a partir de 30mm ao longo do período analisado também demonstra grande oscilação ao longo do ano (figura 18). Os meses que concentraram a maior quantidade de dias com chuvas intensas foram dezembro com 76 ocorrências (19,84% do total) e janeiro com 74 (19,32%). Os meses que obtiveram os menores índices foram julho com 1 ocorrência (0,26%) e agosto com 3 (0,78%).

Figura 18 - Distribuição mensal dos dias com chuvas a partir de 30mm



Fonte: ANA, 2017. Org.: O autor.

Comparando-se o gráfico da distribuição mensal das precipitações intensas (figura 18) com o das médias mensais da precipitação (figura 15), percebe-se uma grande semelhança entre suas variações. A estação mais úmida (de outubro a março) concentrou a maior parte das ocorrências de dias com chuvas a partir de 30mm, o equivalente a 87,7% das 383 ocorrências. Já o período tipicamente seco (abril a setembro) contou com apenas 12,3% do total de dias com chuvas a partir de 30mm. A tabela 4 indica a tendência de serem mais frequentes as precipitações mais leves, diminuindo a sua ocorrência à medida que se eleva a faixa de precipitação.

Tabela 4: Frequência de dias com precipitação a partir de 30mm – 1987 a 2016

Faixa de precipitação	Ocorrências	Porcentagem
Acima de 100mm	4	1,04
90 a 99,9mm	9	2,35
80 a 89,9mm	6	1,57
70 a 79,9mm	19	4,96
60 a 69,9mm	29	7,57
50 a 59,9mm	50	13,05
40 a 49,9mm	89	23,24
30 a 39,9mm	177	46,21
Total	383	100

Fonte: ANA, 2017. Org.: O autor.

Dentre as precipitações extremas, a faixa que mais concentrou ocorrências foi a mais baixa, entre 30 e 39,9mm, com 177 registros; o que representa quase a metade (46,21%) de todas as precipitações a partir de 30mm. Na faixa mais extrema de precipitações, aquelas acima de 100mm, foram registradas apenas 4 ocorrências em trinta anos; o que equivale a 1,04% do total.

Na tabela 5 estão representados a frequência, o tempo de retorno e a recorrência de alguns índices pluviométricos diários a partir de 30mm. Para melhor entendimento da representatividade temporal apresentada na frequência e no tempo de retorno, na coluna da recorrência a quantidade de dias foi convertida em anos e meses.

Tabela 5: Recorrência de volumes de precipitação em Ituiutaba-MG

Precipitação (mm)	Ordem	Frequência para o período (%)	Frequência em dias com chuva (%)	Tempo de retorno (dias)	Recorrência
154	1	0,0091	0,0321	10958	1 vez a cada 30 anos
109	2	0,0183	0,0643	5479	1 vez a cada 15 anos
108	3	0,0274	0,0964	3653	1 vez a cada 10 anos
102	4	0,0365	0,1285	2740	1 vez a cada 7 anos e meio
90	13	0,1186	0,4177	843	1 vez a cada 2 anos e 3 meses
80	19	0,1734	0,6105	577	1 vez a cada 1 ano e 7 meses
70	38	0,3468	1,2211	288	1,3 vezes ao ano
60	67	0,6114	2,1530	164	2,4 vezes ao ano
50	117	1,0677	3,7596	94	4 vezes ao ano
40	206	1,8799	6,6195	53	7 vezes ao ano
30	383	3,4952	12,3072	29	13 vezes ao ano

Fonte: ANA, 2017. Org.: O autor, 2017.

A partir do cálculo da frequência, foi obtida a probabilidade de ocorrerem chuvas em cada faixa de precipitação. Portanto, as chances de, em um dia qualquer, ocorrer novamente uma precipitação que iguale ou supere os 154mm é muito baixa, igual 0,0091%. À medida que se diminui o volume da precipitação, as probabilidades aumentam, sendo de 3,5% para chuvas de 30mm.

Aplicando-se a mesma equação somente para os dias em que ocorreram chuvas, as probabilidades aumentam. No decorrer dos 30 anos analisados, foram registrados 3.112 dias com chuvas. Portanto, sem considerar as condições atmosféricas e a sazonalidade da precipitação, a chance de, no próximo episódio chuvoso, o volume se igualar ou superar os

154mm é de 0,03%. Já para uma chuva que supere ou iguale 30mm a probabilidade é de 12,3%.

Quanto à recorrência das chuvas, a tabela aponta que o maior índice pluviométrico (154mm) registrado apenas uma vez ao longo da série histórica, tende a ocorrer uma vez a cada trinta anos. Precipitações iguais ou superiores a 30mm ocorreram 383 vezes; o que leva a entender que chuvas a partir desse volume ocorrem, em média, 13 vezes ao ano.

Como se pode observar na tabela 6, os meses em que mais ocorreram precipitações foram janeiro (57,5% dos dias), dezembro (54,6%) e fevereiro (51,5%); e os meses com menos ocorrências foram julho (3,2%), agosto (5,2%) e junho (5,6%). Para o período de 30 anos, os dias com chuvas representaram 28,4% do total.

Tabela 6: Distribuição mensal dos dias com chuvas e dos dias com chuvas a partir de 30mm

	Total de dias	Dias com chuvas	% dias c/ chuva	Dias c/ 30mm	% dias c/ 30mm em relação ao total de dias	% dias c/ 30mm em relação aos dias c/ chuva
Jan	930	534	57,4	74	8	13,9
Fev	848	437	51,5	54	6,4	12,4
Mar	930	388	41,7	54	5,8	13,9
Abr	900	193	21,4	20	2,2	10,4
Mai	930	108	11,6	9	1	8,3
Jun	900	50	5,6	6	0,7	12
Jul	930	30	3,2	1	0,1	3,3
Ago	930	48	5,2	3	0,3	6,3
Set	900	149	16,6	8	0,9	5,4
Out	930	272	29,2	26	2,8	9,6
Nov	900	395	43,9	52	5,8	13,2
Dez	930	508	54,6	76	8,2	15
Total	10958	3112	28,4	383	3,5	12,3

Fonte: ANA, 2017. Org.: O autor, 2017.

A frequência mensal das chuvas a partir de 30mm foi mais elevada nos meses em que tanto o volume da precipitação quanto a quantidade de dias com registros de chuva foram maiores. O mês que mais registrou chuvas intensas foi dezembro; as 76 ocorrências representam que em 8,2% do total de dias choveu a partir de 30mm. Outros meses em que foram frequentes as chuvas intensas foram janeiro (8%), fevereiro (6,4%), março e novembro (ambos com 5,8%). Os meses em que as chuvas intensas foram menos frequentes foram julho (0,1%), agosto (0,3%) e junho (0,7%). A ocorrência de dias com chuvas a partir de 30mm foi de 3,5% do total de dias da série histórica.

A tabela apresenta ainda a porcentagem das ocorrências de chuvas a partir de 30mm em relação aos dias em que foram registradas precipitações. A dinâmica pluvial dos 30 anos

observados serviu para se conhecer a probabilidade de, em um dia com chuva, se alcançar ou superar o volume de 30mm. Percebe-se que as chances são maiores para o mês de dezembro (15%), janeiro e março (13,9% cada). Os meses em que é menos provável que os episódios chuvosos alcancem os 30mm são julho (3,3%), setembro (5,4%) e agosto (6,3%).

O conhecimento desses dados é de suma importância para a organização territorial do espaço urbano em Ituiutaba. Os 154mm do índice máximo de precipitação registrado, apesar de ter ocorrido apenas uma vez, não deve ser desprezado; pois, se já aconteceu uma vez, é possível que um evento chuvoso de mesma dimensão possa ocorrer novamente. Perante isso, cabe à administração municipal conduzir o uso e ocupação do espaço de modo que a infraestrutura urbana suporte eventos dessa magnitude, diminuindo os riscos ao qual a população está submetida.

Entendendo as inundações como um fenômeno que denota desajuste no funcionamento dos sistemas hidrológicos de ambientes urbanos, identifica-se que sua ocorrência está relacionada, majoritariamente, aos eventos chuvosos extremos, estabelecendo relação ao exposto por Christofolletti (1979, p. 63)

A análise dos eventos raros, de baixa frequência e elevada magnitude, representa outro aspecto no estudo das características das entradas e saídas. Todo fluxo através do sistema provoca algum efeito, mas essas mudanças variam grandemente com a intensidade de entrada. Em sua ajustagem, o sistema é capaz de absorver determinada amplitude de variação sem que ocorra alterações. Quais são esses limites permissíveis aos sistemas? Determinar a magnitude dos eventos que são os mais efetivos para provocar modificações no sistema é, ainda, questão em aberto. [...].

Portanto, nos geossistemas urbanos, deve-se dar maior atenção aos elementos passíveis de controle (impermeabilização, galerias pluviais e uso do solo, como exemplos), tendo em vista a prevenção mais efetiva contra os problemas decorrentes da drenagem pluvial. O próximo capítulo dá continuidade a essa discussão abordando os impactos das precipitações já registrados sobre a população urbana em Ituiutaba.

7 – O IMPACTO HIDROMETEÓRICO EM ITUIUTABA

As precipitações extremas são as que mais causam impactos no ambiente urbano, podendo resultar na perda de vidas e elevados prejuízos materiais. Em uma cidade, elas podem comprometer a estrutura de edificações comerciais e residenciais, causar danos à infraestrutura urbana, interromper a circulação de pessoas e veículos, além de destruir alimentos, roupas, móveis e mercadorias em geral.

Gonçalves (2015) indica que apesar do rápido avanço tecnológico assistido nas últimas décadas e da dedicação da comunidade acadêmica em se compreender cada vez mais as dinâmicas da natureza, ainda é elevado o grau de vulnerabilidade das sociedades frente aos “eventos naturais extremos”, dentre eles as precipitações. Para a autora, isso ocorre porque se por um lado há o progresso científico, por outro também é crescente a aglomeração de pessoas nas áreas urbanas, bem como sua concentração em áreas inapropriadas ao assentamento humano, ficando, portanto, mais vulneráveis. Neste cenário, ao se desencadearem eventos naturais mais intensos, tem-se como consequência prejuízos às economias locais e às pessoas atingidas.

A cidade de Ituiutaba já foi acometida por eventos chuvosos que culminaram em prejuízos e transtornos à população. O registro mais antigo é relativo à forte chuva ocorrida no final de novembro de 1902. Uma enchente no rio Tijuco fez com que a ponte de madeira que dava acesso à cidade fosse levada pela força das águas. A primeira ação foi construir rapidamente uma embarcação presa por cabos de aço em ambas as margens, funcionando como uma espécie de balsa. Contudo, a mesma não suportou o intenso fluxo de pessoas e mercadorias. Rapidamente começaram a faltar mantimentos, fazendo com que a população enfrentasse um racionamento emergencial até a construção de outra embarcação mais resistente. A construção de uma nova ponte aconteceu somente no ano seguinte (ITUIUTABA, 2001).

O episódio mais emblemático, e que ainda é relatado pelas pessoas que o assistiram, ocorreu em 28 de janeiro de 1958. Na ocasião, a forte tempestade danificou novamente a ponte sobre o rio Tijuco e uma enchente fez desabar um de seus pilares de sustentação, resultando na interrupção do tráfego de veículos. A interdição da ponte provocou a formação de filas de veículos nos dois sentidos da rodovia BR-365 (figura 19) e sua travessia, tanto de pessoas quanto de mercadorias, se dava a pé (DIÁRIO REGIONAL, 2000).

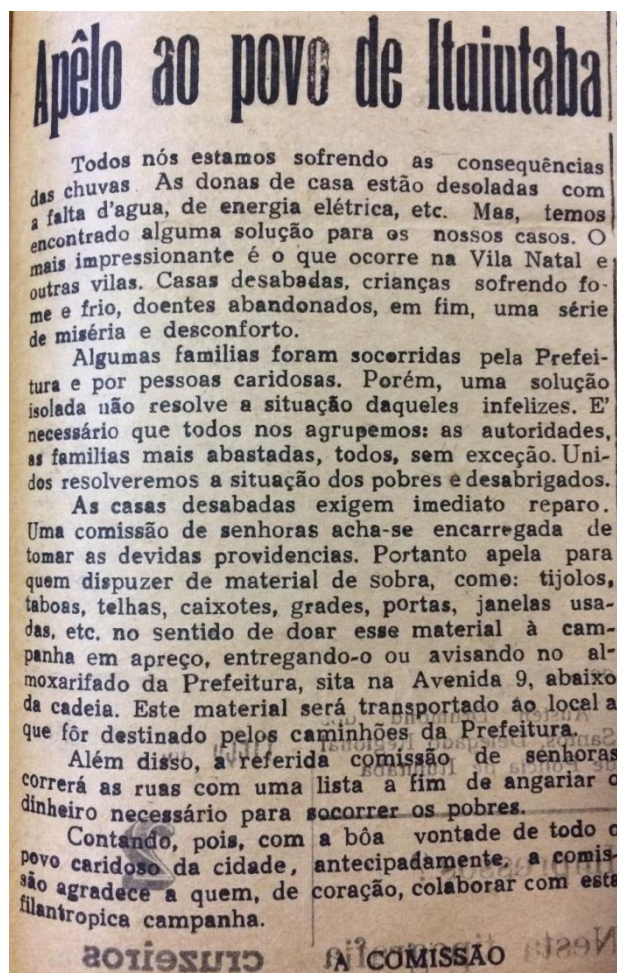
Figura 19 - Interdição do tráfego de veículos sobre o Rio Tijuco – 1958



Fonte: Diário Regional, 2000.

Detalhes do impacto que esta chuva gerou à população foram relatados pelos jornais da época (figura 20). Houve interrupção no abastecimento de água e no fornecimento de energia por vários dias, visto que a casa de máquinas da Usina Hidrelétrica Salto do Morais, localizada no Rio Tijuco, foi inundada e os equipamentos de geração de energia ficaram danificados. Várias casas desabaram deixando famílias desabrigadas e em estado de extrema necessidade (FOLHA DE ITUIUTABA, 1958).

Figura 20 - Relato das consequências da chuva de 28/01/1958 pela imprensa de Ituiutaba



Fonte: Folha de Ituiutaba (1958).

À época, ainda não haviam em Ituiutaba estações meteorológicas que registrassem o volume das chuvas, e por isso, não se sabe ao certo qual foi o volume da precipitação naquele episódio. Posteriormente, ocorreram outros eventos chuvosos que também causaram um forte impacto à população urbana, que serão abordados de forma mais detalhada na sequência.

7.1 – Impactos pluviais registrados pelo Corpo de Bombeiros

Com o intuito de se conhecer os problemas relacionados à drenagem pluvial em Ituiutaba, foi realizada busca junto aos arquivos do Corpo de Bombeiros Militar-MG, Batalhão de Ituiutaba. Ao selecionar os dados, foi verificado que a instituição não realiza uma classificação específica do tipo de impacto causado pelas chuvas; diferentes fenômenos são registrados em uma só categoria: alagamento/enchente/inundação (A/E/I). O que aparece

melhor detalhado é o tipo de atendimento prestado pela instituição, sendo classificado em cinco maneiras: A/E/I, perigo de A/E/I, resgate de bens em A/E/I, resgate de pessoas em A/E/I e resgate misto em A/E/I.

O banco de dados foi composto por registros a partir do ano 2000, disponibilizados no formato de tabela eletrônica em arquivo Access. O acesso aos 17 anos de dados permitiu identificar 86 ocorrências relacionadas ao acúmulo das águas pluviais em superfície na cidade de Ituiutaba (ANEXO C). Para cada ocorrência, constam informações referentes ao tipo de chamado, local, data e horário, além de demais campos de identificação referentes aos registros internos da corporação. Das 86 ocorrências, 37 foram de A/E/I, 26 de perigo de A/E/I, 8 de resgate de bens em A/E/I, 14 de resgate de pessoas em A/E/I e 1 de resgate misto (bens e pessoas) em A/E/I (tabela 7).

Tabela 7: Ocorrências relacionadas a alagamentos/enchentes/inundações registradas pelo Corpo de Bombeiros Militar-MG na cidade de Ituiutaba – 2000 a 2016

Ano	A/E/I	Perigo de A/E/I	Resgate de bens em A/E/I	Resgate de pessoas em A/E/I	Resgate Misto em A/E/I	Total
2000	15	5	0	0	0	20
2001	0	0	0	0	0	0
2002	0	0	0	1	0	1
2003	0	5	0	0	0	5
2004	0	4	4	3	0	11
2005	0	2	3	8	0	13
2006	1	1	1	1	0	4
2007	0	4	0	0	1	5
2008	9	2	0	0	0	11
2009	1	2	0	0	0	3
2010	2	1	0	0	0	3
2011	1	0	0	0	0	1
2012	0	0	0	0	0	0
2013	6	0	0	0	0	6
2014	0	0	0	0	0	0
2015	1	0	0	0	0	1
2016	1	0	0	1	0	2
Total	37	26	8	14	1	86

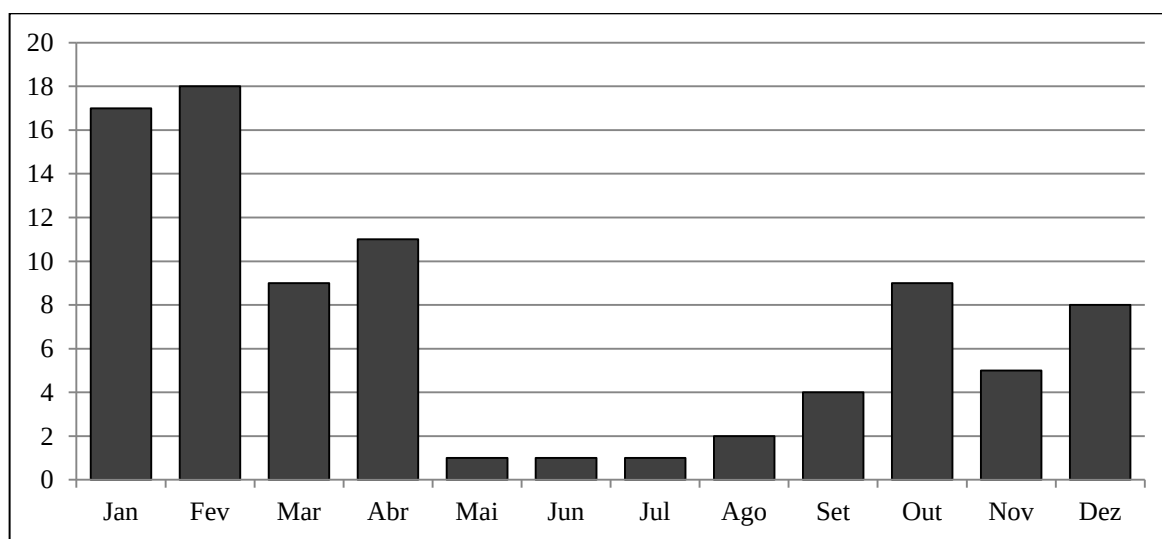
Fonte: Corpo de Bombeiros Militar-MG. Org.: O autor.

Considerando-se a distribuição anual das ocorrências do Corpo de Bombeiros com o volume anual das precipitações, nota-se que para os anos com mais registros o índice pluviométrico foi superior aos anos com menos registros. Em todo o período, o ano em que foi registrado maior quantidade de ocorrências foi 2000, com 20 registros e 1505,8mm;

seguido por 2005, com 13 registros e 1409,6mm; 2008 com 11 ocorrências e 1544,6mm; 2004, com 11 ocorrências e 1336,0mm; 2013, com 6 ocorrências e 1417,7mm; 2003, com 5 ocorrências e 1361,0mm e 2007, com 5 ocorrências e 1827,1mm. Já os anos que registraram menos ocorrências foram 2001, 2012 e 2014, com nenhuma ocorrência e 1319,8mm, 1212,0mm e 787mm, respectivamente; 2002, com 1 ocorrência e 1063,7mm; 2015, com 1 ocorrência e 920mm e 2011, com 1 ocorrência e 1220,4mm.

A distribuição dessas ocorrências ao longo do ano se deu de forma concentrada em alguns meses (figura 21). Os meses com mais ocorrências foram fevereiro com 18 ocorrências e janeiro com 17. Os meses com menos registros foram maio, junho e julho com apenas 1 ocorrência cada. Percebe-se que os meses com mais ocorrências coincidem com o período habitualmente chuvoso e os meses com menos ocorrências com o período predominantemente seco.

Figura 21 - Distribuição mensal das ocorrências registradas pelo Corpo de Bombeiros relacionadas a Alagamento/Enchente/Inundação na cidade de Ituiutaba – 2000 a 2016



Fonte: Corpo de Bombeiros Militar-MG. Org.: O autor.

Contudo, abril e outubro, meses que são intermediários em relação ao volume de chuva, concentraram uma considerável quantidade de ocorrências. O mês de abril (7º mais chuvoso) foi o 3º em quantidade de ocorrências e o mês de outubro (6º mais chuvoso) foi o 4º em ocorrências. Isto indica que as chuvas que ocorrem nos períodos de transição entre a estação úmida e a estação seca possuem grande capacidade de impactar a população. O mês de abril marca o fim do período chuvoso e início da estação seca; e o mês de outubro a retomada da temporada úmida. Ademais, os meses que marcam a transição entre os períodos

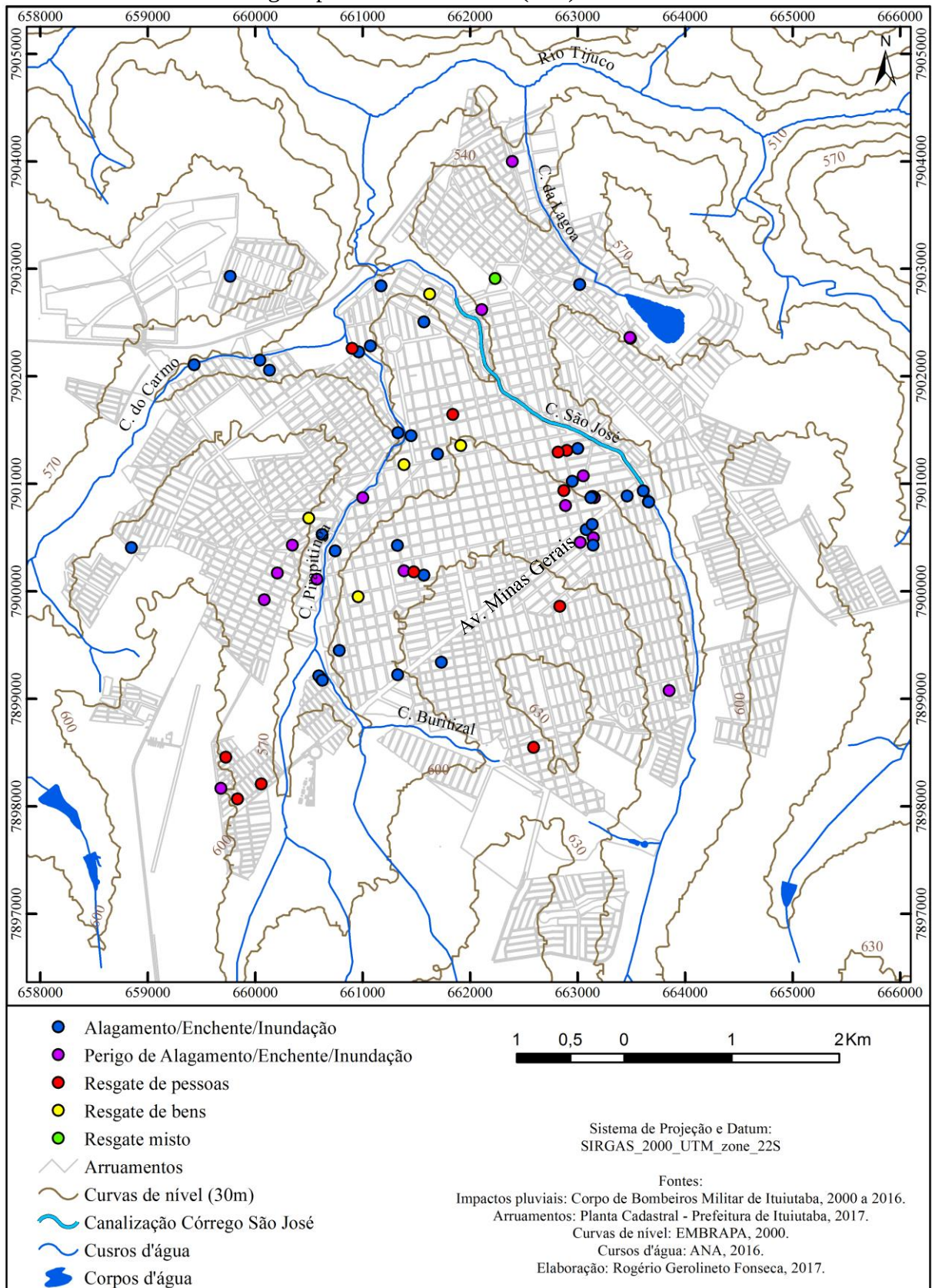
secos e chuvosos variam anualmente, e com isso, pode ocorrer de as chuvas adiantarem ou atrasarem o início e o fim de suas temporadas.

Das ocorrências registradas pelo Corpo de Bombeiros, algumas não puderam ser mapeadas devido a insuficiência de informações referentes aos seus respectivos endereços. Desta forma, das 86 ocorrências, 71 foram mapeadas (figura 22), sendo: 29 da categoria alagamento/enchente/inundação, 23 de perigo de alagamento/enchente/inundação, 12 de resgate de pessoas, 6 de resgate de bens e 1 de resgate misto.

A espacialização dos dados do Corpo de Bombeiros aponta para a dispersão dos registros de todas as categorias de ocorrências pela área urbana de Ituiutaba, não sendo possível indicar que um tipo específico de chamado concentra-se em determinado local/área da cidade. No geral, percebe-se que há um agrupamento de variados tipos de ocorrências na região da Avenida Minas Gerais, nas proximidades da canalização do Córrego São José e ao longo das vertentes do Córrego Pirapitinga. Esses locais possuem elevada proporção de solos impermeáveis devido ao adensamento das construções. Além disso, são predominantes nos patamares inferiores do relevo, dos fundos de vale até aproximadamente a metade das vertentes; o que indica que as ocorrências estão relacionadas à impermeabilização da superfície e à configuração do relevo.

Apesar de o Corpo de Bombeiros ter registrado uma quantidade considerável de transtornos decorrentes do impacto pluvial, os dados não são suficientes para se analisar a real dimensão do problema. Os registros que compõem o banco de dados são gerados a partir de chamados realizados pela população. Portanto, as ocorrências levantadas são relativas apenas aos atendimentos prestados pela corporação. Desta forma, os impactos pluviais que não foram informados ao Corpo de Bombeiros não possuem registros, indicando que os problemas resultantes da deficiência da drenagem pluvial podem ser muito maiores e mais numerosos. Por isso, o levantamento de dados relativos aos impactos pluviais foi complementado pela busca em outras fontes de informação, como as notícias publicadas pela imprensa.

Figura 22 - Localização das ocorrências do Corpo de Bombeiros Militar relacionadas à drenagem pluvial em Ituiutaba (MG) – 2000 a 2016

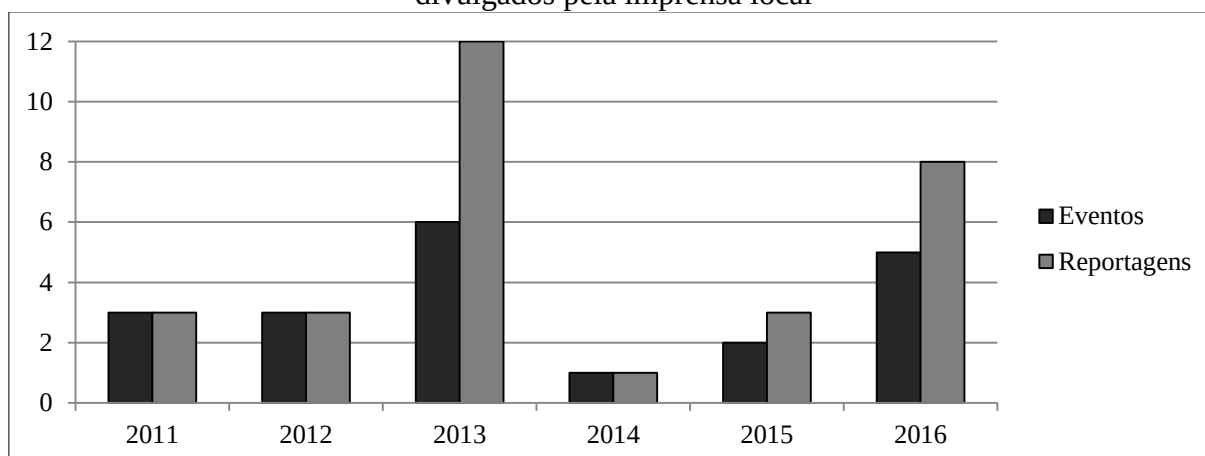


7.2 – Impactos pluviais registrados pela imprensa

A busca por reportagens referentes aos impactos causados pelas chuvas na cidade de Ituiutaba possibilitou conhecer os tipos e a magnitude dos problemas causados pelas precipitações, bem como sua espacialização na área urbana. Entre 2011 e 2016 foram encontradas trinta reportagens (ANEXO D), relativas a vinte eventos chuvosos.

A ocorrência desses fenômenos se deu de forma irregular ao longo dos seis anos considerados (figura 23). Enquanto que o ano de 2013 concentrou seis episódios chuvosos causadores de danos, o ano de 2014 registrou apenas um. Percebe-se ainda que nos anos com maior quantidade de precipitações danosas, houve também uma maior atenção da imprensa na cobertura dos transtornos causados pelas chuvas, com a produção de mais reportagens por diferentes veículos de comunicação.

Figura 23 - Quantidade anual (2011 – 2016) de eventos chuvosos causadores de transtornos divulgados pela imprensa local



Fonte: Veículos de comunicação (2011 - 2016). Org.: O autor.

Para relacionar os dados de chuva com os impactos pluviais, foi selecionado o período entre 2011 e 2016 (tabela 8), por haver dados para as duas variáveis.

Tabela 8: Dados mensais da precipitação média (mm) e dos totais de eventos chuvosos com ocorrência de transtorno – Ituiutaba/MG (2011 - 2016)

Meses	Precipitação	Eventos	Meses	Precipitação	Eventos
Jan	199,0	7	Jul	12,2	0
Fev	169,2	1	Ago	5,6	0
Mar	160,2	1	Set	26,7	0
Abr	68,5	1	Out	62,3	3
Mai	43,2	0	Nov	164,4	6
Jun	9,6	1	Dez	227,0	0

Fonte: ANA (2017); Veículos de comunicação (2011 - 2016). Org.: o autor.

A análise da tabela 8 permite concluir que durante os meses mais chuvosos houve maior quantidade de chuvas que culminaram em maiores danos, ao passo que nos meses mais secos, esse tipo de chuva praticamente não ocorreu. O mês de janeiro apresentou o segundo maior valor médio de precipitação (199mm) e a maior quantidade de registros de chuvas causadoras de transtornos (7). O mês de novembro, também com elevado índice pluvial (164,4mm), foi o segundo em maior número de chuvas que acarretaram transtornos (6). Durante meses mais secos, agosto (5,6mm) e julho (12,2mm) não foi verificada a ocorrência de nenhum evento chuvoso com impacto danoso. Porém, observam-se algumas exceções; no mês de dezembro, o mais úmido (227mm) também não foi registrada pela imprensa nenhuma ocorrência de transtorno relacionado às chuvas. Todavia, o mês de junho, mesmo possuindo um baixo índice médio de precipitação (9,6mm), registrou uma ocorrência de chuva com transtornos. Esta ocorrência se deu no ano de 2016, quando se observou para o mês de junho um volume de chuva de 31,2mm, portanto, bem acima da média para o período (9,6mm).

Aplicando a mesma análise para a distribuição dos eventos chuvosos e das reportagens relacionadas à precipitação total anual entre 2011 e 2016 (tabela 9), evidencia-se uma relação ainda maior entre volume de precipitação e a ocorrência de eventos chuvosos causadores de transtornos.

Tabela 9: Dados anuais do volume de precipitação, de chuvas com ocorrência de transtornos e de reportagens da imprensa local

(O algarismo entre parênteses indica a posição ordinal de cada dado em seu respectivo rol)

Ano	Precipitação (mm)	Eventos	Reportagens
2011	1220,4 (3º)	3 (3º)	3 (3º)
2012	1212 (4º)	3 (3º)	3 (3º)
2013	1417,7 (1º)	6 (1º)	12 (1º)
2014	787,5 (6º)	1 (6º)	1 (6º)
2015	920,1 (5º)	2 (5º)	3 (3º)
2016	1328,6 (2º)	5 (2º)	8 (2º)

Fonte: ANA (2017); Veículos de comunicação (2011 - 2016). Org.: o autor.

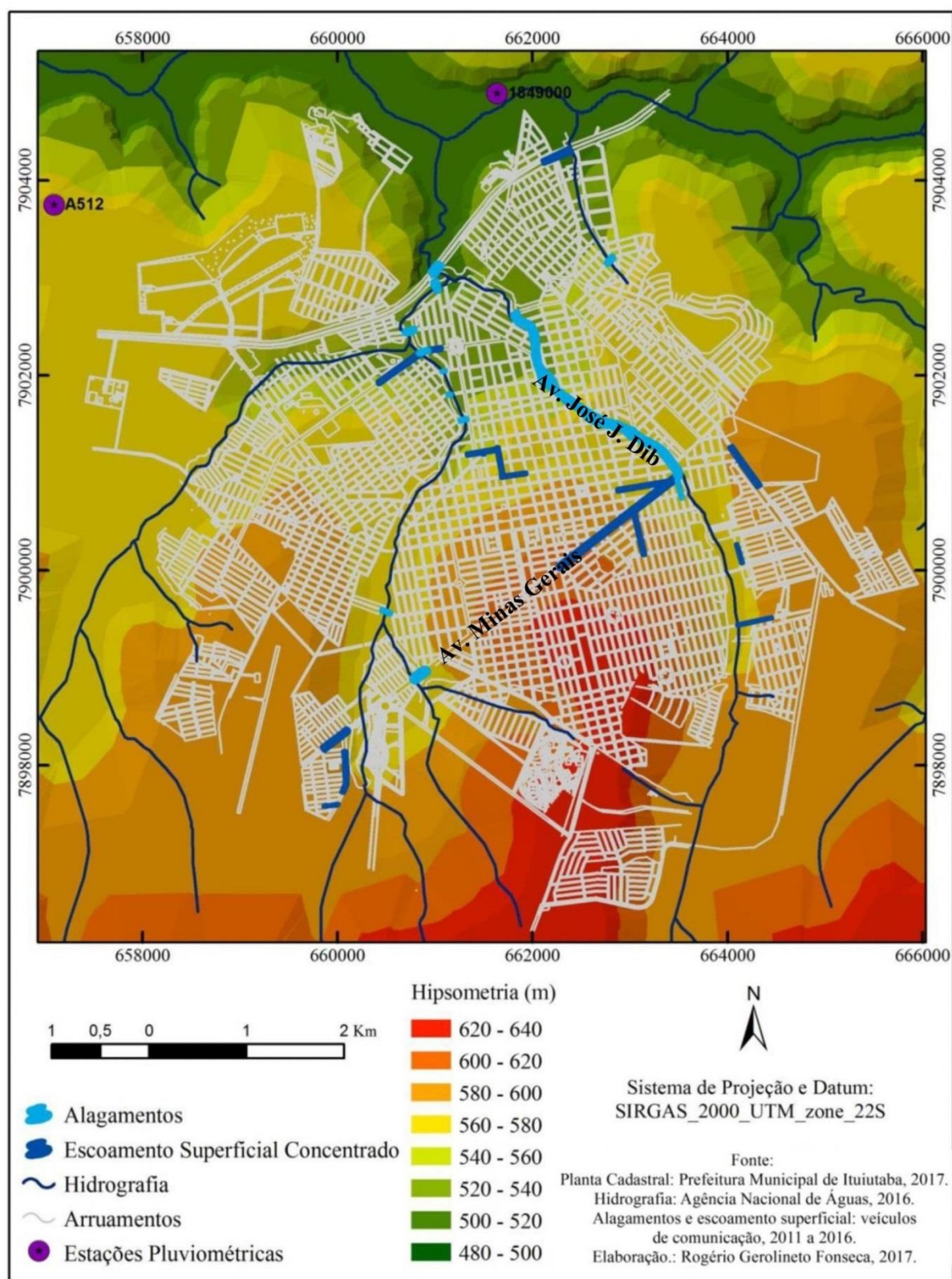
O ano de 2013, o mais úmido dos seis anos em comparação (1417,7mm), foi também o que contou com mais eventos chuvosos em que foram registrados transtornos (6) e com a maior quantidade de reportagens (12). O segundo ano mais chuvoso (2016 com 1328,6mm) foi o segundo com maior quantidade de eventos (5) e reportagens (8), seguido por 2011 (1220,4mm, 3 eventos e 3 reportagens), 2012 (1212mm, 3 eventos e 3 reportagens), 2015 (920,1mm, 2 eventos e 3 reportagens) e 2014 (787,5mm, 1 evento e 1 reportagem).

Pelo viés qualitativo, as reportagens se constituíram como uma importante fonte de dados, com informações detalhadas sobre os locais e as consequências dos impactos pluviais. Apesar de os veículos de comunicação não serem instituições responsáveis por registrar todas as ocorrências de transtornos causados pelas chuvas, as reportagens forneceram informações com maior nível de detalhes, se comparadas com os registros do Corpo de Bombeiros, que é mais generalista em suas ocorrências e não especifica com muito rigor o tipo do impacto pluvial e suas consequências.

A partir do conteúdo das reportagens, foram identificados dois tipos de impactos associados à drenagem pluvial: escoamento superficial concentrado, quando se dá um escoamento em alta velocidade e grande capacidade de carreamento de detritos e objetos; e de alagamentos, quando o descolamento das águas pluviais se dá em um fluxo de baixa velocidade e menor capacidade de carreamento.

Com base nas reportagens, novamente verifica-se que as partes centrais da cidade concentram a maioria dos transtornos decorrentes das chuvas, sobretudo nas imediações da Avenida Minas Gerais, do Córrego Pirapitinga e do Córrego São José (Avenida José João Dib) (figura 24). Este cenário segue a tendência geral dos quadros observados nas cidades brasileiras, em que os alagamentos estão associados à deficiência da infraestrutura de drenagem pluvial e a uma elevada proporção de solos impermeáveis nas áreas centrais.

Figura 24 - Alagamentos e escoamento superficial concentrado noticiados pela imprensa em Ituiutaba – 2011 a 2016



No mapeamento da figura 24, foi inserida a representação hipsométrica do terreno. Ao se cruzar a localização das ocorrências com as características do relevo, percebe-se que a

maior velocidade do escoamento da drenagem pluvial possui forte relação com a declividade do relevo. Os fluxos do escoamento superficial concentrado, portanto, deslocam-se pelas vertentes em direção aos fundos de vale a uma velocidade capaz de provocar danos às vias públicas e arrastar veículos e pedestres.

7.3 – Avaliação dos impactos pluviais em Ituiutaba

Os efeitos dos impactos pluviais na cidade de Ituiutaba puderam ser mais detalhados analisando-se separadamente alguns eventos chuvosos que se destacaram pela magnitude dos problemas que causaram. Para tanto, foram considerados os registros disponibilizados pelo Corpo de Bombeiros Militar e pela imprensa. A partir de tais dados as ocorrências foram localizadas nos mapas, conforme indicação dos endereços contidos nas planilhas do Corpo de Bombeiros e nos conteúdos das reportagens. A escolha dos episódios se deu baseada na análise qualitativa dos conteúdos das reportagens, selecionando-se as três situações em que os efeitos das precipitações intensas foram mais graves. Os episódios selecionados foram: 3 de fevereiro de 2000, 29 de janeiro de 2013 e 17 de janeiro de 2016.

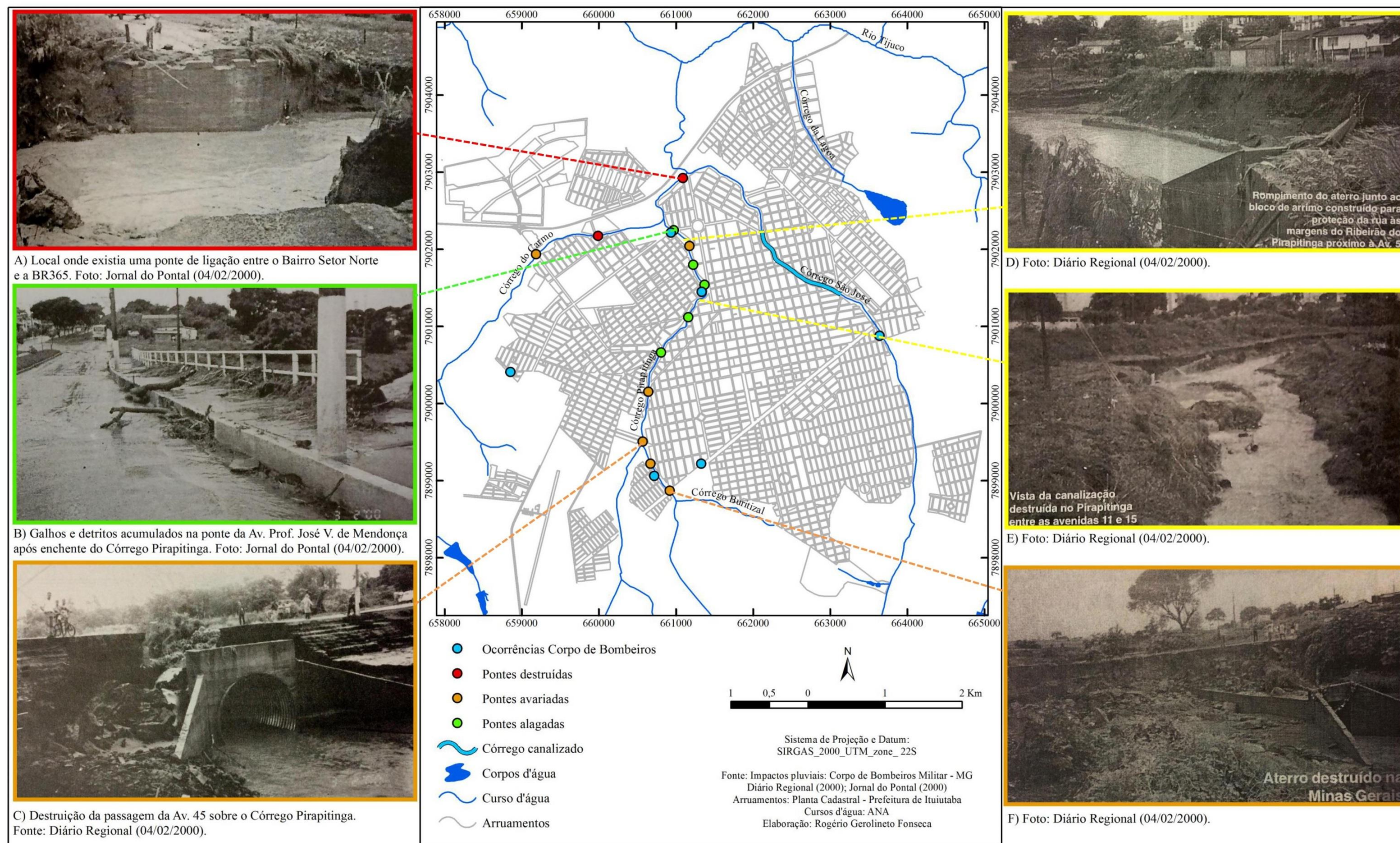
Episódio de 03/02/2000

As chuvas que incidiram sobre Ituiutaba na madrugada do dia 3 de fevereiro de 2000 causaram grande impacto na área urbana. Ações do Corpo de Bombeiros atenderam chamados da população e a imprensa local deu grande destaque nos jornais publicados nos dias seguintes aos estragos causados pela chuva e aos procedimentos de recuperação dos danos.

Nas reportagens, foi informado que a parte oeste da cidade foi a mais atingida, concentrando a maioria dos danos observados; o que pode ser comprovado no mapa de localização dos impactos pluviais deste episódio (figura 25). As ocorrências concentraram-se nas áreas próximas aos córregos Pirapitinga e do Carmo, provocadas pela enchente desses dois córregos (JORNAL DO PONTAL, 4/2/2000).

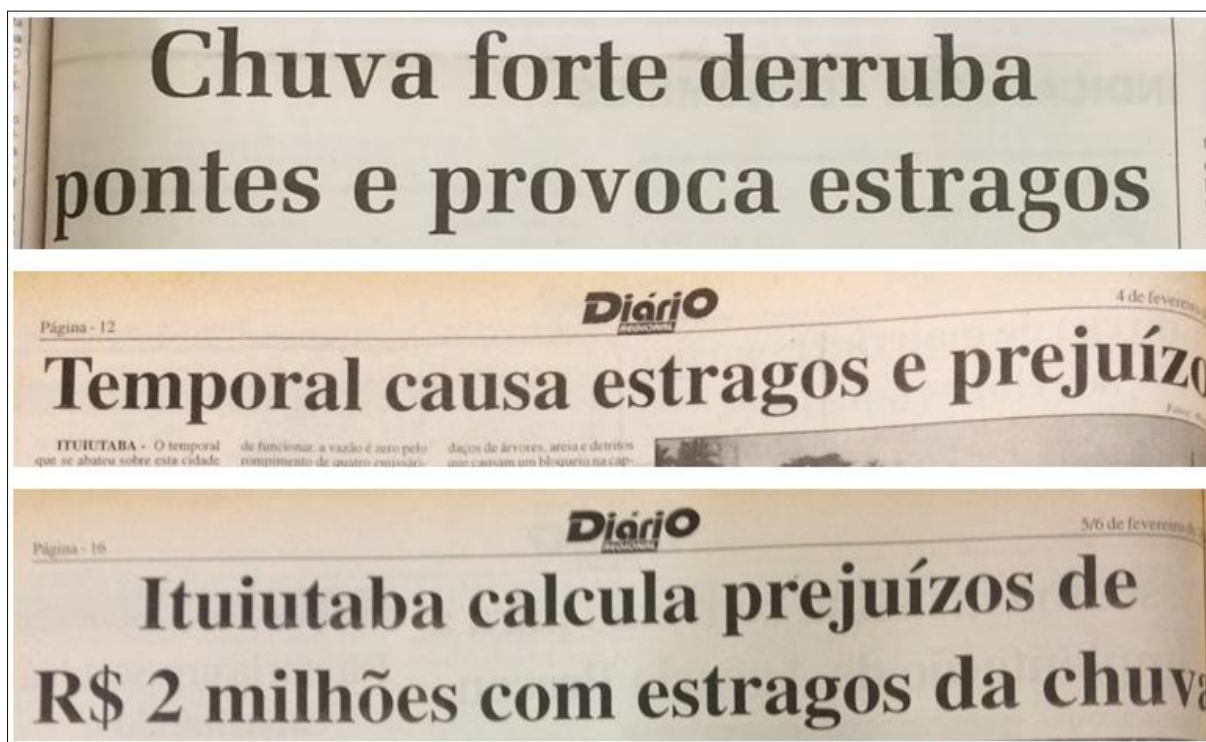
O Corpo de Bombeiros foi acionado seis vezes, e os atendimentos foram classificados como Alagamento/Enchente/Inundação. O fato de não terem sido identificados como resgate leva a crer que a população entrou em contato com a corporação para informar sobre o grande fluxo/acúmulo das águas pluviais nas vias de circulação. As ocorrências aconteceram nos bairros Sol Nascente, Setor Norte, Setor Sul, Platina, Camargo e Jerônimo Mendonça (as duas últimas ocorrências não puderam ser mapeadas por insuficiência de informações nos registros do Corpo de Bombeiros).

Figura 25 - Localização e impactos decorrentes da chuva do dia 03/02/2000



A divulgação das consequências da precipitação pelos jornais locais demonstrou que os impactos foram ainda mais numerosos (figura 26). Se por um lado, felizmente, não houveram vítimas fatais, por outro ocorreram elevados prejuízos materiais que atingiram tanto infraestruturas públicas quanto privadas. O editorial do jornal Diário Regional do dia 5 de fevereiro de 2000 relatou uma série danos: residências foram alagadas e os córregos Pirapitinga e do Carmo transbordaram. A vazão excepcional afetou um total de oito pontes: seis tiveram suas estruturas comprometidas, incluindo a ponte da Avenida 31 sobre o Córrego Pirapitinga e a da Avenida Napoleão Faissol sobre o Córrego do Carmo, ambas de intenso fluxo de veículos. Outras duas pontes com estrutura de madeira não resistiram à enchente dos córregos e foram levadas pelas águas.

Figura 26 - Manchetes de jornal sobre a chuva do dia 3 de fevereiro de 2000



Fonte: Jornal do Pontal (4/2/2000), Diário Regional (4/2/2000; 5 e 6/2/2000).

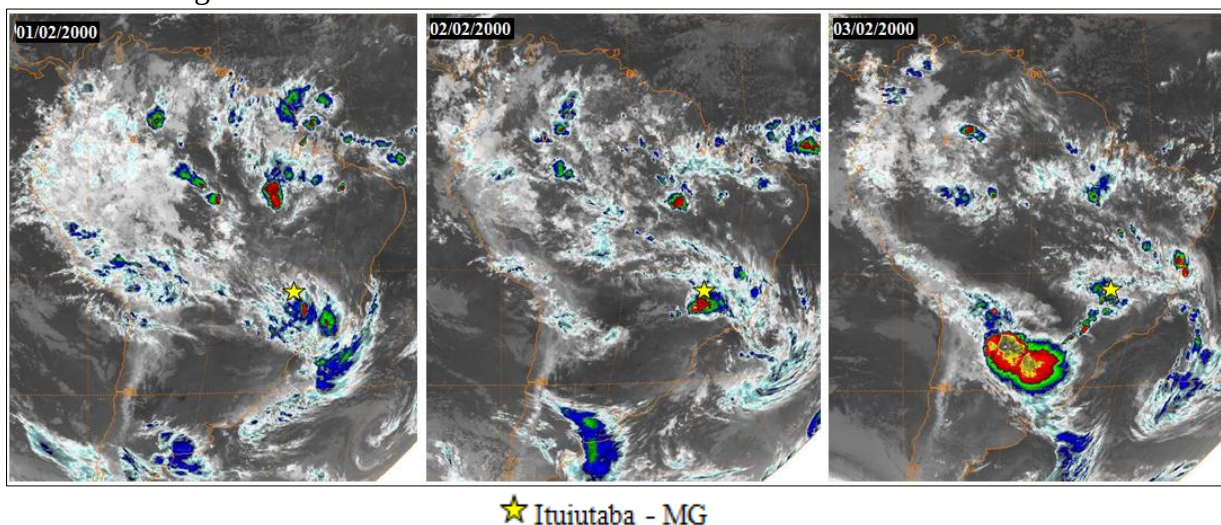
Foi noticiado também que a correnteza arrastou árvores, postes da rede de energia elétrica e rompeu emissários da rede de esgotos que levavam os dejetos até a estação de tratamento, fazendo com que os mesmos passassem a ser lançados diretamente nos córregos. O fornecimento de água foi interrompido devido ao acúmulo de galhos e sedimentos na barragem de captação no Ribeirão São Lourenço. Ainda ocorreram desmoronamentos nas margens dos córregos e danos ao asfalto das vias de circulação.

A forma como se sucederam os impactos insere a referida precipitação no campo dos eventos climáticos extremos. A quantidade de estruturas afetadas em um único episódio dá a ideia da excepcionalidade do fenômeno. O montante dos prejuízos materiais e o cenário da destruição que se estabeleceu, há muito tempo não eram visto na cidade.

A idéia de impacto pressupõe consequências calamitosas, atacando a integridade da cidade como artefato físico e perturbando, sensivelmente, as formas de circulação e comunicação internas e de ligação externa. São episódios ou eventos restritos no tempo que estão presos ao modo de transmissão de energia, ou seja, ao ritmo de sucessão dos estados atmosféricos. (MONTEIRO, 1976, p.136).

As imagens do satélite atmosférico GOES-8 para os dias 1º, 2 e 3 de fevereiro de 2000 (figura 27) revelam a evolução dos sistemas atmosféricos atuantes no período. Observa-se, no dia 1º, uma alta concentração de nuvens na Amazônia e a formação de um corredor de umidade em direção à região Sudeste, indicando a presença da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre a região de Ituiutaba, localizada nas imagens pelas estrelas na cor amarela. No dia 02/02 nota-se o enfraquecimento da Massa Polar Atlântica (MPA) que conferia tempo estável na região Sul, em Mato Grosso do Sul e em parte do estado de São Paulo. Na sequência, uma nova frente fria vinda da Argentina avança em direção ao Brasil, quando, no dia 03/02, forma-se uma grande zona de tempo instável que abrange a parte oeste da região Sul do Brasil, Norte da Argentina e o Paraguai. Na imagem, essa área apresenta-se coberta por uma grande concentração de nuvens. Apesar de enfraquecida, a ZCAS permanecia atuando sobre a região de Ituiutaba, culminando, em 03 de fevereiro, com a precipitação de alto impacto sobre a cidade.

Figura 27 - Dinâmica dos sistemas atmosféricos entre 1º e 3/02/2000



Fonte: NCDC/NOAA (2017).

As reportagens informaram que a tempestade durou aproximadamente cinco horas no decorrer de quase toda a madrugada do dia 03/02, diminuindo de intensidade ao amanhecer. Logo após as chuvas, o então secretário de obras do município informou que a precipitação daquela madrugada poderia ter chegado a 200mm; mas a estação 1849000 localizada ao norte da área urbana registrou apenas 46,8mm, e o acumulado em três dias (1, 2 e 3/2/2000) foi de 91mm. Portanto, como os impactos foram muito maiores na parte oeste da cidade (onde não há estação meteorológica), é possível que aquela região tenha recebido um volume maior de chuva. Além disso, a saturação do solo, devido às chuvas dos dias anteriores, foi determinante para o aumento do escoamento superficial e da vazão dos córregos, que resultaram nos danos observados.

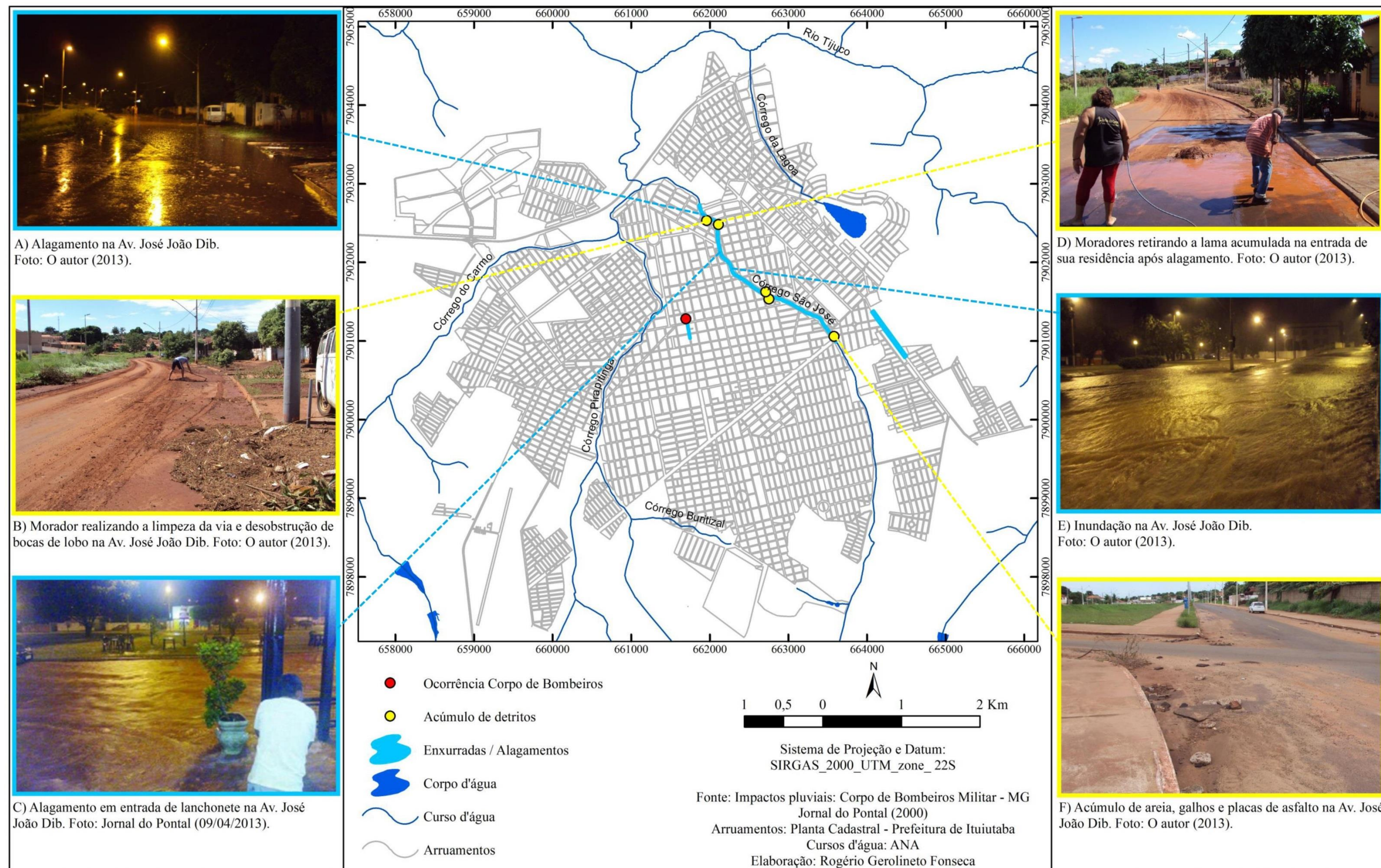
Precipitação de 5 de abril de 2013

Entre a noite do dia 5 e a madrugada do dia 6 de abril de 2013 uma intensa precipitação causou transtornos à população em Ituiutaba. O Corpo de Bombeiros atendeu a um chamado relacionado a alagamento/inundação em um restaurante na região central. A imprensa divulgou a ocorrência de inundações na Avenida José João Dib, entre os bairros Centro e Progresso, e na Avenida Antônio Inácio Franco, no bairro Novo Horizonte (figura 28). Estas ocorrências indicam que o impacto pluvial afetou mais intensamente a parte centro-oeste da cidade.

A rede de drenagem pluvial não suportou o grande volume de água e os fluxos superficiais foram direcionados para a Avenida José João Dib, que constitui a canalização do Córrego São José. Com isso, a via ficou alagada em toda a sua extensão, resultando na interrupção do trânsito e na inundação de imóveis residenciais e comerciais (figura 28 – fotos A e C).

Ao amanhecer, ficaram visíveis as consequências da chuva. No encontro das avenidas José João Dib e Minas Gerais (Figura 28 - foto F) havia espalhada grande quantidade de detritos como areia, pedras do tipo brita utilizada na construção civil, galhos de árvores, garrafas pet, embalagens de alimentos, dentre outros. Em episódios chuvosos intensos, a Avenida Minas Gerais direciona um grande volume do escoamento superficial para a Avenida José João Dib, onde ficam depositados os materiais carregados pelo escoamento, contribuindo para a obstrução das bocas de lobo e consequente inundação da via. Outros pontos da Avenida José João Dib também acumularam grande quantidade de detritos e os próprios moradores tomaram a iniciativa de realizarem a limpeza da via e a desobstrução das bocas de lobo (figura 28 – fotos B e D).

Figura 28 - Localização e impactos decorrentes da chuva do dia 05/04/2013



Na reportagem, foi dado destaque para as enxurradas que se verificaram na Av. Antônio Inácio Franco. Foi apontado que os problemas no local envolvendo a drenagem pluvial são recentes e estão relacionados à construção de seis novos bairros de habitação popular na parte oeste da cidade. À época, por não terem sido realizadas obras de drenagem pluvial, o local passou a apresentar problemas quanto ao escoamento da água das chuvas. A matéria destacou o impacto da precipitação na cidade (figura 29) e ainda realizou ação de educação ambiental, solicitando a mobilização da população para o descarte correto de resíduos sólidos a fim de se evitar a obstrução das bocas de lobo e consequente inundação das vias.

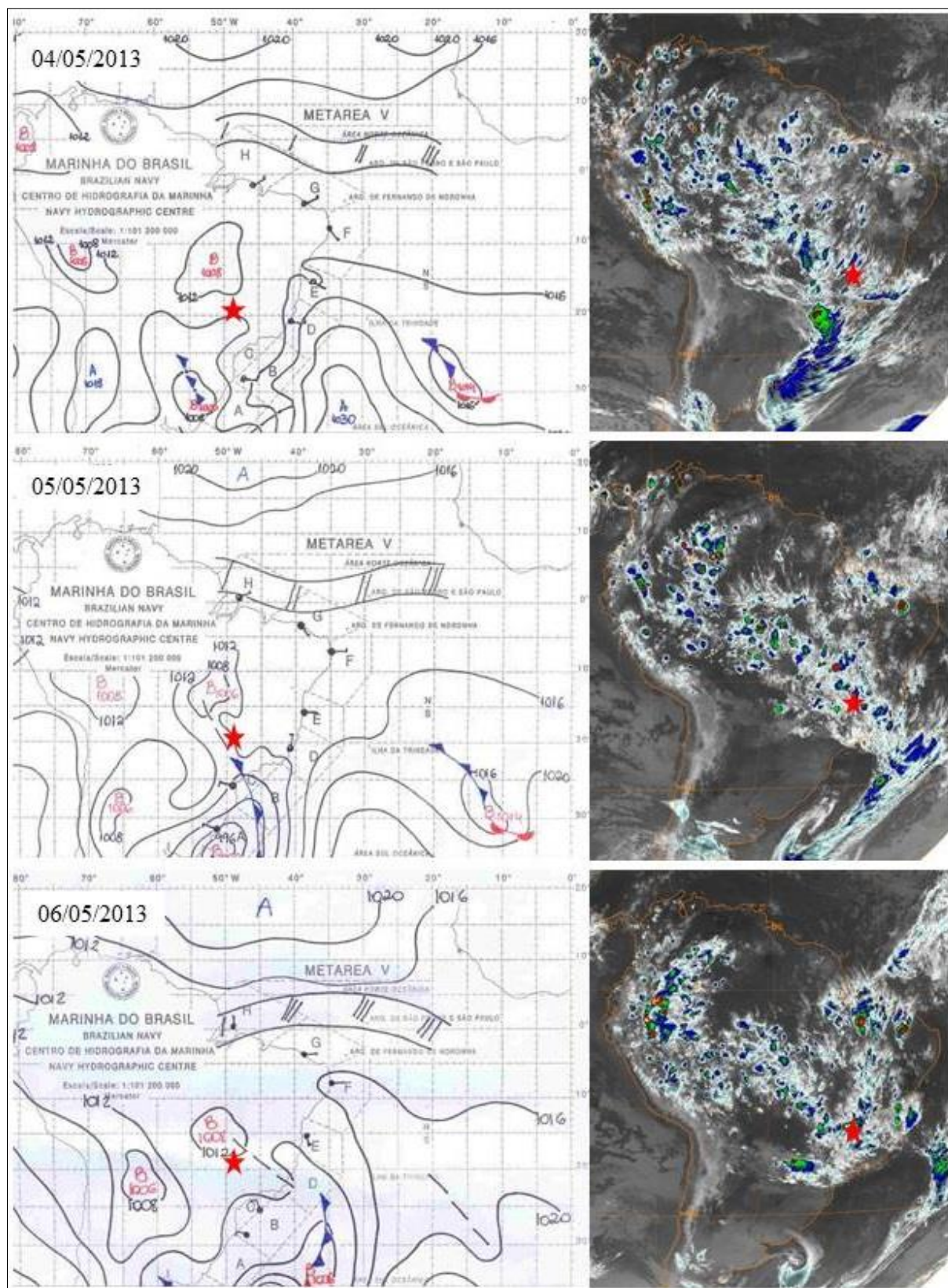
Figura 29 - Cobertura da imprensa à chuva do dia 5 de abril de 2013



Fonte: Jornal do Pontal (09/04/2013).

Durante o episódio chuvoso em questão, a cidade de Ituiutaba (localizada pela estrela na cor vermelha na figura 30) esteve sob a atuação de um sistema frontal formado a partir do encontro da Frente Polar Atlântica (fria) com a massa Equatorial Continental (quente e úmida). As cartas sinóticas e as imagens do satélite meteorológico GOES-13 dos dias 4, 5 e 6 de abril de 2013 indicam a evolução desse sistema frontal que, no dia 4, conferia tempo muito instável na região Sul do Brasil. A MPA que estava sobre a Argentina deslocou-se em direção ao Brasil, empurrando o sistema frontal para o oceano Atlântico e para a região Sudeste. Associado a este sistema frontal, estabeleceu-se um cavado sobre região de Ituiutaba, indicativo de baixa pressão atmosférica. A passagem do cavado resultou na formação de linhas de instabilidade e formação de nuvens, que na noite do dia 5 e madrugada do dia 6 de abril ocasionou a intensa precipitação sobre Ituiutaba, sendo registrado um volume de 70mm de chuva pela estação meteorológica 1849000 da ANA.

Figura 30 - Dinâmica dos sistemas atmosféricos entre 04 e 06/04/2013



★ Ituiutaba - MG

Fonte: Marinha do Brasil (2017); NCDC/NOAA (2017).

Precipitação de 17 de janeiro de 2016

A precipitação ocorrida na tarde do dia 17 de janeiro de 2016 resultou em uma série de impactos. O Corpo de Bombeiros recebeu um chamado relacionado a alagamento/inundação no Bairro Bela Vista, na parte noroeste da área urbana. Já os jornais locais divulgaram uma quantidade maior de transtornos, que se concentraram na parte central da cidade (figura 31).

Na Rua 12, que foi construída muito próxima ao Córrego Pirapitinga, a enchente do canal fluvial provocou um desmoronamento na margem direita, e parte da via foi levada pelas águas. Em outro ponto do Córrego Pirapitinga, a erosão também na margem direita resultou no rompimento da rede de esgotos e no vazamento dos dejetos para dentro do canal fluvial. Uma cratera se abriu na ponte da Av. 11 sobre o Córrego Pirapitinga e metade da pista foi interditada. Na Av. José João Dib a rede de drenagem pluvial não foi suficiente para direcionar o escoamento para dentro da canalização do Córrego São José e provocou alagamentos por toda a extensão da via. Na Av. Minas Gerais, próximo à Av. José João Dib, o fluxo do escoamento superficial arrancou parte do asfalto e danificou calçadas.

O Jornal do Pontal, na edição do dia 19 de janeiro de 2016, além de abordar os estragos que afetaram a infraestrutura pública, deu destaque às inundações em residências. Foi relatado que o entupimento dos canos de drenagem impediu que a água de um quintal fosse direcionada para a rua, provocando um represamento e consequente alagamento de uma casa no bairro Setor Norte, comprometendo vários móveis (figura 32). Na região da Av. 21, no Centro, a rede pluvial não suportou o volume do escoamento e a água invadiu imóveis residenciais e comerciais.

Figura 31 - Localização e impactos decorrentes da chuva do dia 17/01/2016

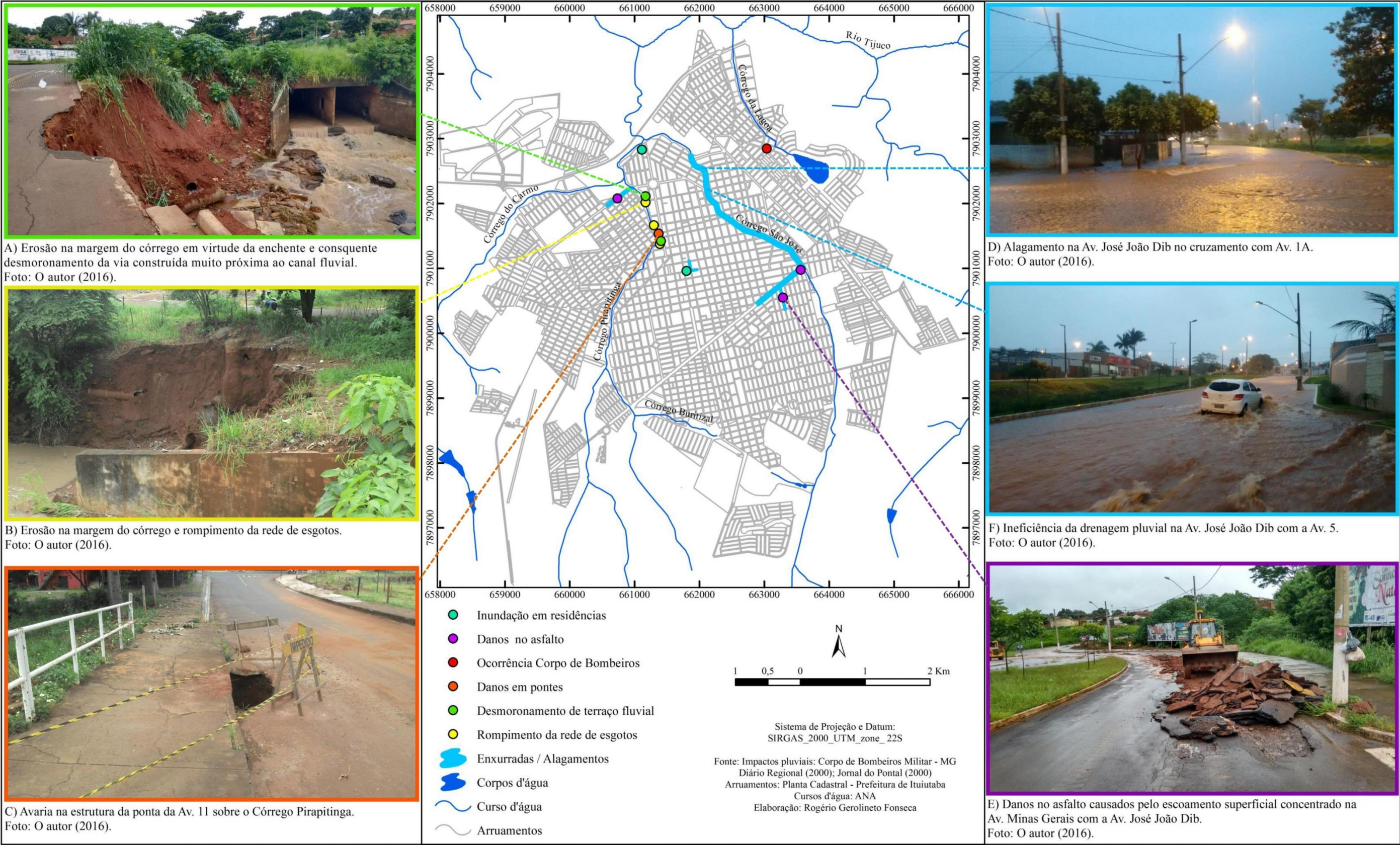
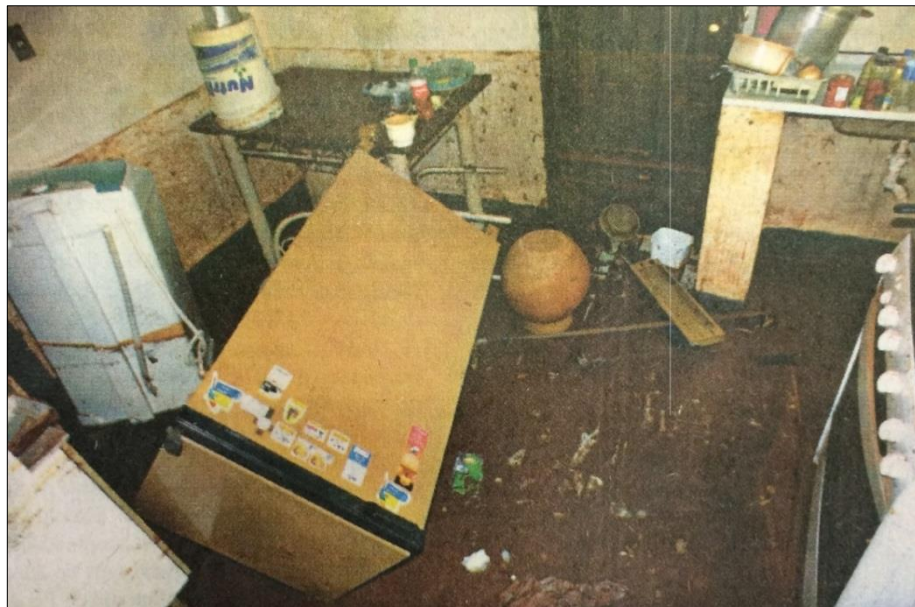


Figura 32 - Residência que ficou alagada com a chuva do dia 17 de janeiro de 2016



Fonte: Jornal do Pontal (19/02/2016).

Ainda foram registrados intensos fluxos de escoamento superficial em áreas onde o problema é recorrente: na Av. Prof. José Vieira de Mendonça, no Bairro Alvorada, e na Rua Abdala Mussa, no Bairro Camargo, resultando em danos ao asfalto. A captação de água teve de ser suspensa devido ao acúmulo de galhos e detritos na barragem de bombeamento e alguns bairros tiveram o fornecimento interrompido. Após a chuva, galhos, lixo e lama ficaram acumulados em várias ruas da cidade. A ocorrência dessa precipitação de forte intensidade chamou a atenção da imprensa que, nos dias seguintes, passou a dar maior destaque à cobertura dos seus impactos e a monitorar as condições climáticas (figura 33).

Figura 33 - Cobertura da imprensa às chuvas do dia 17 de janeiro de 2016

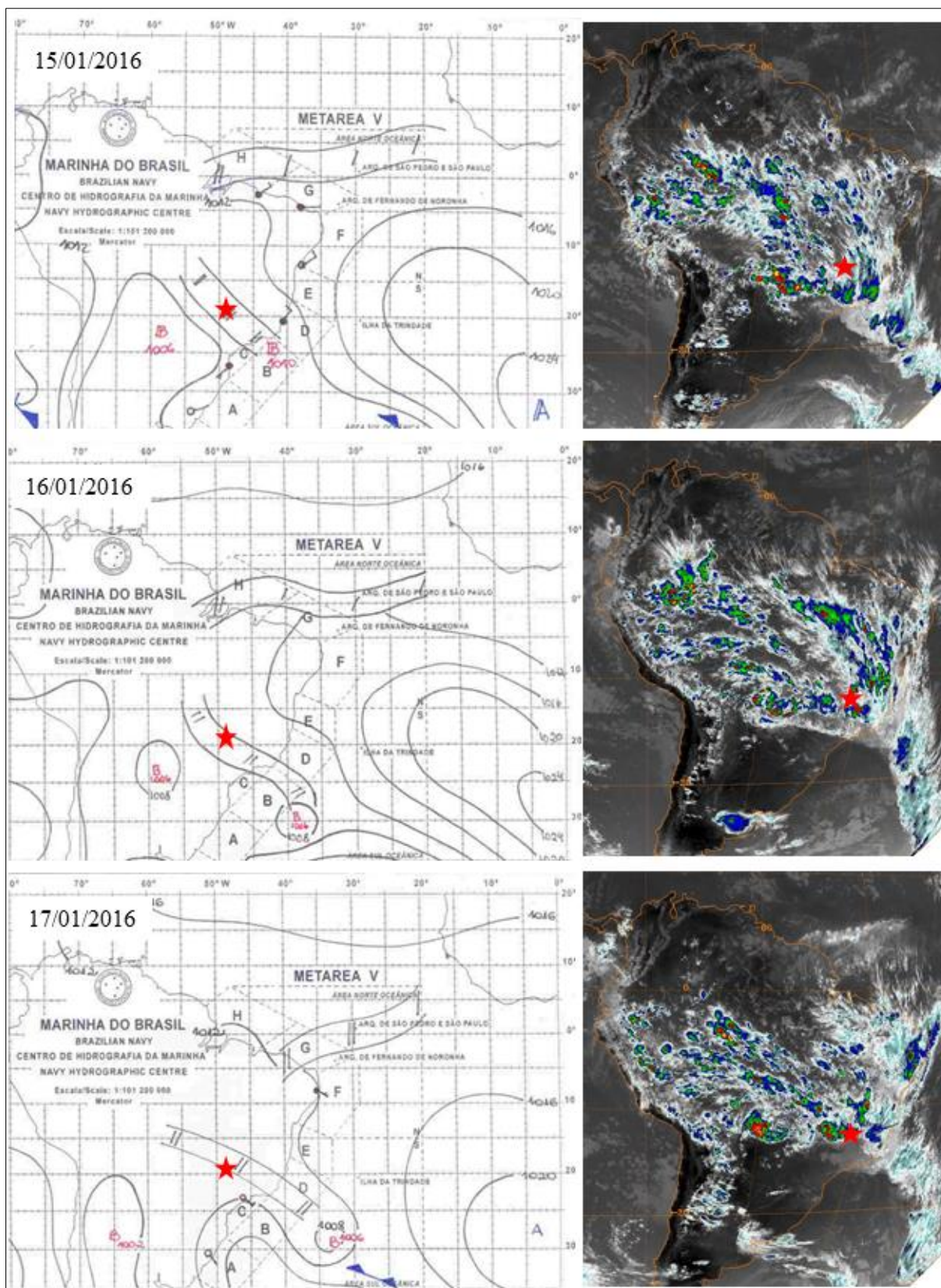


Fonte: Pontal em Foco (18/01/2016); Jornal do Pontal (19/01/2016); G1 Triângulo Mineiro (23/01/2016).

As reportagens divulgaram os índices pluviométricos da estação automática A512 do INMET, que disponibiliza seus dados mais rapidamente. Ao longo do dia 17 de janeiro foram registrados 94mm de chuva. Durante o período mais intenso da precipitação, foram registrados 56,4mm no intervalo de 1 hora, suficiente para causar grande impacto em um ambiente urbano. A estação convencional 1849000 da ANA registrou 50mm para todo o dia 17 de janeiro, o que indica que o impacto pluvial tenha variado de um local para o outro, sendo mais intenso em algumas áreas da cidade. A carta sinótica da data (figura 34) revela as condições atmosféricas gerais do dia do evento.

A cidade de Ituiutaba estava sob a ZCAS, considerada de intensidade moderada, segundo classificação da Marinha do Brasil. No período entre os dias 15 e 17/01/2016, uma forte nebulosidade cobria boa parte das regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste, resultado da atuação da Massa Equatorial Continental (MEC). O encontro da Frente Polar Atlântica (fria) com a umidade da MEC (quente) ocasionou a precipitação. No episódio chuvoso do dia 17 havia se estabelecido um tempo instável sobre Ituiutaba, propício para a ocorrência de precipitações intensas. Através das cartas sinóticas e das imagens do satélite GOES-13, percebe-se que a ZCAS estava semi-estacionária, com um lento deslocamento no sentido sudoeste-nordeste. Os dados da estação meteorológica A512 indicaram 166,8mm de chuva entre os dias 15 e 17 de janeiro.

Figura 34 - Dinâmica dos sistemas atmosféricos entre 15 e 17/01/2016



★ Ituiutaba - MG

Fonte: Marinha do Brasil (2017); NCDC/NOAA (2017).

8 – IMPACTOS PLUVIAIS: percepções da população e ações da governança local

Tendo em vista se conhecer melhor como a população é afetada pelas precipitações extremas, recorreu-se à coleta de informações junto às pessoas que ocupam as áreas onde ocorrem os maiores impactos pelas chuvas e ao Departamento de Obras Públicas da Prefeitura Municipal de Ituiutaba, que é responsável pela rede de drenagem pluvial. As informações obtidas possibilitaram a elaboração de um mapa que espacializou os locais de convívio dos entrevistados e os pontos críticos de inundações, segundo o poder público (figura 35).

8.1 – A percepção dos impactos pluviais pela população diretamente atingida

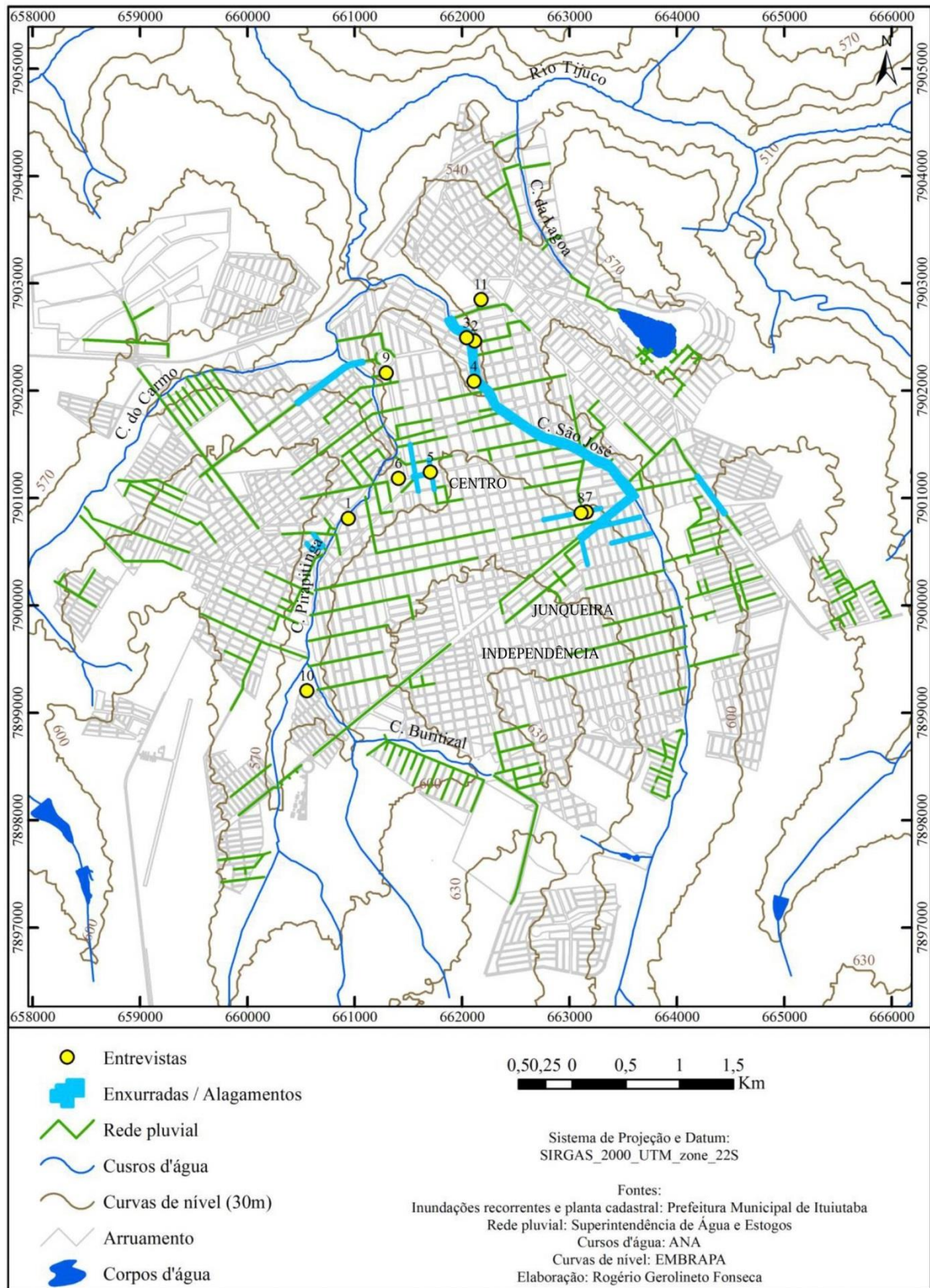
As entrevistas foram realizadas em diferentes regiões da cidade, de modo a abranger as áreas apontadas nos registros do Corpo de Bombeiros e nas reportagens como as mais problemáticas em relação aos impactos das precipitações. Foram identificadas cinco situações de problemas: inundação de residências pelo escoamento superficial, inundação de prédios comerciais pelo escoamento superficial, residências localizadas em linhas de drenagem e invadidas pelo escoamento superficial concentrado, refluxo do esgoto e residência inundada pela deficiência na drenagem do imóvel.

Nas entrevistas 1, 2 e 3, foram identificados os casos em que a água que escoia pelas ruas, quando atinge um volume muito elevado, chega a invadir residências construídas abaixo do nível da rua ou no mesmo nível da via.

A Entrevistada 1 reside em um imóvel próximo ao Córrego Pirapitinga, no Centro da cidade. Segundo ela, o maior problema é o fluxo da enxurrada que passa por cima do meio fio e adentra a sua propriedade, que está em um nível inferior ao da rua. O fluxo da água, com o tempo, removeu a terra na entrada do imóvel e o meio fio corre o risco de desabar, deixando a casa ainda mais vulnerável às enxurradas. Além disso, a passagem do escoamento pelo quintal de sua casa tem danificado a pavimentação em cimento. Segundo a entrevistada, o problema se repete, em média, três vezes ao ano; sempre que ocorrem chuvas muito intensas.

Na região do imóvel há galerias pluviais que drenam a água da rua e direcionam o escoamento superficial para o córrego. Mas as bocas de lobo estão localizadas a jusante, captando o escoamento somente depois de o fluxo passar em frente à residência, momento em que as águas invadem o terreno. Apesar de relatar grande apreensão e destacar a necessidade de se construir um meio fio mais alto, a dona de casa disse que nunca reclamou o problema à Prefeitura.

Figura 35 - Locais de realização das entrevistas e áreas apontadas pela Secretaria Municipal de Obras como de alta frequência de enxurradas e alagamentos



Em relação ao córrego que passa nos fundos da casa, a entrevistada informou que, no passado, as águas das enchentes chegavam até ao quintal, próximo à área de serviço. Contudo, ela observa que, com o tempo, as cheias do córrego (que neste ponto não possui mata de galeria) provocaram a erosão dos terraços laterais e o alargamento do canal fluvial. Desse modo, apesar de assoreado, não se observam enchentes nos níveis que ocorriam anteriormente.

A Entrevistada 2 reside na Av. José João Dib, no Bairro Progresso. A avenida é o local da cidade onde os alagamentos são mais frequentes. A casa da entrevistada é anterior à avenida (e da canalização do córrego São José) e precisou ser parcialmente demolida para dar espaço à construção da via, que ficou no mesmo nível altimétrico da residência. Por isso, quando o volume das enxurradas é muito elevado, a água chega a entrar no imóvel. Esta situação tem comprometido a estrutura da construção, que apresenta infiltrações e problemas na pintura, além de deixar a moradora temente quanto a um volume de água ainda maior que possa adentrar a sua casa e provocar mais prejuízos.

A moradora informou já ter recorrido à Secretaria Municipal de Planejamento, mas, depois da construção da avenida, nenhuma intervenção foi realizada. O local dispõe de rede de drenagem pluvial; porém, a via tem uma inclinação no sentido do canteiro central para as calçadas das casas, o que provoca a concentração das águas na entrada das residências, principalmente quando detritos e resíduos sólidos ficam retidos na grelha das bocas de lobo. Para a entrevistada, no local seria necessário aumentar a largura da tubulação das bocas de lobo e mudar a inclinação da via em direção ao canteiro central (onde está a canalização).

A Entrevistada 3 reside na Rua 26, próxima à Av. José João Dib, no Centro. Foi informado que, sempre que a chuva é muito intensa, as águas das enxurradas adentram o terreno da casa, que está em um nível mais baixo do que a rua, alagando a garagem. A moradora informou que em um episódio a água invadiu todos os cômodos da casa, danificando grande quantidade de móveis, e que foram gastos aproximadamente R\$ 11.000 na reforma dos armários e das paredes por conta de infiltrações.

Para a moradora, o problema surgiu depois que foi construída a canalização do Córrego São José e das vias marginais, que ficaram em um nível muito elevado, em relação às residências que já ali existiam. Pelo fato de a casa estar situada no encontro da Rua 26 com a Av. José João Dib, o volume do escoamento que chega ao local pelas duas vias provoca um grande ponto de alagamento, que frequentemente chega a invadir o seu terreno. Para a moradora, a solução seria construir mais bocas de lobo ao longo das duas vias, para se evitar que um volume tão grande de água se acumule no local e atinja a sua casa.

Nas entrevistas 4, 5 e 6 foram verificados os transtornos das águas pluviais nas atividades comerciais. O Entrevistado 4 é proprietário de uma lanchonete localizada na Av. José João Dib, no Centro. Segundo ele, em média duas vezes ao ano ocorrem chuvas que provocam alagamentos na lanchonete, geralmente durante os meses de dezembro e janeiro. Além de afastar os fregueses, porque a avenida fica inacessível, as inundações causam prejuízos como danos na pintura das paredes e em equipamentos de refrigeração como *freezers* e geladeiras.

O proprietário, que atua no local há 22 anos, disse já ter feito reclamações junto à prefeitura, mas nenhuma intervenção foi realizada. Na última reforma, o piso foi elevado em alguns centímetros no intuito aumentar a proteção contra os alagamentos. Mesmo assim, o interior da lanchonete foi inundado. Para ele, o problema, que já é antigo, tem se agravado nos últimos anos depois que novos bairros foram construídos na bacia do Córrego São José, a montante deste trecho da canalização que data da década de 1970 e, provavelmente, não foi planejado considerando a expansão da cidade.

A Entrevistada 5 é proprietária de uma sapataria, localizada na Avenida 17, no Centro. Há 30 anos no local, ela também disse que os transtornos causados pelas chuvas ocorrem, em média, duas vezes ao ano. Segundo seu relato, o ponto mais crítico é no encontro da Av. 17 com a Rua 18, quando os dois fluxos de escoamento se encontram, fazendo a Av. 17 tomar aspecto de um rio.

A proprietária informou que durante as chuvas mais intensas é necessário abaixar as portas e tapar as frestas com tecidos para evitar que um volume maior de água consiga entrar na sapataria. Ela relatou que a água já chegou a atingir 20cm no interior da loja, danificando o mobiliário e parte do estoque. Quando uma chuva mais intensa acontece durante a noite ou pela madrugada, se a duração ultrapassa 25 minutos ela vai até a sapataria para salvar as mercadorias.

Apesar de os transtornos ainda serem frequentes, a entrevistada disse perceber que o volume das enxurradas tem diminuído nos últimos anos em virtude das obras na rede pluvial nos bairros a montante do centro. Na opinião dela, o problema seria minimizado se houvesse uma manutenção e limpeza frequente das bocas de lobo, que acumulam lixo e folhas que dificultam a drenagem das águas das chuvas.

O Entrevistado 6 possui uma loja de móveis também na Av. 17, no Centro. Há 57 anos no local, ele informou que sempre que a chuva é mais intensa a água toma toda a calçada, chegando a entrar na loja e molhar as mercadorias. O proprietário informou que recentemente as ruas por onde chegam as enxurradas, que eram calçadas com paralelepípedos, foram

recapeadas com massa asfáltica. Com isso, a superfície se tornou mais lisa e impermeável, conferindo um pequeno aumento do volume do escoamento superficial, mas um grande aumento da velocidade da água, que, agora, chega com um impulso maior sobre as calçadas. Segundo ele, deveria ser construída uma tubulação pluvial na Rua 14, por onde corre boa parte do fluxo que causa problemas na Av. 17.

Nas entrevistas 7, 8 e 9 verificou-se que várias casas são afetadas pelas enxurradas devido estarem situadas em de linhas de drenagem superficial. São locais em que o relevo converge para um canal natural de escoamento sem a presença do curso d'água, somente o fluxo no momento das precipitações.

O Entrevistado 7 reside na Av. 27, no Centro, há mais de 50 anos. Ele diz que o problema sempre existiu e que a causa é a falta de drenagem nos bairros Independência e Junqueira. O escoamento é direcionado para a Av. Minas Gerais e parte dele é desviado para a Rua 38A. A partir daí, as águas seguem pela linha de drenagem: avançam sobre terrenos baldios na Av. 29 e invadem os quintais das casas da Av. 27. Apesar de as duas avenidas terem bocas de lobo nos pontos mais baixos do relevo, a rede pluvial não consegue captar todo o volume de água e parte dele adentra as casas da Av. 27, atravessa mais um quarteirão pelo quintais das residências até chegar à Av. 25, onde é captada pela rede pluvial ou segue por escoamento superficial pela continuação da Rua 38A (figura 36).

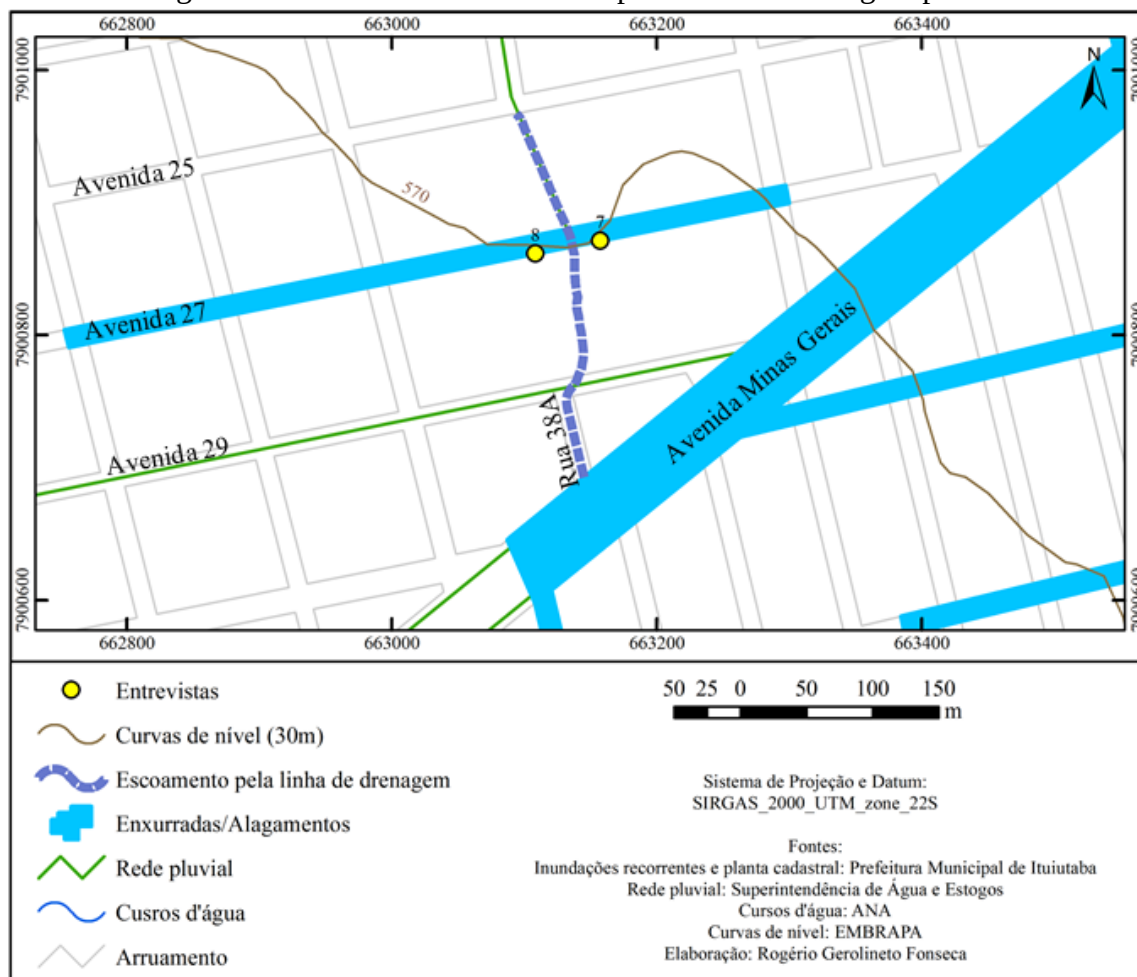
O informante relatou que todos os móveis da casa já foram perdidos por três vezes e o muro dos fundos do quintal, por onde a água entra em seu terreno, já desabou. Isso levou à construção de um novo muro com algumas aberturas para a passagem da água. Além disso, foram construídas pequenas muretas no quintal para que as águas não entrem pela cozinha.

O Entrevistado 8, que também mora na Av. 27 há 17 anos, informou que os problemas acontecem no mínimo uma vez ao ano. Há muito tempo ele tem efetuado reclamações na Secretaria de Planejamento, mas nada foi feito no local. As águas já danificaram vários móveis, derrubaram o muro dos fundos de sua propriedade e arrancou o portão da frente da casa. Em uma ocasião, tentando evitar que o portão fosse arrancado, o morador sofreu um acidente e quebrou um braço. A fim de evitar danos maiores, o morador construiu curvas de nível no terreno que faz divisa com o fundo de sua casa, para diminuir a correnteza do escoamento. Além disso, ele reconstruiu um muro mais resistente.

Os dois entrevistados (7 e 8) apontaram que nos últimos anos tem diminuído a frequência dos transtornos. Eles atribuem isso à ampliação da rede de drenagem na Av. Minas Gerais, que capta o escoamento antes que seja desviado para a Rua 38A e consideram que

somente a ampliação da rede pluvial nos bairros altos da cidade é que vão evitar os problemas na área em que moram.

Figura 36 - Percurso de escoamento pela linha da drenagem pluvial



O Entrevistado 9, que reside na Rua 12-A, no Centro, relata um problema semelhante. Ele mora no local há 25 anos e disse que os transtornos envolvendo as águas pluviais não são muito frequentes, acontecendo, em média, a cada dois anos. A sua casa também foi construída sobre uma área de drenagem superficial e a água que escoava pelas ruas adentra o seu terreno quando as bocas de lobo ficam obstruídas ou quando o volume do escoamento é tão grande que a rede de drenagem não consegue comportar. A casa está em um patamar abaixo do nível da rua, tornando-se ainda mais vulnerável.

Em uma ocasião, a enxurrada adentrou o terreno e derrubou um muro nos fundos da casa. Para aumentar a sua proteção, o Entrevistado aumentou a altura do meio fio. Apesar de não ter recorrido a nenhum órgão público para notificar o problema, o informante apontou que a solução seria construir uma boca de lobo na esquina da quadra onde mora (Rua 12A com a

Praça dos Trabalhadores), para evitar que volumes muito grandes de enxurradas sejam direcionados para o ponto em que a água se acumula, em frente à sua casa.

O Entrevistado 10 reside na Av. 51, no Bairro Jerônimo Mendonça. Segundo o morador, sempre que chove o esgoto retorna para sua casa, o que o levou a construir uma barreira de aproximadamente 20cm em alvenaria na porta do banheiro para evitar que os dejetos se espalhassem pela casa. Na parede, foi feita uma abertura junto ao piso, para que o esgoto possa ser lançado para o quintal da residência.

Segundo o próprio morador, essa situação indica que muitas casas no bairro ligaram as águas pluviais à rede de esgotos. Tendo reclamado junto à SAE, o morador recebeu como resposta que, no momento, não há como a instituição investigar e reparar as ligações clandestinas de esgoto; mas que, se ele descobrisse onde existem essas ligações, que as informasse para que as medidas corretivas fossem tomadas.

O Entrevistado informou que teve que se mudar da casa em que morava anteriormente porque havia perdido tudo em uma enchente, no ano de 2001. Segundo ele, a causa da enchente foi a construção da passagem da Av. 45 sobre o Córrego Pirapitinga, junto à sua confluência com o Córrego Buritizal. Por ser um local de encontro de dois cursos d'água, a vazão que se observa em eventos chuvosos extremos aumenta de tal modo que a tubulação da passagem não comporta todo o volume de água, formando uma espécie de represamento. Devido a esse acúmulo de água, a casa do Entrevistado, que se situava muito próxima ao córrego, foi inundada. Ele relata que teve que sair apressadamente, no meio da noite, com o nível da água subindo rapidamente dentro da casa, não dando tempo de salvar nem os objetos pessoais.

A última entrevista foi realizada com uma moradora da Rua São Francisco de Paula, no Bairro Progresso. A Entrevistada 11 relatou que sua casa, que está abaixo do nível da rua, sempre alaga durante chuvas mais intensas. Anteriormente, adentrava na casa a água do escoamento superficial das ruas. Mas, a construção de uma calçada mais alta tem conseguido impedir a invasão pelas enxurradas. O problema é que a água das chuvas que incidem na propriedade (sobre o telhado e o quintal) não tem por onde ser drenada, provocando a inundação.

Com isso, já foram perdidos móveis como sofás, geladeira, guarda-roupa e cômodas. Em uma das ocasiões, o Corpo de Bombeiros foi chamado e abriu um buraco no muro pra que a água pudesse escoar pelo quintal da vizinha dos fundos. Foi solicitado que a vizinha autorizasse a entrevistada a instalar tubulações subterrâneas de drenagem do seu quintal até a

rua, mas o pedido não foi atendido. Para ela, a única solução é a vizinha autorizar a passagem dos canos de drenagem pelo seu terreno.

Com as entrevistas, observou-se que as casas construídas em um nível mais baixo do que o das ruas, por onde as águas pluviais escoam, são as mais vulneráveis à invasão das enxurradas. Constatou-se, também, que a deficiência na drenagem das águas pluviais atinge em maior número a população carente, residente em imóveis mais precários, concordante com a abordagem de boa parte da literatura sobre riscos socioambientais.

Os estabelecimentos comerciais onde foram realizadas as entrevistas estão localizados em áreas muito valorizadas da cidade. Sendo assim, seus proprietários assumem os riscos a eventuais prejuízos causados pelas chuvas por considerarem estratégica a localização de suas atividades.

Como se pode notar na figura 35, as residências e os estabelecimentos comerciais dos entrevistados situam-se em locais próximos à rede de drenagem pluvial, indicando que apesar de existir a infraestrutura de drenagem, ela é insuficiente para evitar os transtornos à população.

Dos entrevistados, percebeu-se que apenas uma parcela solicitou providências junto à administração municipal. Isto demonstra certa adaptação ao problema e o desenvolvimento de procedimentos preventivos que são tomados quando se percebe que um evento chuvoso pode resultar em danos.

A realização das entrevistas com a população mais afetada pelos impactos pluviais mostrou-se de grande valia nesta pesquisa, pois elas revelaram informações relativas às dinâmicas ambientais às quais ainda não se havia tido acesso através das reportagens e das ocorrências do Corpo de Bombeiros.

8.2 – Planos e ações da administração municipal

Para se conhecer como a administração pública local avalia a questão das águas pluviais em Ituiutaba, foi realizada análise do Plano Diretor Municipal e uma entrevista com o diretor do Departamento de Obras Públicas da Secretaria Municipal de Obras de Ituiutaba.

Ao longo de todo o documento, o atual Plano Diretor Municipal – Lei Complementar N.63, de 31 de outubro de 2006 (ITUIUTABA, 2006), aborda uma série de medidas, estruturais e não-estruturais, referentes à gestão da drenagem pluvial. No Título II (Dos

Objetivos e Das Diretrizes Setoriais), Capítulo IX (Do Meio Ambiente), o Art. 39 faz as seguintes indicações relativas à política municipal de meio ambiente:

controlar a ocupação e impermeabilização de áreas contíguas de todos os córregos que estão inseridos dentro da malha urbana, visando evitar alagamento dessas áreas; estabelecer áreas especiais de risco tais como: fundo de vales e áreas degradadas, passíveis de projetos especiais a serem especificados na Lei de Uso e Ocupação do Solo; implantar na área urbana do município, parques lineares ao longo dos córregos São José, Carmo e Pirapitinga, objetivando preservação de seus leitos naturais e das matas ciliares; [...] promover a permeabilização dos lotes urbanos; [...] (ITUIUTABA, 2006).

Complementar a essas indicações, no Título II, Capítulo X (Do Saneamento Ambiental), Art. 43 e 44, foi prevista a elaboração, em até dois anos, do Plano Diretor da Rede Pluvial da Zona Urbana. A criação do Plano, que não foi efetivada, deveria apresentar uma avaliação técnica da situação da drenagem urbana e estabelecer as diretrizes gerais da política de drenagem a ser adotada, definir os custos e as fontes de recursos financeiros para execução do programa e elaborar um estudo sobre os canais de drenagem, os sistemas de coletas de águas pluviais e de possíveis bacias de contenção nos córregos (ITUIUTABA, 2006). As obras de correção dos problemas na drenagem são muito onerosas depois de efetivada a ocupação do espaço. Um plano diretor de drenagem urbana é a principal medida de controle e prevenção desses problemas, sobretudo quando sua aplicação é pensada anteriormente à urbanização de novas áreas. “No Plano Diretor de Drenagem é dado ênfase no controle através de medidas não-estruturais como o zoneamento de áreas de inundação. Nesse zoneamento são especificados os critérios de ocupação do leito maior do rio.” (TUCCI, 1997b, p.8).

O Plano Diretor, em relação aos pontos que envolvem as APPs, apresenta as seguintes determinações: no Título III (Do Urbanismo), Capítulo III (Do Sistema Viário), consta como meta “[...] garantir a implantação de vias marginais nos trechos urbanos dos córregos Carmo, Pirapitinga e São José, respeitadas as áreas de preservação permanente.” No Título II, Capítulo IX, apareceu a indicação de “[...] implantar na área urbana do município, parques lineares ao longo dos córregos São José, Carmo e Pirapitinga, objetivando preservação de seus leitos naturais e das matas ciliares; [...]” (ITUIUTABA, 2006).

Apesar de indicar a construção de vias marginais aos córregos, foi prevista a preservação das APPs. Contudo, essas determinações podem acabar não sendo acatadas. Na entrevista com o diretor do Departamento de Obras Públicas foi disponibilizado acesso a um pré-projeto de canalização do Córrego Pirapitinga, com a construção de vias marginais bem

próximas ao futuro canal artificial do curso d'água. No projeto, o espaço para implantação de área verde compreende apenas dois metros, entre o canal (impermeabilizado) e a calçada. Dessa forma, conclui-se que haveria a supressão da APP do córrego. Nestes casos, os projetos são aprovados junto aos órgãos ambientais valendo-se da justificativa de se abrir exceções às aplicações das leis ambientais por tratar-se de obras de interesse público, conforme prevê a Resolução CONAMA n. 369 (BRASIL, 2006), que apresenta o seguinte texto:

Art. 2º O órgão ambiental competente somente poderá autorizar a intervenção ou supressão de vegetação em APP, devidamente caracterizada e motivada mediante procedimento administrativo autônomo e prévio, e atendidos os requisitos previstos nesta resolução e noutras normas federais, estaduais e municipais aplicáveis, bem como no Plano Diretor, Zoneamento Ecológico-Econômico e Plano de Manejo das Unidades de Conservação, se existentes, nos seguintes casos:

I - utilidade pública:

- a) as atividades de segurança nacional e proteção sanitária;
- b) as obras essenciais de infra-estrutura destinadas aos serviços públicos de transporte, saneamento e energia;
- c) as atividades de pesquisa e extração de substâncias minerais, outorgadas pela autoridade competente, exceto areia, argila, saibro e cascalho;
- d) a implantação de área verde pública em área urbana;
- e) pesquisa arqueológica;
- f) obras públicas para implantação de instalações necessárias a captação e condução de água e de efluentes tratados; e
- g) implantação de instalações necessárias à captação e condução de água e de efluentes tratados para projetos privados de aquicultura, obedecidos os critérios e requisitos previstos nos §§ 1º e 2º do art. 11, desta Resolução.

A análise integral do Plano Diretor Municipal de Ituiutaba aponta uma grande preocupação em se proporcionar um ambiente urbano que preserve os recursos naturais e promova a segurança da população. Porém, suas diretrizes não são colocadas em prática, seja por falta de recursos financeiros, seja por interesses políticos distintos das determinações que constam no documento, como a intenção de se canalizar os cursos d'água e implantar vias marginais.

Segundo o entrevistado, a canalização do Pirapitinga irá amenizar os problemas do escoamento pluvial nas áreas próximas ao córrego. Apesar do projeto não ser focado na gestão das águas pluviais, mas sim em aspectos urbanísticos, estão incluídas ampliações e melhorias da rede de galerias pluviais nas áreas adjacentes ao curso d'água. A obra consiste na canalização e retificação do leito do Córrego Pirapitinga no trecho que passa pela área central de Ituiutaba, estendendo-se por 2.500 metros, desde a Av. Prof. José Vieira de Mendonça até a Av. 31.

Como aponta Maia (2007), a canalização é a alternativa mais comum quando se realizam medidas estruturais de gestão das águas pluviais. O autor destaca que optar por

muros de gabião é uma opção mais viável do que concretar totalmente as laterais da canalização, pois não impedem o escoamento sub-superficial e as microdrenagens.

A canalização e retificação do Córrego Pirapitinga poderá causar um grande impacto aos moradores que vivem próximos ao córrego no setor a jusante do trecho a ser canalizado, pois o volume e a velocidade da vazão certamente aumentarão com a realização da obra.

Em relação à drenagem pluvial, o diretor informou não existir ainda um plano estratégico de gestão das águas pluviais. A Secretaria de Obras realiza a manutenção constante das galerias e das bocas de lobo com limpeza e reparos estruturais. A ampliação da rede é realizada, na medida em que os recursos financeiros permitem, nos locais que são alvos de maiores reclamações da população.

No mapa da rede pluvial (figura 35), as galerias perfazem um total de 81.945 metros. Inicialmente, essa infraestrutura se concentrava na área central da cidade; mas a sua implantação nos novos loteamentos tem sido uma exigência do Ministério das Cidades. As galerias são dispostas ao longo das vertentes, promovendo o encaminhamento das águas até os córregos.

O entrevistado apontou que mesmo nas áreas servidas pela drenagem pluvial ocorrem alagamentos e fluxos muito concentrados de escoamento por conta da elevada proporção de terrenos impermeabilizados. Segundo os levantamentos da Secretaria de Obras, os locais que apresentam os maiores problemas em relação à drenagem (figura 35) são:

- toda a extensão da Av. José João Dib;
- Av. Minas Gerais, desde a Rua Fernando Santiago até a Av. José João Dib;
- Av. Prof. José Vieira de Mendonça, desde a Rua José Rodrigues Furtado até a ponte do Córrego Pirapitinga;
- Av. 17, desde a Rua 18 até a Rua 16;
- Rua 18, desde a Av. 19 até a Av. 15;
- Rua 16, desde a Av. 19 até a Av. 13;
- as ruas Amapá, Aporé e João Theodoro, no Bairro Marta Helena;
- Av. José Gouveia Franco; no Bairro Novo Horizonte; e
- as ruas Fernando Santiago, Piracicaba e Guanabara, no Bairro Camargo.

No tocante à resolução/amenização dos problemas nessas áreas, o diretor informou que tem sido estudada a mudança do tipo das bocas de lobo da Av. José João Dib. Atualmente, elas são do tipo grelha, com uma grade de retenção no nível do asfalto. A intenção é adaptá-las para o tipo combinado, acrescentando uma entrada da drenagem

lateralmente, junto ao meio fio. Com esse tipo de boca de lobo, são menores as chances de folhas, detritos de asfaltos e resíduos sólidos obstruírem totalmente a entrada da água.

Na Av. Minas Gerais e na Av. 27, para os problemas diminuírem, será necessário implantar galerias pluviais em mais ruas dos bairros Independência, Camargo, Jardim do Rosário e Junqueira, porque o escoamento que se concentra na Av. Minas Gerais é proveniente desses bairros. A Av. Minas Gerais já conta com três ramais de galerias pluviais no trecho mais próximo ao fundo do vale do Córrego São José, e, mesmo assim, ainda são observadas enxurradas em volumes que provocam muitos danos no asfalto.

O próximo local da cidade onde ocorrerá a expansão das galerias pluviais é o Bairro Independência, nas ruas Suíça, Paraguai, São Paulo, México e Inconfidentes, que serão asfaltadas. Segundo o diretor do Departamento de Obras Públicas, espera-se, com isso, impedir que a lama que escoar dessas ruas durante os eventos chuvosos seja depositada nas vias do Bairro Gilca Vilela Cancelli, localizado a jusante do Bairro Independência.

Como salienta Tucci (1997), apesar das medidas estruturais abarcarem a maioria das alternativas sustentáveis para a redução das enchentes, elas não são muito postas em prática por significarem restrições à população. Portanto, as administrações municipais têm preferências pela realização de medidas estruturais, visto que as obras representam os anseios do eleitorado; ao mesmo tempo em que a implantação de medidas não-estruturais significa, muitas vezes, divergir dos interesses dos investidores imobiliários.

9 – CONSIDERAÇÕES ACERCA DO RISCO HIDROLÓGICO EM ITUIUTABA

A cidade de Ituiutaba teve sua origem a partir de uma aglomeração de casas próximas ao Córrego São José, no século XIX. Com o passar do tempo, a aglomeração urbana se expandiu alcançando as áreas próximas a este e a outros córregos. Com isso, as características naturais destes espaços foram profundamente alteradas, incluindo-se a dinâmica hidrológica que passou a representar risco à população quando da ocorrência de precipitações intensas.

A excessiva impermeabilização do solo resultou no aumento do escoamento superficial. Mesmo nas áreas dotadas de infraestrutura de drenagem pluvial passaram a ocorrer fenômenos como fluxos intensos de enxurradas e alagamentos. Locais da cidade se converteram em áreas de elevado risco, tais como as regiões das avenidas 17 (Centro), 27 (Centro), Minas Gerais (Bairro Camargo) e Prof. José Vieira de Mendonça (Bairro Novo Mundo), localizadas ao longo de vertentes, que passaram a apresentar grande risco devido ao volume, à velocidade e à força do escoamento, com capacidade de arrastar pessoas e veículos, além de causar danos às estruturas viárias.

A Av. José João Dib recebe o escoamento de grande parte da cidade, que é direcionado para a canalização do Córrego São José. Destaca-se que não são verificadas enchentes, pois não ocorre o transbordamento da vazão do córrego canalizado. Contudo, alagamentos ocorrem por toda a avenida, em razão da rede de drenagem ao longo da via ser insuficiente para captar as águas pluviais que se dirigem ao local por escoamento superficial.

As enchentes são verificadas durante precipitações com volumes excepcionais. No Córrego Pirapitinga, onde são mais comuns, as pontes que ligam a parte oeste da cidade ao Centro ficam submersas, impedindo o trânsito. Quando o nível da vazão diminui, geralmente são verificados danos às estruturas das pontes e rompimentos nas tubulações de coleta de esgotos, que passam a ser despejados diretamente no córrego.

As áreas mais afetadas pelos problemas decorrentes da drenagem insuficiente das águas pluviais concentram-se na área central de Ituiutaba e bairros adjacentes, incluindo locais de diferentes níveis de valorização imobiliária. Do ponto de vista estrutural das construções, as residências de famílias de baixa renda são as mais vulneráveis. Em grande parte, estão situadas no mesmo nível da via ou em nível inferior, ficando mais suscetíveis aos fluxos do escoamento superficial. As famílias com renda mais elevada conseguem acesso a construções mais seguras, em terrenos naturalmente mais altos do que as vias ou elevados por meio de aterramentos.

A Av. José João Dib é um exemplo disso; constitui uma área muito valorizada devido à infraestrutura existente: córrego canalizado, área verde, fácil acesso, próxima ao centro e privilegiada quanto aos serviços públicos. Na avenida verificam-se tanto imóveis de padrão construtivo elevado (mais recentes) quanto de padrão mais precário (antigos). Apesar de estarem localizados na mesma via, as águas pluviais acometem, majoritariamente, as residências de padrão construtivo inferior, que são as mais desprotegidas.

Várias atividades comerciais também são afetadas pelo escoamento pluvial. As consequências vão desde queda no movimento de clientes, devido ao fato das ruas ficarem intransitáveis, até a perda de mercadorias e equipamentos. Apesar dos prejuízos, os comerciantes não transferem seus negócios para outros locais, mais seguros, por considerarem estratégicos os pontos em que estão. São vias de grande fluxo de veículos e de pedestres que, assim, configuram potenciais clientes. Dessa forma, identifica-se que as atividades econômicas podem se fixar em áreas de risco se os lucros obtidos compensarem eventuais perdas em decorrência das chuvas.

No tocante ao fator climático, o período de chuvas mais intensas se concentra entre outubro e março, quando são registradas precipitações que, ao menos uma vez ao ano, superam os 60mm/24h. A ocorrência dessas precipitações está associada, na maioria das vezes, à formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul com atuação da Massa Equatorial Continental (quente e úmida – proveniente da Amazônia) e da Massa Polar Atlântica (fria – originada no extremo sul do Atlântico). A dinâmica entre essas duas massas de ar pode ocasionar a formação de frentes estacionárias, conferindo alta nebulosidade e tempo chuvoso por vários dias em sequência.

Os registros meteorológicos demonstraram que as chuvas a partir de 30mm/24h acontecem, em média, treze vezes ao ano em Ituiutaba; revelando uma elevada frequência das precipitações com potencial de causarem danos ao ambiente urbano. Em ocasiões mais raras, com intervalos de anos, as chuvas podem ultrapassar os 100mm/24h. Isto evidencia a necessidade de se pensar o ambiente urbano de modo a suportar (ou pelo menos diminuir) o impacto de eventos chuvosos dessa magnitude.

As precipitações extremas tiveram maior frequência nos anos identificados como chuvosos; com volumes pluviométricos acima da média para o período analisado. Durante os anos considerados secos, as precipitações deste tipo foram mais raras, assim como os impactos sobre a cidade.

Complementares à ampliação da rede de drenagem pluvial, à construção de piscinões e a outras ações estruturais, devem-se aplicar, efetivamente, medidas restritivas quanto ao uso e

ocupação do solo. O zoneamento urbano exemplifica essa estratégia, com a reserva de áreas destinadas a absorver parte das águas pluviais; além da fiscalização e do controle da impermeabilização nos lotes urbanos.

A intenção da atual gestão municipal em canalizar o Córrego Pirapitinga pode atender reivindicações antigas da população, o que irá alterar o risco hidrológico na região. Medidas estruturais como obras de canalização de córregos devem ser pensadas com ressalvas. Os fundos de vale são os locais para onde, naturalmente, o escoamento superficial é direcionado para ser drenado via vazão do córrego ou infiltração nas áreas marginais. Quando são implantadas avenidas e calçadas paralelas ao canal, diminui-se a área permeável e, como consequência, aumenta-se o volume do escoamento. Isso pode potencializar a ocorrência das inundações nas imediações. O agravante é que esse modelo de canalização atrai a ocupação para locais mais próximos ao curso d'água, onde o volume do escoamento é aumentado, representando também a elevação do risco às inundações.

Ademais, os elevados custos da obra e o aumento dos problemas na drenagem pluvial diminuem as vantagens de execução do projeto, apesar dos benefícios ao sistema viário. As melhorias urbanísticas e ambientais ansiadas pela população podem ser alcançadas com a realização de ações alternativas (e de custos menores) como a contenção dos processos erosivos, recomposição das matas de galerias, implantação de parque linear e eliminação dos pontos de despejo irregular de esgotos.

Deve-se ter cuidado também em relação às linhas de drenagem, que constituem os canais naturais de convergência do escoamento superficial. A população que habita esses locais é extremamente vulnerável, pois as residências foram construídas exatamente sobre o trajeto das águas. Nestes casos, a minimização dos problemas exige a execução de obras estruturais; notadamente, a ampliação da rede de drenagem e/ou o desvio das águas pluviais nos locais de onde provêm os escoamentos, impedindo-os de atingirem as áreas mais frágeis.

O crescimento da cidade é outra questão que necessita de atenção. Os eixos de expansão urbana, nos últimos anos, têm se direcionado para a parte sul da cidade, a montante dos córregos. As novas construções e pavimentações das vias públicas têm resultado no aumento do escoamento superficial, que é direcionado para os córregos que atravessam a cidade, aumentando o risco a enchentes.

A falta de vegetação natural deixa as margens dos córregos mais suscetíveis aos processos erosivos. Esta condição é agravada nos pontos de contato entre a rede de drenagem pluvial e os cursos d'água, devido à inexistência de dissipadores/redutores de energia dos fluxos.

Avalia-se que os resultados alcançados com esta pesquisa satisfizeram aos objetivos propostos e que, deste modo, a metodologia executada foi adequada. Verificou-se que as hipóteses levantadas na concepção do projeto de pesquisa foram confirmadas, mediante a observação de que os problemas na drenagem pluvial concentram-se nas áreas centrais da cidade, que são mais impermeabilizadas, e que a rede de drenagem não é suficiente para se evitar os transtornos causados pelo impacto hidrometeorológico.

Os registros dos impactos pluviais disponibilizados pelo Corpo de Bombeiros e pela imprensa possibilitaram identificar os locais onde as inundações são mais frequentes. Mais do que isso, as reportagens informaram detalhes das consequências desses fenômenos. No entanto, a abrangência dos problemas pode ser maior e acometer mais pessoas. Isto porque a cobertura jornalística não informa todos os lugares que são afetados; mas sim, os locais onde se observam os maiores impactos e que são de maior interesse do público, como as áreas centrais das cidades e importantes vias de trânsito. Além disso, a atenção dada pelos veículos de comunicação à cobertura dos eventos chuvosos varia conforme o espaço na grade editorial, pois notícias sobre política e economia costumam ter mais espaço nas edições informativas.

Da mesma forma, o Corpo de Bombeiros também não consegue registrar todas as ocorrências, pois muitas pessoas não acionam a corporação ao passar por transtornos. Neste caso, o ideal seria que houvesse, em Ituiutaba, uma unidade da Defesa Civil que pudesse atuar diretamente com a população por meio de prestação de orientações, avaliação das áreas de risco, emissão de alertas e coordenação de ações durante as situações de emergência. Isto seria, sem dúvida, um passo importante rumo à diminuição dos perigos com os quais a população de Ituiutaba convive a cada estação chuvosa.

Com a realização desta pesquisa, espera-se contribuir com o debate sobre os impactos hidrometeorológicos em ambientes urbanos, constituindo-se como uma base para o desenvolvimento de pesquisas relacionadas a esta temática em Ituiutaba. Ademais, as análises contidas neste estudo podem ainda ser utilizadas na elaboração de projetos, por parte da administração pública, que objetivem o aumento da segurança da parcela da população mais vulnerável às enchentes, aos alagamentos e às enxurradas.

REFERÊNCIAS

AB’SÁBER, A. **OS DOMÍNIOS DE NATUREZA NO BRASIL:** potencialidades paisagísticas. 4. ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Hidroweb**. Estação 1849000 – Ituiutaba, MG. 2016. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/default.asp>>. Acesso em: 25 mar. 2016.

_____. **Lista de Termos para o Thesaurus de Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas**. Brasília, 2014. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/noticias/20150406034300_Portaria_149-2015.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2016.

ALLARD, P. Éléments pour une problématique de l’histoire du risqué. Du risque accepté au risque maîtrisé. Representations et gestion du risque d’inondation em Camargue, XVIII-XIX siècles. **Ruralia**, Lion, 2000.

ALVES FILHO, A. P. **O ritmo climático e as enchentes de 1991 na Região Metropolitana de São Paulo:** uma análise através do Radar Meteorológico. 2003. 297 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

AMARAL, R. do; RIBEIRO, R. R. Inundação e Enchentes. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. do (Org.). **Desastres naturais:** conhecer para prevenir. 2. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2012. p. 39-52.

ANDREOZZI, S. L. **Planejamento e gestão de bacias hidrográficas:** uma abordagem pelos caminhos da sustentabilidade sistêmica. 2005. 151f. Tese (Doutorado em Geografia) – IGCE, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2005.

BARRETO, R. **Identificação de áreas susceptíveis a eventos extremos de chuva no Distrito Federal**. 2008. 194 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

BARRY, R. G.; CHORLEY, R. J. **Atmosfera, tempo e clima**. 9. ed. Tradução de Ronaldo Cataldo Costa. Porto Alegre: Bookman, 2013. 512p.

BECK, U. **Sociedade de risco:** rumo a uma outra modernidade. Tradução de Sebastião Nascimento. São Paulo: Ed 34, 2010. 368p.

BERNARDES, M. B. J.; NEHME, V. G. F. Educação Ambiental: um aporte para o exercício da cidadania. In: PORTUGUEZ, A. P.; SEABRA, G. F.; QUEIROZ, O. T. M. M. (Org.). **Turismo espaço e estratégias de desenvolvimento local**. João Pessoa: EdUEPB, 2012.

BERTALANFFY, L. **Teoria Geral dos Sistemas:** fundamentos, desenvolvimento e aplicações. 5. ed. Tradução de Francisco M. Guimarães. Petrópolis: Vozes, 2010. 360p.

BRANDÃO, A. M. de P. M. O clima urbano da cidade do Rio de Janeiro. In: MONTEIRO, C. A. de F.; MENDONÇA, F. (Org.). **Clima Urbano**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2015. p.121-153.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de Maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 8 ago. 2017.

_____. Resolução CONAMA nº 369, de 28 de Março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=489>>. Acesso em: 8 ago. 2017.

BUTZKE, I. C. Ocupação de áreas inundáveis em Blumenau (SC). 1995. 245 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1995.

CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. B. D. da. Precipitação. In:_____: **Hidrologia**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2006. p.33 59. Apostila. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap4-PPT.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

CASTRO, A. W. S. **Clima Urbano**: as precipitações pluviais em Rio Claro – SP. 1995. 196 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1995.

CASTRO, S. D. A. de. Riesgos y Pelígrs: una vision desde La Geografía. **Scripta Nova**, Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales, Barcelona, n. 60, 15p., mar. 2000.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de Sistemas em Geografia**. São Paulo: HUCITEC, 1979. 106p.

CONTI, J. B. Considerações sobre mudanças climáticas globais. In: SANT'ANNA NETO, J. L.; ZAVATINNI, J. A. (Org.). **Variabilidade e Mudanças Climáticas**. Maringá: Eduem, 2000. p. 17-28.

COSTA, R. A. Riscos Ambientais em Cidades Pequenas do Cerrado Brasileiro. In: SEABRA, G. F. (Org.). **Educação Ambiental no Mundo Globalizado**: Uma ecologia de riscos, desafios e resistências. João Pessoa: EdUEPB, 2011. p. 199-214.

COSTA, R. A., MARTINS, F. P. Impactos e riscos ambientais urbanos em Ituiutaba-MG. In: PORTUGUEZ, A. P., MOURA, G. G., COSTA, R. A. (Org.). **Geografia do Brasil Central**: enfoques teóricos e particularidades regionais. Uberlândia: Assis, 2011. p. 355-378.

CUSTÓDIO, V. **A persistência das inundações na Grande São Paulo**. 2001. 294 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

DAGNINO, R. de S.; CAPRI JUNIOR, S. Risco Ambiental: conceitos e aplicações. **Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro, v. 2, n. 2, p. 50-86, jul./dez. 2007.

DIÁRIO REGIONAL. Edição de 4 de fevereiro de 2000.

_____. Edição de 5/6 de fevereiro de 2000.

_____. Edição de 10 de fevereiro de 2000.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Mapa de Reconhecimento de Solos do Triângulo Mineiro**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS/EPAMIG-DRNR, 1980. 1 mapa, color. Escala 1:500.000. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/103158/1Reconhecimento-Dos-Solos-do-Triangulo-Mineiro.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2017.

EGLER, C. A. G. Risco ambiental como critério de gestão do território: Uma aplicação à zona costeira brasileira. **Revista Território**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 31-41, 1996.

FERNANDES, B. de J.; ROCHA, G. C. Educação sobre riscos ambientais e o Programa “Defesa Civil nas Escolas”: uma proposta metodológica interdisciplinar. **Virtú**, Juiz de Fora, 5. ed., jan./jun. 2007.

FOLHA DE ITUIUTABA. Edição de 1º de fevereiro de 1958.

FONSECA, R. G.; SANTOS, J. C. Os recentes processos migratórios em Ituiutaba (MG) e a inserção das agroindústrias canavieiras. **Caderno Prudentino de Geografia**. Presidente Prudente, v. 1, n. 33, jan./jul. 2011. Disponível em: <<http://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/1934/1814>>. Acesso em: 22 mar. 2016.

G1 Triângulo Mineiro. Publicação de 23 de janeiro de 2016. Disponível em: <<http://g1.globo.com/minas-gerais/triangulo-mineiro/noticia/2016/01/chuvas-fortes-estouram-tubulacoes-e-causam-problemas-em-ituiutaba.html>>. Acesso em 18 ago. 2016.

GONÇALVES, N. M. S. Impactos Pluviais e desorganização do espaço urbano em Salvador. In: MONTEIRO, C. A. de F.; MENDONÇA, F. (Orgs.). **Clima Urbano**. 2. ed, São Paulo: Contexto, 2015. p. 69-91.

HOGAN, D. J.; CUNHA, J. M. P. da; CARMO, R. L. do; OLIVEIRA, A. A. B. de. Urbanização e Vulnerabilidade sócio-ambiental: O caso de Campinas. In: HOGAN, D. J.; BAENINGER, R.; CUNHA, J. M. P. da; CARMO, R. L. do (Org.). **Migração e ambiente nas aglomerações urbanas**. Campinas: Nepo/Unicamp, 2001. p. 395-418.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades@**: Minas Gerais: Ituiutaba (MG) População estimada. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=3134202>>. Acesso em: 30 ago. 2016.

_____. **Enciclopédia dos Municípios Brasileiros**. v. 25. Rio de Janeiro: IBGE, 1959. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv27295_25.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2016.

_____. **Sistema IBGE de Recuperação Automática**: Ituiutaba (MG) – Censo Demográfico. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=202&u=2649&z=t&o=4&i=P>>. Acesso em: 10 ago. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Estações e Dados** – Estações Automáticas. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em: 2 fev. 2017.

ITUIUTABA. Lei Complementar nº 63, de 31 de outubro de 2006. Institui o Plano Diretor Municipal. Disponível em: <<http://www.portalituiutaba.com.br/site/site/indexInst.aspx?acao=prod&id=25455&usuid=363&conteudo=PLANO%20DIRETOR>>. Acesso em: 8 ago. 2017.

ITUIUTABA – SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO E CULTURA. **2001**: centenário de Ituiutaba. Ituiutaba: Egil, 2001.328p.

JAPIASSÚ, H.; MARCONDES, D. **Dicionário Básico de Filosofia**. 4. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2006.

JORNAL DO PONTAL. Edição de 4 de fevereiro de 2000.

_____. Edição de 9 de abril de 2013.

_____. Edição de 19 de janeiro de 2016.

MAIA, D. C. **Impactos Pluviais na área urbana de Ribeirão Preto – SP**. 2007. 153 f. Tese (Doutorado em Geografia) – IGCE, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2007.

MARINHA DO BRASIL. **Centro de Hidrografia da Marinha** - Serviço Meteorológico Marinho. Cartas Sinóticas. Disponível em: <<https://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm>>. Acesso em: 24 jun. 2017.

MENDES, P. C.; QUEIROS, A. T. de. Caracterização climática do município de Ituiutaba – MG. In: PORTUGUEZ, A. P., MOURA, G. G., COSTA, R. A. (Org.). **Geografia do Brasil Central**: enfoques teóricos e particularidades regionais. Uberlândia: Assis, 2011. p. 333-353.

MENDONÇA, F. Clima e planejamento urbano em Londrina: proposição metodológica e de intervenção urbana a partir do estudo do campo termo-higrometeorológico. In: MONTEIRO, C. A. de F.; MENDONÇA, F. (Org.). **Clima Urbano**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2015. p. 93-120.

MONTEIRO, A. As cidades e a precipitação – como mediar uma relação cada vez mais conflituosa. **Inforgéo** (Riscos e Ambiente), Lisboa, 2007. p. 9-23.

MONTEIRO, C. A. de F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: Universidade de São Paulo – Instituto de Geografia – IGEOG/USP, 1976. 181p.

_____. In: MONTEIRO, C. A. de F.; MENDONÇA, F. (Org.). **Clima Urbano**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2015. p. 9-67.

NATIONAL CENTERS FOR ENVIRONMENTAL INFORMATION – NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NCDC/NOAA). Satellite Imagery. Disponível em: <<https://www.ncdc.noaa.gov/gibbs/>>. Acesso em: 2 ago. 2017.

NATIONAL WEATHER SERVICE – NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NWC/NOAA). Cold & Warm Episodes by Season. Disponível em: <http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php>. Acesso em: 12 dez. 2017.

NOVAIS, G. T. **Caracterização climática da mesorregião do Triângulo Mineiro / Alto Paranaíba e do entorno da Serra da Canastra (MG)**. 2011. 175 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

PAIVA, H. B. de. Antigas soluções tijucanas para o abastecimento de água. In: FUNDAÇÃO CULTURAL DE ITUIUTABA. **O Centenário**. Ituiutaba: Egil, 2001. 126 p.

PAZ, A. R. da. **Hidrologia Aplicada**. Caxias do Sul: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, 2004. 138 p. Apostila. Disponível em: <http://www.ct.ufpb.br/~adrianorpaz/artigos/apostila_HIDROLOGIA_APLICADA_UERGS.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2017.

PONTAL EM FOCO. Publicação de 18 de janeiro de 2016.

PORTO-GONÇALVES, C. W. P. **Os (des)caminhos do meio ambiente**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 1990. 148 p.

QUEIRÓS, M.; VAZ, T.; PALMA, P. Uma reflexão a propósito do risco. In: Congresso de Geografia Portuguesa, 6., 2007, Lisboa. **Anais...** Lisboa: Associação Portuguesa de Geógrafos, 2007, p. 1-23. Disponível em: <http://www.ceg.ul.pt/ERSTA/..%5CDescarga%5CERSTA%5CMQ_TV_PP.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2012.

REIS, A. Alteração ambiental e recursos naturais: fontes de desestabilização social e de risco e ameaça à segurança nacional e internacional. **Inforgéo** (Riscos e Ambiente), Lisboa, p. 67-84, 2007/2008.

ROCHA, M. R.; FERREIRA, I. L.; BACCARO, C.D.; RODRIGUES, S. C. Mapeamento Geomorfológico do Triângulo Mineiro – Brasil. In: Encontro de Geógrafos da América Latina, 8., 2001, Santiago - Chile. **Anais...** Santiago - Chile, 2001. Disponível em: <<http://obs>>

ervatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal8/Nuevastecnologias/Cartografiatematica/03.pdf
>. Acesso em: 3 mar. 2013.

SAE – SUPERINTENDÊNCIA DE ÁGUA E ESGOTOS. **Tratamento do Esgoto**. Disponível em: < <http://www.sae.com.br/?sec=esgot&pg=tratamento-do-esgoto>>. Acesso em 18 jul. 2017.

SANTOS, J. G. **Variabilidade pluviométrica na mesorregião do Triângulo Mineiro / Alto Paranaíba-MG**. 2015. 86 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, 2013.

SANTOS, L.; BACCARO, C. A. D. Caracterização geomorfológica da bacia do Rio Tijuco. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 5, n. 11, fev. 2004. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15321/8620>>. Acesso em 24 jul. 2017.

SCHRÖDER, R. Distribuição e curso anual das precipitações no estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 15, n. 18, p. 193-250. ago. 1956. Disponível em: <http://www.scielo.br/readcube/epdf.php?doi=10.1590/S0006-87051956000100018&pid=S0006-87051956000100018&pdf_path=brag/v15nunico/18.pdf&lang=pt>. Acesso em 28 jun. 2017.

SILVA, E. M. **A cidade e o clima**: impactos das precipitações concentradas e as tendências climáticas em Uberlândia-MG. 2013. 346 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, 2013.

SILVA, G. A. da; COSTA, R. A. Paisagem e fragilidade ambiental natural da Bacia Hidrográfica do Ribeirão São Lourenço, Ituiutaba/Prata-MG. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 12, n. 39, p. 151-166, set. 2011.

SOUZA, M. B. de; MARIANO, Z. de F. Geografia Física e a Questão Ambiental no Brasil. **GEOUSP: Espaço e Tempo**, São Paulo, n.23, p. 77-98. 2008.

THOURET, J-C. Avaliação, prevenção e gestão dos riscos naturais nas cidades da América Latina. In: VEYRET, Y. (Org.). **Os riscos**: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. Tradução de Dilson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto, 2007. p. 83-112.

TROPPMAIR, H. **Biogeografia e Meio Ambiente**. Rio Claro: Divisa, 2004. 205 p.

TUCCI, C. E. M. Água no meio urbano. In: **Água doce**. 1997a. Disponível em: <http://www.pec.poli.br/sistema/material_disciplina/fotos/%C3%A1guanomeio%20urbano.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2017.

_____. Plano Diretor de Drenagem Urbana: princípios e concepção. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 5-12. Jul./dez. 1997. Disponível em: <<https://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=1&ID=56&SUMARIO=741>>. Acesso em: 14 abr. 2017b.

VEILLARD-BARON, H. Os ricos sociais. In: VEYRET, Y. (Org.). **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. Tradução de Dilson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto, 2007. p. 275-316.

VEYRET, Y. Introdução. In: _____. (Org.). **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. Tradução de Dilson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto, 2007. p. 11-21.

VEYRET, Y.; RICHEMOND, N. M. O risco, os riscos. In: VEYRET, Y. (Org.). **Os riscos: os homem como agressor e vítima do meio ambiente**. Tradução de Dilson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto, 2007a.p. 23-24.

_____. Definições e vulnerabilidade do risco. In: VEYRET, Y. (Org.). **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. Tradução de Dilson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto, 2007b. p. 25-46.

_____. Representação, gestão e expressão espacial do risco. In: VEYRET, Y. (Org.). **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. Tradução de Dilson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto, 2007c. p. 47-61.

_____. Os tipos de risco. In: VEYRET, Y. (Org.). **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. Tradução de Dilson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto, 2007d. p. 63-79.

WARD, A. G.; ELLIOT, W. J. The Hydrologic Cycle, Water Resources, and Society. In: WARD, A. G.; ELLIOT, W. J. (Org.). **Environmental Hydrology**. Boca Raton: Lewis Publishers; New York: CRC, 1995.

ZAMPARONI, C. A. Mudanças Climáticas, Riscos e Desastres Naturais em Ambientes Urbanos. In: SEABRA, G. F. (Org.). **Educação Ambiental no Mundo Globalizado: Uma ecologia de riscos, desafios e resistências**. João Pessoa: EdUFPB, 2011. p. 159-170.

ZANELLA, M. E. **Inundações urbanas em Curitiba/PR: impactos, riscos e vulnerabilidade socioambiental no Bairro Cajuru**. 2006. 256 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

ZAVATTINI, J. F.; BOIN, M. N. **Climatologia Geográfica: teoria e prática de pesquisa**. Campinas: Editora Alínea, 2013. 150 p.

ZÊZERE, J. L.; RAMOS, C.; REIS, E.; GARCIA, R.; OLIVEIRA, S. Perigos naturais, tecnológicos e ambientais na Região do Oeste e Vale do Tejo. **Inforgéo (Riscos e Ambiente)**, Lisboa, p. 37-49, 2007/2008.

APÊNDICE – Roteiro da entrevista com os moradores afetados pelos impactos pluviais

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

Câmpus de Rio Claro

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

Pesquisa de Mestrado

RISCO HIDROLÓGICO: precipitações extremas, enchentes e alagamentos na cidade de Ituiutaba-MG

Discente: Rogério Gerolineto Fonseca

ROTEIRO DE ENTREVISTA – POPULAÇÃO AFETADA POR ALAGAMENTOS EM ITUIUTABA

1) Endereço: _____

2) Tipo: () Residência () Comércio () Outro: _____

3) Idade: _____ 4) Tempo de residência/atividade no local: _____

5) Com que frequência ocorrem problemas como enxurradas e alagamentos?

6) O problema foi notificado em alguma instituição? Qual? _____

6) Quais tipos de problemas/prejuízos já ocorreram?

() Danos/perdas de eletrodomésticos ou móveis

() Danos na infraestrutura do imóvel

Detalhamento: _____

7) Estimativa do valor dos prejuízos: _____

8) Percepção da variabilidade da frequência dos problemas nos últimos anos:

() Tem aumentado

() Tem diminuído

() Estável

9) O local já passou por alguma intervenção (obra) para minimizar o problema? Qual?

() Obras do setor público _____ ()

Obras particulares _____

10) Na sua opinião, o que resolveria/minimizaria os problemas de alagamentos?

Observações do local

11) Padrão da residência: _____

12) Imóvel mais baixo que o nível da via: () sim () não () Mesmo nível

13) Drenagem pluvial próxima ao imóvel: () sim () não

ANEXO A – Temperatura média das águas superficiais do Oceano Pacífico tropical e indicação de ocorrência dos fenômenos El Niño e La Niña (1987-2016)

Nota: períodos quentes correspondentes ao *El Niño* indicados na cor vermelha e períodos frios de *La Niña* representados na cor azul, quando a oscilação da temperatura ultrapassa o limiar de +/- 0,5°C.

ANO	Trimestre											
	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
1987	1,2	1,2	1,1	0,9	1,0	1,2	1,5	1,7	1,6	1,5	1,3	1,1
1988	0,8	0,5	0,1	-0,3	-0,9	-1,3	-1,3	-1,1	-1,2	-1,5	-1,8	-1,8
1989	-1,7	-1,4	-1,1	-0,8	-0,6	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	-0,2	-0,2	-0,1
1990	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4
1991	0,4	0,3	0,2	0,3	0,5	0,6	0,7	0,6	0,6	0,8	1,2	1,5
1992	1,7	1,6	1,5	1,3	1,1	0,7	0,4	0,1	-0,1	-0,2	-0,3	-0,1
1993	0,1	0,3	0,5	0,7	0,7	0,6	0,3	0,3	0,2	0,1	0,0	0,1
1994	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,7	1,0	1,1
1995	1,0	0,7	0,5	0,3	0,1	0,0	-0,2	-0,5	-0,8	-1,0	-1,0	-1,0
1996	-0,9	-0,8	-0,6	-0,4	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,4	-0,4	-0,4	-0,5
1997	-0,5	-0,4	-0,1	0,3	0,8	1,2	1,6	1,9	2,1	2,3	2,4	2,4
1998	2,2	1,9	1,4	1,0	0,5	-0,1	-0,8	-1,1	-1,3	-1,4	-1,5	-1,6
1999	-1,5	-1,3	-1,1	-1,0	-1,0	-1,0	-1,1	-1,1	-1,2	-1,3	-1,5	-1,7
2000	-1,7	-1,4	-1,1	-0,8	-0,7	-0,6	-0,6	-0,5	-0,5	-0,6	-0,7	-0,7
2001	-0,7	-0,5	-0,4	-0,3	-0,3	-0,1	-0,1	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3	-0,3
2002	-0,1	0,0	0,1	0,2	0,4	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3	1,1
2003	0,9	0,6	0,4	0,0	-0,3	-0,2	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4
2004	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7
2005	0,6	0,6	0,4	0,4	0,3	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,3	-0,6	-0,8
2006	-0,8	-0,7	-0,5	-0,3	0,0	0,0	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	0,9
2007	0,7	0,3	0,0	-0,2	-0,3	-0,4	-0,5	-0,8	-1,1	-1,4	-1,5	-1,6
2008	-1,6	-1,4	-1,2	-0,9	-0,8	-0,5	-0,4	-0,3	-0,3	-0,4	-0,6	-0,7
2009	-0,8	-0,7	-0,5	-0,2	0,1	0,4	0,5	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6
2010	1,5	1,3	0,9	0,4	-0,1	-0,6	-1,0	-1,4	-1,6	-1,7	-1,7	-1,6
2011	-1,4	-1,1	-0,8	-0,6	-0,5	-0,4	-0,5	-0,7	-0,9	-1,1	-1,1	-1,0
2012	-0,8	-0,6	-0,5	-0,4	-0,2	0,1	0,3	0,3	0,3	0,2	0,0	-0,2
2013	-0,4	-0,3	-0,2	-0,2	-0,3	-0,3	-0,4	-0,4	-0,3	-0,2	-0,2	-0,3
2014	-0,4	-0,4	-0,2	0,1	0,3	0,2	0,1	0,0	0,2	0,4	0,6	0,7
2015	0,6	0,6	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,5	2,6
2016	2,5	2,2	1,7	1,0	0,5	0,0	-0,3	-0,6	-0,7	-0,7	-0,7	-0,6

Adaptado de: National Weather Service (NWS), 2017

ANEXO B – Chuvas a partir 30mm/24h.

Data	mm	Data	mm	Data	mm	Data	mm
29/10/1988	154	17/01/2014	66,3	09/12/1997	54,2	04/11/1989	49
03/01/2000	109	06/11/2003	66,1	18/03/1998	54,2	08/02/2013	49
02/03/2001	108	08/02/1995	65,8	15/12/2008	53,9	14/12/2016	49
16/01/1991	102	20/03/1994	65,7	01/10/2001	53,6	16/12/2016	48,7
16/10/1998	99,8	28/02/1990	65,2	23/01/1997	53,2	21/03/1991	48,6
07/03/1988	98,4	20/11/1994	65,1	01/09/1990	53	30/11/1987	48,3
19/03/1998	97,6	24/01/1987	64,5	12/12/1989	52,8	07/02/1992	48,3
26/11/2003	96	17/11/2016	64	14/12/1988	52,6	24/12/1988	48,2
26/02/1999	91,2	01/04/1994	63,7	10/11/1993	52,4	31/12/1989	48,2
05/12/2016	91	13/04/1989	63	14/01/1991	52,1	20/12/1994	48,1
25/03/1991	90,6	19/03/2007	63	19/04/2000	52,1	29/10/1989	48
26/01/2013	90	21/01/1992	62,5	08/12/2005	52,1	03/11/1989	48
29/02/2016	90	19/12/2007	62,1	01/02/2013	52	01/12/2012	48
15/04/2004	85,6	14/12/2012	62	04/01/2003	51,7	22/01/2008	47,9
09/03/1987	85	05/05/2015	61,5	07/03/2001	51,4	26/02/1988	47,2
23/02/2012	83	02/12/1997	61,2	03/12/1994	51,2	06/03/1988	47,2
11/12/2016	82	15/01/2002	61,2	26/03/2003	51	13/02/1990	47,2
23/11/2000	81,2	27/05/2001	61	02/02/2008	51	04/01/1999	47,2
15/04/2013	80	14/11/2016	60,6	26/01/1995	50,9	26/01/2004	47
29/02/2000	78,6	09/12/1989	60,4	02/10/1987	50,5	03/02/2000	46,8
11/02/2012	78,4	25/03/1990	60,4	05/03/1991	50,2	31/12/2013	46,7
18/12/1987	77,7	31/10/2002	60,4	02/03/1987	50	08/12/1999	46,4
04/12/1987	76	24/12/2013	60,4	17/12/1987	50	21/11/1996	46,2
19/02/2002	75,4	15/02/1991	60,1	24/10/1988	50	29/01/1999	46,2
13/12/1989	74,8	03/01/2001	60	23/12/1988	50	01/01/1995	46,1
14/11/2000	74,4	04/12/2005	59,3	12/02/1989	50	01/01/2012	46,1
11/12/2002	72,6	22/11/2011	58,9	22/12/1994	50	06/11/1990	46
12/04/1992	72	26/11/1987	58,2	07/02/1996	50	17/05/1995	45,6
01/03/2013	72	29/11/1997	58,2	18/11/2013	50	30/12/2013	45,5
01/02/1995	71,8	21/11/2016	58	20/03/2015	50	15/11/1997	45,4
19/12/2004	70,6	31/01/1995	57,7	06/04/2015	50	15/11/2004	45,3
07/03/1987	70,4	09/01/2012	57,5	28/12/2015	50	05/12/1987	45,2
17/02/2014	70,2	30/09/1997	57,4	17/01/2016	50	27/12/2011	44,9
27/10/1988	70	26/01/1997	57,2	13/12/2006	49,7	11/01/1996	44,6
06/04/2013	70	04/02/1995	56	01/04/1995	49,6	06/06/1997	44,6
06/02/2015	70	03/12/1988	55,2	09/02/1998	49,6	04/01/1996	44,5
10/05/2015	70	18/02/1995	55,2	07/01/1995	49,5	03/01/1997	44,2
24/11/2015	70	07/02/2002	55,2	27/01/2009	49,4	15/10/2004	44,1
03/02/1991	69	02/01/2006	55,1	31/01/2009	49,4	09/12/2003	44
18/02/1991	68,3	21/10/1994	54,4	06/12/2009	49,3	16/02/1993	43,8
14/03/1989	68,2	21/02/2002	54,4	17/11/2007	49,2	23/12/1994	43,8
10/01/1998	68,2	16/06/1997	54,2	28/01/1987	49	12/02/1993	43,6

Data	mm	Data	mm	Data	mm	Data	mm
19/11/1994	43,6	12/02/2007	39,4	02/04/1998	36,2	29/01/2002	33,6
28/01/1996	43,5	25/01/2008	39,4	08/10/1998	36,2	16/08/1993	33,5
22/03/2011	43,1	15/01/2007	39,3	28/01/1999	36,2	17/04/2008	33,5
28/01/2008	43	10/11/2007	39,3	08/12/2003	36	06/10/2011	33,5
04/11/2005	42,8	15/12/1987	39,2	08/03/1996	35,8	18/04/1990	33,4
06/11/1993	42,6	13/01/2008	39,2	31/03/1991	35,6	21/01/2008	33,2
25/12/2000	42,6	03/10/2008	39,2	18/03/1996	35,6	29/10/2008	33,2
04/12/2004	42,6	05/01/2006	39,1	22/10/2004	35,6	07/11/1987	33
29/12/2009	42,6	16/02/2009	39,1	27/12/1992	35,4	18/11/2007	33
09/08/1998	42,4	23/01/2009	39	17/12/2001	35,4	26/01/2008	33
12/11/2000	42,4	24/10/2012	39	06/01/2003	35,4	14/11/2011	33
21/10/1997	42,2	12/11/1991	38,8	09/01/1988	35,3	09/04/1993	32,8
12/11/1999	42,2	24/03/2002	38,8	13/12/1987	35,2	03/03/1998	32,8
03/02/2007	41,8	09/01/1998	38,6	15/09/1993	35,2	11/07/2004	32,8
11/12/2013	41,7	27/01/2000	38,6	21/01/1997	35,2	28/12/2013	32,8
11/11/1995	41,6	29/12/2013	38,6	16/01/2009	35,1	04/10/1993	32,6
20/10/1997	41,6	19/03/1988	38,5	24/06/1987	35	26/10/1993	32,6
08/02/2000	41,6	12/11/1997	38,4	03/01/2005	35	24/09/1993	32,4
26/11/2005	41,6	14/01/1998	38,2	05/03/2012	35	31/03/1997	32,4
15/03/2006	41,6	19/11/2000	38,2	03/12/2012	35	15/12/1997	32,4
15/02/2009	41,4	31/03/2013	38	17/12/2012	35	16/03/2005	32,3
15/04/1989	41,2	03/02/2006	37,9	11/01/2013	35	02/03/1993	32,2
30/12/1996	41,2	02/01/1997	37,8	30/03/2013	35	30/05/1998	32,2
28/03/2010	41,2	09/02/1988	37,6	04/03/2011	34,9	24/01/1999	32,2
23/12/2004	41	04/02/1993	37,4	05/11/2013	34,7	27/12/2001	32,2
12/11/2007	41	20/04/1995	37,4	22/02/1998	34,6	05/06/2003	32,2
23/04/2014	40,9	16/10/2006	37,4	11/02/2000	34,6	14/03/2006	32,2
16/01/1992	40,8	25/09/1997	37,2	27/01/2004	34,6	31/12/2006	32,2
14/02/1995	40,7	10/08/1998	37,2	10/01/2012	34,5	24/10/2007	32,2
24/03/1999	40,7	09/12/1999	37,2	07/05/1995	34,4	29/03/1991	32,1
28/12/2011	40,7	31/01/2007	37,2	22/12/2004	34,4	02/03/1992	32,1
30/01/1987	40,4	06/01/2007	37,1	13/11/1990	34,3	07/03/1995	32,1
04/11/1988	40,4	29/04/1987	37	07/01/2012	34,3	04/01/1990	32
04/09/1996	40	04/04/1988	37	15/12/1989	34,2	07/12/2003	32
21/10/1996	40	11/02/1989	37	31/05/1993	34,2	11/12/2007	32
17/12/2012	40	24/02/2009	37	13/02/1995	34,2	27/01/2010	32
11/05/2015	40	03/01/1989	36,9	22/11/1996	34,2	12/03/2012	32
13/01/2016	40	17/02/2003	36,7	13/02/2000	34,2	20/11/1997	31,6
03/01/2009	39,9	06/12/2005	36,7	11/12/1989	34	13/11/1999	31,6
24/03/2013	39,5	07/11/2011	36,6	10/12/2003	34	15/11/2011	31,5
10/03/1987	39,4	04/03/2004	36,5	14/01/2005	34	07/02/1993	31,4
09/02/1993	39,4	16/03/1987	36,4	15/11/2007	34	05/06/1993	31,4
15/06/1997	39,4	20/03/2011	36,3	23/03/2012	34	27/12/1997	31,4
30/01/2006	39,4	17/04/1997	36,2	20/03/2005	33,9	21/02/1998	31,4

Data	mm	Data	mm	Data	mm	Data	mm
31/10/1998	31,4	17/03/1990	30,6	14/12/1989	30	18/02/2015	30
20/02/1993	31,2	08/12/2015	30,6	03/01/1990	30	06/05/2015	30
25/11/1993	31,2	19/10/2007	30,4	05/01/1990	30	17/02/2016	30
18/11/1995	31,2	28/11/1990	30,3	06/01/1990	30	10/03/2016	30
10/03/2003	31	26/03/2006	30,2	07/12/1991	30	11/03/2016	30
25/12/2004	31	27/03/2014	30,2	10/09/1999	30	20/10/2016	30
25/09/2012	31	27/02/2014	30,1	22/01/2001	30	12/11/2016	30
08/03/1987	30,9	15/11/1987	30	27/12/2004	30	04/12/2016	30
12/01/1991	30,8	07/01/1988	30	23/01/2012	30	06/12/2016	30
05/12/2005	30,8	24/11/1989	30	31/12/2012	30		

Fonte: ANA (2016). Org.:O autor.

ANEXO C – Ocorrências de impactos pluviais pelo Corpo de Bombeiros (2000-2016)

Ocorrências de alagamentos, enchentes e inundações

Data	Endereço	Bairro
03/02/2000	Av. Prof. José Vieira de Mendonça, 843	Setor Norte
03/02/2000	R. 6, 1.612	Setor Sul
03/02/2000	R. Francisco Araújo, 1.915	Novo Tempo I
03/02/2000	Av. José João Dib, 3499	Camargo
03/02/2000	R. Antônio Caetano de Moraes (Novais), 1827	Sol Nascente II
03/02/2000	R. José dos Santos Vilela, 397	Platina
07/02/2000	Av. 25, s/n	Centro
07/02/2000	Av. 27, 228	Centro
07/02/2000	Av. Jose João Dib, 3449	Jardim do Rosário
07/02/2000	Av. Minas Gerais, s/n	Camargo
07/02/2000	Av. 51, 915 (Horto Florestal)	Jerônimo Mendonca
07/02/2000	Av. Prof. Jose Vieira de Mendonca, 716	Pedreira
28/02/2000	BR 365	Gardênia
22/11/2000	R. 14, 136	Setor Norte
24/12/2000	Rua João Teodoro, 119	Marta Helena
08/11/2006	R. 14, 1557	Centro
24/01/2008	R. 38, 1671	Centro
24/01/2008	Av. 27, 228	Centro
24/01/2008	Av. José João Dib, 3509	Setor Sul
24/01/2008	R. 10, 698	Centro
24/01/2008	R. 12 A, 139	Setor Sul
24/01/2008	R. 4ª, 696	Natal
24/01/2008	Av. Minas Gerais, 667	Junqueira
24/01/2008	Av. Minas Gerais, S/N	Centro
20/12/2008	Minas Gerais, 613	Centro
15/02/2009	Minas Gerais, 189	Camargo
15/03/2010	Canela, nº 155	Alvorada
01/12/2010	Altamires Andrade Ribeiro, nº 691	Satélite Andradina
01/03/2011	Tobias da Costa Junqueira, nº 4	Junqueira
29/01/2013	Canela, nº 30	Alvorada
29/01/2013	Dos Mognos, nº 196	Alvorada
05/04/2013	Dezoito, nº 1292	Centro
12/04/2013	Zero, nº 82	Centro
17/11/2013	Doze, 184	Santa Maria
10/12/2013	Jorge Jacob Yunes, 605	Setor Norte
17/01/2015	Avenida 19, 228	Centro
17/11/2016	Av. Presidente Roosevelt, 453	Bela Vista

Fonte: Corpo de Bombeiros (2000 - 2016). Org.:O autor.

Perigo de alagamento, enchentes e inundações

Data	Endereço	Bairro
07/02/2000	R. Iugoslávia, 1860	Eldorado
10/02/2000	R. Jose Rodrigues Furtado, 116-A	Alvorada
28/02/2000	Av. 23, 420	Centro
31/08/2000	R. Ataíde Quirino Ribeiro, 715	Universitário
31/08/2000	R. Ataíde Quirino Ribeiro, 725	Universitário
05/03/2003	Av. 27, 228	Centro
17/03/2003	Av. José João Dib, 3455	Camargo
20/04/2003	R. Romeu Calil, 180	Novo Tempo II
20/04/2003	R. Antônio Carlos, 392	Marta Helena
10/10/2003	R. José Gomes Pinheiro, 767	Junqueira
25/02/2004	R. 10, 949	Setor Sul
05/04/2004	R. 6, 26A	Centro
15/04/2004	R. Vander Rodrigues Borges, 185	Novo Tempo II
10/07/2004	R. São Vicente de Paula, 83	Progresso
17/01/2005	R. São Vicente de Paula, 83	Progresso
27/01/2005	R. Fernando Santiago, 177	Jardim do Rosário
17/10/2006	R. Campina Verde, 577	Pirapitinga
16/03/2007	BR 365 Km 165	Ituiutaba
06/10/2007	R. 36, 1987	Centro
06/10/2007	Av. Monte Alegre, 113	Pirapitinga
06/10/2007	Av. 1, 399	Centro
30/04/2008	Av. Gov. José de Magalhães Pinto Nº 360	Gardênia
18/11/2008	Niterói, 230	Pirapitinga
27/03/2009	Av. 27,213	Centro
14/10/2009	Francisco Araújo, 196	Novo Tempo I
01/12/2010	São Vicente de Paula, nº 83	Progresso

Fonte: Corpo de Bombeiros (2000 - 2016). Org.:O autor.

Resgate de pessoas de acidentes em/de alagamentos, enchentes e inundações

Data	Endereço	Bairro
11/03/2002	Av. 31, S/N	Centro
21/10/2004	Av. 19, 380	Centro
19/12/2004	Av. 19, 330	Centro
19/12/2004	R. Amando Fratari, 328	Junqueira
03/01/2005	R. São Vicente de Paula, 83	Progresso
27/01/2005	R. Oswaldina Gomes Garcia, 539	Novo Tempo II
27/01/2005	R. Wander Rodrigues Borges, 185	Novo Tempo II
02/05/2005	R. Oliveiros Lisboa, 117	Novo Tempo II
20/06/2005	R. 12, 1142	Setor Sul
28/09/2005	R. 22, 506	Centro
28/09/2005	R. 22, 1422	Tupã
02/12/2005	Av. 25, 650	Centro
02/03/2006	Av. Minas Gerais	Camargo
21/10/2016	Av. Prof. José Vieira de Mendonça s/n	Novo Mundo

Fonte: Corpo de Bombeiros (2000 - 2016). Org.:O autor.

Resgate de bens de acidentes em/de alagamentos, enchentes e inundações

Data	Endereço	Bairro
15/04/2004	Av. 7, S/N	Centro
15/04/2004	R. 2, 758	Natal
15/04/2004	R. Araras, 242	Marta Helena
15/04/2004	R. São Vicente de Paula, 83	Progresso
17/01/2005	BR 365 KM 159, S/N	Pedreira
28/09/2005	R. 22, 798	Centro
28/09/2005	Av. 17, 1650	Centro
30/03/2006	R. 5ª, 477	Setor Norte

Fonte: Corpo de Bombeiros (2000 - 2016). Org.:O autor.

Resgate misto de acidentes em/de alagamentos, enchentes e inundações

Data	Endereço	Bairro
21/10/2007	R. São Vicente de Paula, 83	Progresso

Fonte: Corpo de Bombeiros (2000 - 2016). Org.:O autor.

ANEXO D - Data, local e consequências dos impactos hidrometeorológicos noticiados pela imprensa em Ituiutaba (2011 a 2016) (ESC: Escoamento Superficial Concentrado; ALAG: Alagamento)

Data	Local	Impacto
13/01/2011	Rua Castro Alves - Carlos Dias Leite	ESC / Danos em ruas não pavimentadas / Interrupção do trânsito
	Rua Álvares Maciel - Santa Edwiges	ESC / Danos no asfalto e meio-fio
29/01/2011	Av. 27 - Centro	Alagamento de residências / Queda de muros / Perdas materiais
15/11/2011	Parte baixa do Bairro Canaã	Alagamento
	Av. José João Dib - Setor Universitário	Alagamento
	Rua Pará c/ Rua Cesária - Bela Vista	Alagamento
01/01/2012	Ponte BR-365 c/ Córrego Do Carmo	Alagamento
09/01/2012	Av. Minas Gerais - Camargo	ESC / Interrupção do trânsito / Danos no asfalto
	Av. José João Dib - Setor Universitário	Alagamento / Danos no asfalto
	Av. 17 - Centro	Motocicletas arrastadas
05/11/2012	Av. 17 - Centro	ESC / Motocicletas arrastadas
29/01/2013	Córregos Pirapitinga e São José	Rompimento das tubulações de esgoto
	Vários pontos da cidade	Alagamentos em ruas e pontes
29/01/2013	Trevo BR-365 - Gardênia	ESC / Interrupção do trânsito
	Ponte Av. Central c/ C. Pirapitinga - Mirim	Transbordamento do córrego / Interrupção do trânsito
29/01/2013	Córregos Pirapitinga e São José	Córregos transbordaram
	Vários pontos da cidade	Alagamentos
29/01/2013	Av. Prof. José Vieira de Mendonça - Novo Mundo	ESC / Interrupção do trânsito / Danos no asfalto / Danos em veículos
29/01/2013	Ponte Rua Ipiacu c/ C. Pirapitinga - Mirim	Córrego transbordou
	Av. Prof. José Vieira de Mendonça - Novo Mundo	ESC / interrupção do trânsito / danos no asfalto
	Vários pontos da cidade	Alagamentos / interrupção do trânsito
16/02/2013	Av. José João Dib - Centro	Alagamento
16/02/2013	Av. Minas Gerais - Junqueira	ESC / Interrupção do trânsito
	Vários pontos da cidade	Ventos / Queda de placas / Queda de árvores / Rompimento da rede elétrica / Falta de energia
24/03/2013	Av. José João Dib - Setor Universitário	Alagamento / Interrupção do trânsito
05/04/2013	Vários pontos da cidade	Alagamentos
30/10/2013	Rua em frente ao Lago - Novo Tempo 2	ESC / Danos na rua não pavimentada
	Vários pontos da cidade	Alagamento / Destelhamento de casas
30/10/2013	Várias partes da cidade	Alagamento / Fortes ventos / Queda de árvore / Rompimento da rede elétrica / Queda de placas
06/11/2013	Rua Fernando Santiago - Junqueira	ESC / Interrupção do trânsito
27/01/2014	Av. Minas Gerais c/ Fernando Santiago - Camargo	ESC
31/10/2015	Av. José João Dib - Centro	Alagamento de lanchonete
31/10/2015	Av. José João Dib - Centro	Alagamento / interrupção do trânsito
	Rua 18 c/ Av. 17 - Centro	ESC / Carros arrastados
	Av. 21 c/ Rua 20	Alagamento em casas e comércios / Interrupção do trânsito
24/11/2015	BR-365 e vários pontos da cidade	Fortes ventos / Quedas de árvores
17/01/2016	Av. Minas Gerais - Camargo	ESC / Interrupção do trânsito
	Av. José João Dib - Centro	ALAG / Interrupção do trânsito
	Ponte Av. 11 c/ C. Pirapitinga - Centro	Parte da ponte cedeu
	Várias ruas da cidade	ESC / Danos no asfalto / Interrupção do trânsito

17/01/2016	Av. José João Dib, Av. Minas Gerais e vários pontos da cidade	Alagamentos / Danos no asfalto / Queda de margem do Córrego Pirapitinga
03/06/2016	Rua Ceará - Camargo	Alagamento de residência / Refluxo pelo esgoto
21/10/2016	Av. Prof. José Vieira de Mendonça c/ Ponte Pirapitinga - Centro	ESC / Carro arrastado / Interrupção do trânsito
21/10/2016	Av. Porf. José Vieira de Mendonça c/ Córrego Pirapitinga - Centro	ESC / carros arrastados / interrupção do trânsito
	Vários pontos da cidade	Quedas de árvores
11/11/2016	Av. Prof. José Vieira de Mendonça - Novo Mundo	ESC / Interrupção do trânsito
14/11/2016	Av. Minas Gerais - Camargo	ESC / Carros arrastados
14/11/2016	Av. Minas Gerais c/ Ruas Paraná e Santa Catarina e c/ Rua Bahia	Interrupção do trânsito / motocicleta e ciclista arrastados

Fonte: Imprensa de Ituiutaba (2011 - 2016). Org.:O autor.