



Ministério da Educação – Brasil  
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM  
Minas Gerais – Brasil  
Revista Vozes dos Vales: Publicações Acadêmicas  
ISSN: 2238-6424  
QUALIS/CAPES – LATINDEX  
Nº. 20 – Ano X – 10/2021  
<http://www.ufvjm.edu.br/vozes>

## **Proposta metodológica para avaliação e mapeamento de riscos a inundações e escorregamentos: contribuições da análise geomorfológica em Teófilo Otoni, Minas Gerais**

Prof. Dr. Caio Mário Leal Ferraz  
Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Minas Gerais - Brasil  
Docente do Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia/UFVJM - Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/5030555619653926>  
E-mail: [caio.ferraz@ufvjm.edu.br](mailto:caio.ferraz@ufvjm.edu.br)

### **Resumo:**

Inundações e escorregamentos são fenômenos que, gradualmente, ganham espaço entre os veículos de comunicação, dada a importância de inúmeras das suas ocorrências, comumente associadas a desastres. No meio acadêmico-científico, especialmente entre os pesquisadores que se dedicam à avaliação de riscos socioambientais, trabalhos têm sido dedicados à sua compreensão, identificação e mapeamento, resultando em um acervo de conhecimentos que em muito contribui para a continuidade destes esforços. Ainda assim, as particularidades de cada sítio, bem como as características de suas populações residentes, impõem atenção especial, sob o senão da imprecisão dos resultados que se visa alcançar. Neste sentido, objetivou-se apresentar uma proposta de metodologia voltada à identificação dos condicionantes e do mapeamento dos riscos de inundações e escorregamentos em Teófilo Otoni, Minas Gerais. Os resultados permitiram citar ferramentas úteis para a execução de trabalhos similares em cidades médias, sobretudo naquelas em que se verifica carência de informações que possibilitariam a realização de inventários prévios, fundamentais à determinação inicial dos caminhos e etapas primeiras de execução destas pesquisas.

**Palavras-chave:** Materiais e métodos; suscetibilidade; vulnerabilidade; riscos socioambientais.

## Introdução

Inundações e escorregamentos constituem fenômenos cujas ocorrências podem ser naturais, embora suas manifestações sejam potencializadas ou induzidas pela ação humana, em função de alterações promovidas na morfologia das vertentes, nas propriedades dos solos ou nas condições de drenagem (GUIDICINI e NIEBLE, 1984; SELBY, 1993; FERNANDES e AMARAL, 1996; TUCCI, 1997; OGURA *et al.*, 2004; AMARAL e RIBEIRO, 2009; CARMO, 2014; MAZOTO, 2015; FERRAZ, 2019). O uso inadequado do solo ditado pelas características de sua ocupação em contexto de sistemática intensificação do crescimento populacional, tal qual tem ocorrido historicamente quanto ao processo de urbanização no Brasil, ocasionaram severas interferências na dinâmica dos condicionantes de inundações, alagamentos e escorregamentos. Notadamente nos países subdesenvolvidos, a formação das cidades se iniciou em áreas adjacentes aos cursos d'água, quer pela facilidade promovida pela topografia plana, quer pelo acesso à água (ALMEIDA e CARVALHO, 2010), posteriormente ocupando feições mais declivosas do relevo. Muito em razão disso, são comuns as inundações rápidas (*flash floods*) e inundações urbanas (*urban floods*), que causam vultuosos prejuízos econômicos e levam ao óbito habitantes nas cidades (FLOODSITE PROJECT, 2008; MAZOTO, 2015).

Além da ocorrência de inundações, para Tominaga *et al.* (2009), no meio urbano as alterações morfológicas promovidas pela ocupação devem ser entendidas como o elemento desencadeador de movimentos gravitacionais de massa. Para Cunha *et al.* (2006) e Augusto Filho (1995) o escoamento e a concentração de águas servidas e pluviais, vazamentos nas redes de abastecimento de água, retirada da vegetação, alteração na geometria da encosta com cortes e aterros, deposição de lixo e entulhos, fossas sanitárias, dentre outros, são elementos que contribuem para a instabilidade das encostas nas áreas urbanas. Nesse contexto, tratam os autores da existência dos escorregamentos induzidos, que resultam de intervenções nas encostas que contribuem para a deflagração do movimento.

Os desafios encontrados por pesquisadores que se voltam à análise e mapeamento dos riscos a escorregamentos e inundações não se restringem à definição conceitual dos fenômenos, mas também se relacionam à delimitação dos materiais e métodos adequados a cada trabalho proposto (FERRAZ, 2019; 2020),

tanto no que diz respeito às especificidades do terreno (susceptibilidade) quanto às características intrínsecas às populações expostas aos fenômenos (vulnerabilidade).

Com este artigo objetiva-se sintetizar os materiais e métodos utilizados para a avaliação e o mapeamento dos riscos a inundações e escorregamentos em Teófilo Otoni, Minas Gerais. Espera-se que a proposta aqui apresentada, desenvolvida por meio de atividades que podem ser agrupadas em duas etapas principais: de gabinete e de campo, possam se somar àquelas que subsidiem os esforços de pesquisadores que se esforçam em tão importantes empreitadas, especialmente em meio urbano, com destaque a cidades de médio porte.

### **Os materiais e métodos – uma síntese**

Este trabalho foi desenvolvido por meio de atividades que podem ser agrupadas em duas etapas principais: de gabinete e de campo. As etapas de gabinete se subdividiram em (i) definição da área de estudo; (ii) levantamento e organização de informações e dados sobre a área investigada; (iii) elaboração de referencial teórico-conceitual; (iv) formulação de balanço hídrico simplificado; (v) interpretação de mapas e de produtos de sensores remotos e elaboração cartográfica específica; e (vi) integração e análise dos resultados.

Os trabalhos de campo, em um primeiro momento, focaram os principais leitos e planícies fluviais no interior da mancha urbana de Teófilo Otoni e, posteriormente, atenção especial foi dedicada às reentrâncias nas encostas da área investigada.

#### As etapas de Gabinete

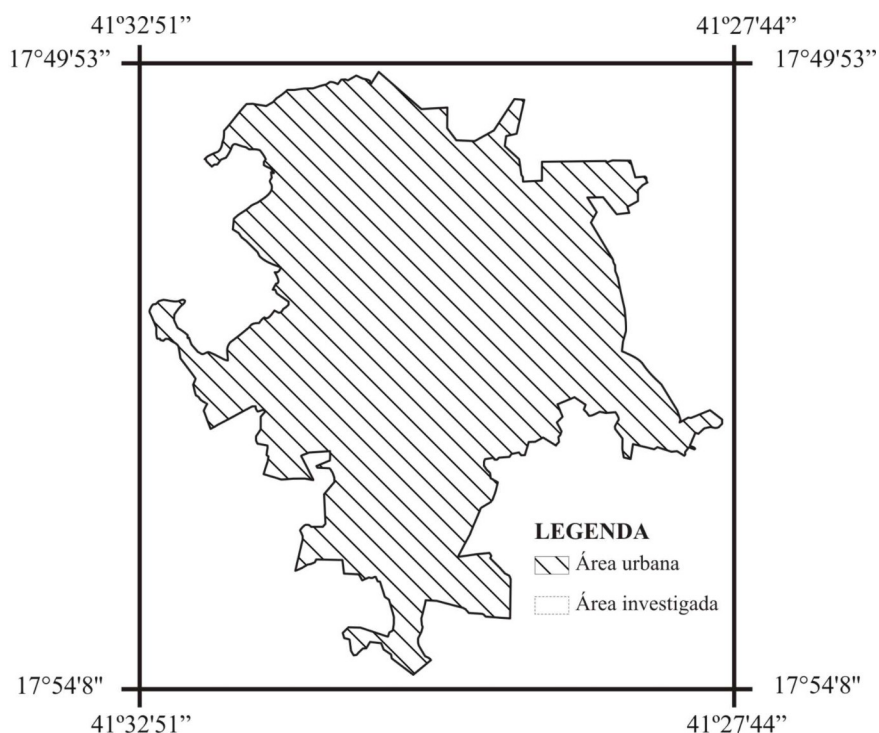
Entende-se por trabalhos de gabinete aqueles não realizados em campo, relacionados a pesquisa e levantamento de dados primários e secundários e produção de textos e mapas, mesmo quando são tratadas informações obtidas nos trabalhos de campo. Dentre todas elas, apenas a integração e análise dos resultados é apresentada em separado, por constituir culminância obtida após o cumprimento de todos os esforços metodológicos, incluindo os trabalhos de campo.

#### *Definição da área de estudo*

O objeto avaliado neste trabalho é o tecido urbano de Teófilo Otoni (MG), conforme limite fornecido pela prefeitura do município (METZKER *et al.*, 2014). A

definição deste objeto se deu, em princípio, pela carência de estudos relacionados ao uso e ocupação do solo na área, especialmente no que diz respeito às consequências do modelo de produção do tecido urbano e exposição das populações a escorregamentos e inundações.

Em meio urbano, a intensa produção do espaço tende a gerar severas modificações nas características dos solos, relevo e hidrografia nas áreas tomadas pela formação das cidades. Por este motivo, além do tecido urbano de Teófilo Otoni, espaços adjacentes a este foram anexados ao objeto inicial de estudo, configurando quadrante no qual a cidade ocupa a porção central, visando levantar informações de áreas menos afetadas pela urbanização. Em outras palavras, essa ação foi executada de modo a assegurar melhor compreensão da dinâmica geomorfológica no interior da mancha urbana com auxílio do entendimento daquilo que ocorre além dos limites da cidade. Assim, a área investigada neste trabalho pode ser visualizada por meio da Figura 1.



**Figura 1 – Abrangência espacial da área investigada, na qual se inclui a área urbana da sede municipal de Teófilo Otoni (MG).**

#### *Levantamento e organização de dados sobre a área investigada*

Um dos mais importantes desafios vivenciados ao longo da elaboração deste trabalho diz respeito ao levantamento de informações e dados que subsidiem o

reconhecimento das características fisiográficas e socioeconômicas da área investigada, em virtude de relativa carência de trabalhos que têm como objeto Teófilo Otoni. Isso posto, os dados necessários para a compreensão do regime pluviométrico vigente na área analisada foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, acrescidos daqueles obtidos junto à Estação Climatológica Principal de Teófilo Otoni/MG (Agência Nacional de Águas - ANA, 2015). Esses dados tratam do volume de precipitação total por mês dos anos de 1961 a 2015, disponíveis no *site* do HidroWeb (ANA, 2015).

Durante análise e interpretação desses dados percebeu-se que, ao longo da série histórica, alguns meses não possuíam registro pluviométrico, em função de erros de coleta ou de tabulação da informação, assim como os anos de 1969, 1988, 1989, 1990, 2009, 2010 e 2011 não apresentavam dados suficientes. Para minimizar a influência da falta de elementos nos resultados, fez-se uso de correções estatísticas: uma vez evidenciada carência de dados de um mês em específico, calculou-se à média histórica daquele mês dentro da série e o valor foi considerado para preencher a lacuna. Para resguardar a segurança dos trabalhos, os anos que não possuíam dados, bem como aqueles que apresentavam insuficiência de dados igual ou superior a seis meses, foram desconsiderados e não computados nas análises. Após esta etapa, calculou-se o volume anual de precipitação verificada na cidade (precipitação acumulada) e, analisando-se a distribuição da pluviosidade, foi considerada estação chuvosa o período compreendido entre os meses de outubro a março, conforme entendem Ferraz *et al.* (2017).

Em caso específico, para a elaboração dos balanços hídricos simplificados da área investigada, dados da estação Mucuri (logo a jusante de Teófilo Otoni) foram utilizados para suprir as referidas lacunas. Entretanto, não foram localizados dados pluviométricos do ano de 1969, assim como aqueles entre os anos de 1988 a 1990 – em ambas as estações. Por esse motivo, estes anos foram também desconsiderados.

A vazão do Rio Todos os Santos foi obtida a partir de dados disponíveis junto à estação Francisco Sá, localizada no município de Carlos Chagas – aproximadamente 60km a jusante de Teófilo Otoni. Foram utilizados estes dados em função da inexistência de estações fluviométricas no interior ou em qualquer ponto mais próximo a jusante da área investigada, sendo, portanto, tal vazão entendida

como referência. Os dados empregados correspondem aos anos hidrológicos de 1960 a 2008, uma vez que não estavam disponíveis informações de vazões posteriores (ANA, 2015).

Os dados referentes às diligências da Polícia Militar (19º Batalhão de Polícia Militar) e Corpo de Bombeiros (2ª Cia./6º Batalhão), relacionados a inundações e alagamentos, foram obtidos mediante solicitação às corporações. Polícia Militar e Corpo de Bombeiros mantêm registros informatizados desde o ano de 2011, quando os bancos de dados foram unificados, integrados e modernizados, por meio dos Sistema de Registro de Eventos de Defesa Civil (REDS) e Armazém de Dados. Padronizado, este sistema eletrônico gera informações com base nas diligências efetuadas pelos agentes da Polícia Militar e Corpo de Bombeiros, sendo possível determinar se cada episódio registrado se relaciona a inundações ou alagamentos. Como estão presentes também, via de regra, observações dos agentes em campo, foi possível identificar se eram relacionadas a avaliação de risco ou operação de resgate (evento)<sup>1</sup>.

Foram também consultados sites de periódicos de notícias, com o intuito de avaliar conteúdos que se relacionassem à ocorrência de inundações, alagamentos ou escorregamentos em Teófilo Otoni. Esse trabalho foi desenvolvido, também, objetivando verificar o alcance dos danos causados pelos eventos e pessoas atingidas, na maior parte das vezes, visando qualificar as informações obtidas nas etapas anteriores.

Levantamentos cartográficos objetivaram estabelecer panorama a respeito do substrato litológico, formas do relevo e solos existentes na área investigada, buscando-se as escalas de maior detalhamento. Em alguns casos, resultados recentes, relacionados ao projeto de pesquisa que originou este trabalho, se mostraram úteis, especialmente no que diz respeito ao contexto geomorfológico e avaliação do crescimento urbano da cidade de Teófilo Otoni. Essa etapa demonstrou ser de fundamental importância, uma vez que forneceu, além do arranjo espacial da mancha urbana da cidade em perspectiva histórica, panorama das relações entre a geomorfologia e o crescimento da cidade.

---

<sup>1</sup> Uma vez que estavam disponíveis as localizações de cada ação da Polícia Militar ou Corpo de Bombeiros, os dados foram organizados de modo a determinar o total de vistorias (avaliação de risco) ou operações de resgate e salvamento (evento) por bairros, além de atribuir uma gradação de risco em função do número de ocorrências por bairro e reincidência nos anos da série de dados. Dessa maneira, os dados tiveram a seguinte resolução: avaliação de risco e ocorrência de alagamentos; avaliação de risco e ocorrência de inundações.

### *Elaboração de referencial teórico-conceitual*

Desenvolver um referencial teórico que subsidie as análises e interpretações propostas e, ao mesmo tempo, estabeleça a terminologia utilizada nas considerações em texto e mapas do trabalho foi a meta desta etapa. Este esforço se fez necessário, dentre outros motivos, pela imprecisão ou sobreposição dos significados de conceitos utilizados ao abordar os riscos a alagamentos, inundações e escorregamentos (TORRES, 2000; CARDONA, 2003; MARANDOLA Jr. e HOGAN, 2005). O mesmo ocorre a respeito da interpretação da dinâmica dos processos e a atuação dos agentes que deflagram estes fenômenos, sejam eles condicionantes ou desencadeantes: comumente se verificam divergências de tradução, compreensão ou definição conceitual. Isso também ocorre como resultado dos pontos de vista de pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento, que se debruçam sobre a investigação de escorregamentos e inundações (CUTTER, 1994; FERNANDES e AMARAL, 1996; GUERRA, 2003; ZÉZERE, 2005).

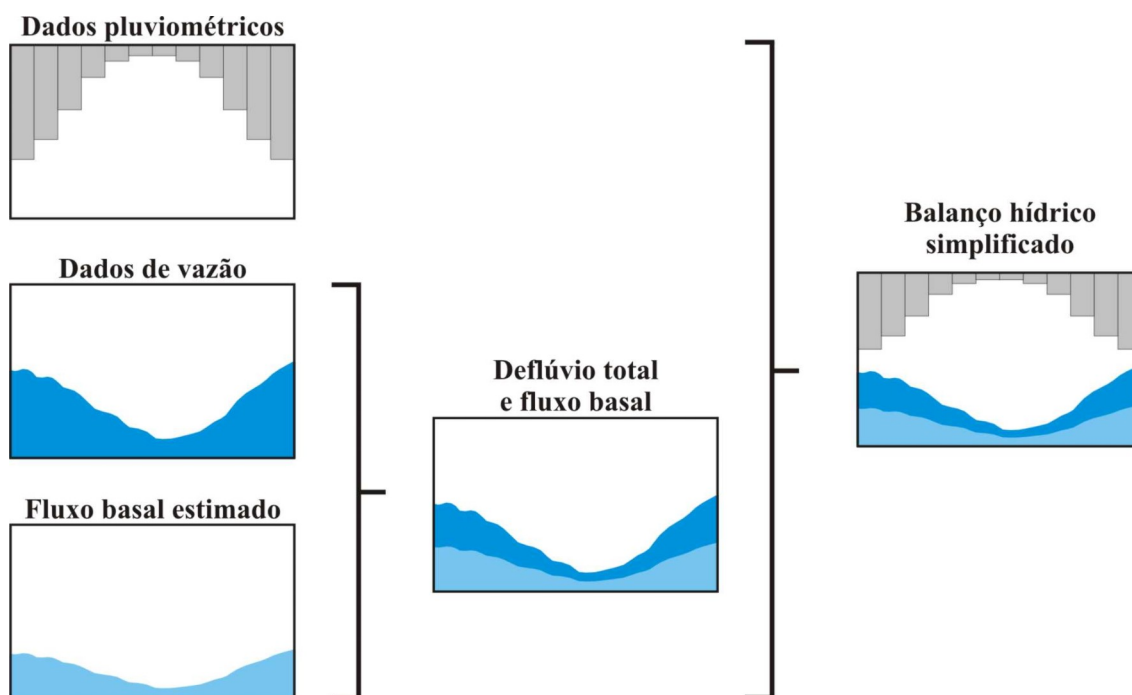
Esta etapa foi edificada por meio de análise de artigos, dissertações, teses e demais publicações técnico-científicas, dentre outras fontes, especialmente em língua portuguesa e inglesa, que abordam temas relacionados (i) aos conceitos de suscetibilidade, vulnerabilidade, perigo (*hazards*), risco e desastre, (ii) à estabilidade das vertentes e movimentos gravitacionais de massa, e (iii) às inundações; estes dois últimos temas com destaque à ocorrência dos fenômenos em meio urbano. Como se trata de revisão bibliográfica, optou-se por incluir as temáticas pertinentes aos movimentos gravitacionais de massa e inundações por meio de resgate de textos clássicos. Ao mesmo tempo, atenção a trabalhos recentes foi dedicada, sobretudo para os que enfocam geomorfologia aplicada à análise dos fenômenos.

Prudência especial foi reservada aos trabalhos que enfocam procedimentos e técnicas utilizadas para avaliação do risco de ocorrência de movimentos gravitacionais de massa e inundações, visando auxiliar a construção da abordagem de campo, analítica e cartográfica, especialmente no que diz respeito às pesquisas direcionadas às instabilidades de encostas e dinâmica fluvial em áreas urbanas sob climas tropicais em relevos planálticos dissecados.

O resultado destes esforços culminou na definição do significado e interpretação dos conceitos adotados neste trabalho, bem como no estabelecimento do cabedal teórico-conceitual considerado como mais adequado à sua elaboração.

#### *Formulação de balanço hídrico simplificado de Teófilo Otoni*

O balanço hídrico simplificado proposto para Teófilo Otoni foi elaborado a partir de dados pluviométricos (estações Teófilo Otoni e Mucuri) e fluviométricos (estação Francisco Sá), que foram integrados em gráficos de barra e área, nos eixos horizontais superior e inferior, respectivamente. A partir da geração da hidrógrafa que representa o escoamento basal para a área investigada, os gráficos que representam o balanço hídrico simplificado foram apresentados, conforme Figura 2.



**Figura 2 – Etapas de elaboração do balanço hídrico simplificado de Teófilo Otoni (MG). No gráfico construído na etapa final, os dados de precipitação pluviométrica, obtidos a partir de compilação de série histórica, estão dispostos em barras em ocupam o eixo horizontal superior; os dados de vazão do Rio Todos os Santos e o fluxo basal estão ambos representados no eixo horizontal inferior do gráfico.**

Para a construção deste balanço foi necessário ainda estimar o escoamento de base – fluxo basal – a partir dos dados de vazão do Rio Todos os Santos, utilizando-se o módulo BFI+ 3.0 do software *HydroOffice*. A opção pelo módulo BFI+ 3.0 foi por se tratar do algoritmo de separação “Método de Mínimo Local”, que consiste na análise de cada dia para determinar qual é a menor vazão na metade do intervalo de



dias selecionados menos um dia, antes e depois do dia considerado. Selecionada a menor vazão, esta é denominada de “mínimo local” e é ligada por segmentos de linhas retas a mínimos locais adjacentes, construindo-se assim a hidrógrafa estimada do fluxo basal. O valor do escoamento de base para cada dia é considerado por interpolação linear, em método cujo resultado pode ser visualizado ligando os pontos mais baixos da hidrógrafa com segmentos de linhas, conforme Sloto e Crouse (1996).

Uma vez calculados os valores de escoamento de base, os dados foram exportados e dispostos juntamente aos valores pluviométricos (entrada de chuvas) e fluviométricos (deflúvio total do Rio Todos os Santos), gerando balanço hídrico simplificado para a área investigada (Figura 2). Estes foram tabulados em dois formatos: (i) balanço hídrico simplificado para a série histórica (1961 a 2008); (ii) balanços hídricos simplificados por décadas, visando melhor resolução dos gráficos.

#### *Interpretação de mapas e de produtos de sensores remotos e elaboração cartografia específica*

O desenvolvimento de mapas como meio de apresentação da informação espacialmente classificada derivou de esforços que variaram da interpretação inicial de imagens de satélite e cartas topográficas até a coleta de informações em campo, passando pela análise integrada das variáveis de interesse ao estudo.

No que diz respeito às informações cartográficas pré-existentes, capazes de embasar o reconhecimento prévio da área investigada e subsidiar a elaboração desta pesquisa, foi verificada considerável lacuna, o que tornou necessário se produzir mapeamentos básicos que viabilizassem a análise e representação dos resultados. Esta tarefa foi desenvolvida a partir de produtos de sensores remotos e trabalhos de campo. A cartografia utilizada como fonte de reconhecimento prévio, raramente em escala mais detalhada do que 1:100.000, se refere a mapeamentos geológicos e pedológicos, além de informações de cunho geomorfológico e do crescimento urbano de Teófilo Otoni, estes últimos produzidos ainda nas etapas iniciais dos trabalhos relacionados a esta pesquisa. Dessa forma, a seguir são apresentados os esforços dedicados à cartografia apresentada neste trabalho.

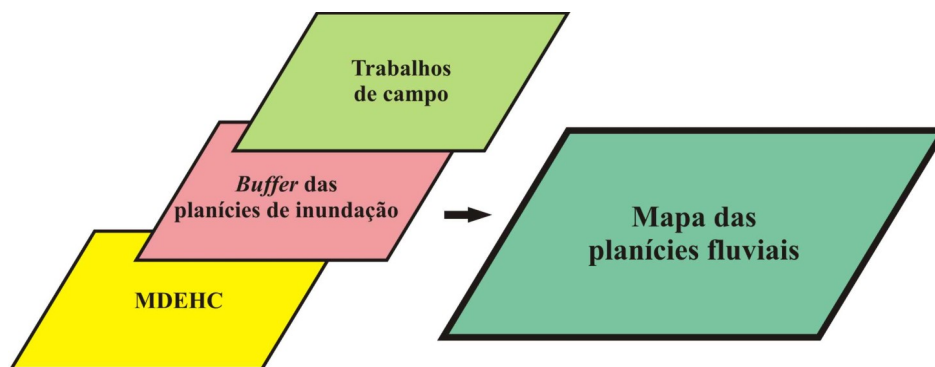
### *A base cartográfica geral*

A base cartográfica utilizada para a composição dos mapas de risco a inundações e alagamentos, bem como para o de risco a escorregamentos de Teófilo Otoni foi elaborada por Ferraz *et al.* (2018), a saber: modelos digitais de elevação hidrologicamente condicionados (MDEHC) e análises multicritérios. Além destes mapas, compreendidos como resultados finais, os mapas da concentração do escoamento superficial da área investigada e das planícies de inundação da área urbana de Teófilo Otoni também foi confeccionado a partir das bases cartográficas desenvolvidas pelos autores, ao longo do período compreendido entre os anos de 2016 a 2018. Estes dois últimos mapas são considerados resultados parciais, uma vez que foram utilizados para a confecção dos mapas de risco propostos neste trabalho.

Para elaboração do mapeamento das planícies de inundação, bem como intervenções nos cursos d'água, os quais focam a área urbana de Teófilo Otoni, procedeu-se à delimitação das planícies aluviais, tomando-se como referência inicial o valor médio de 25 metros a partir de cada margem dos cursos d'água para elaboração de *buffer* partindo dos rios (utilizando-se a cartografia de base previamente confeccionada), aplicado ao MDEHC.

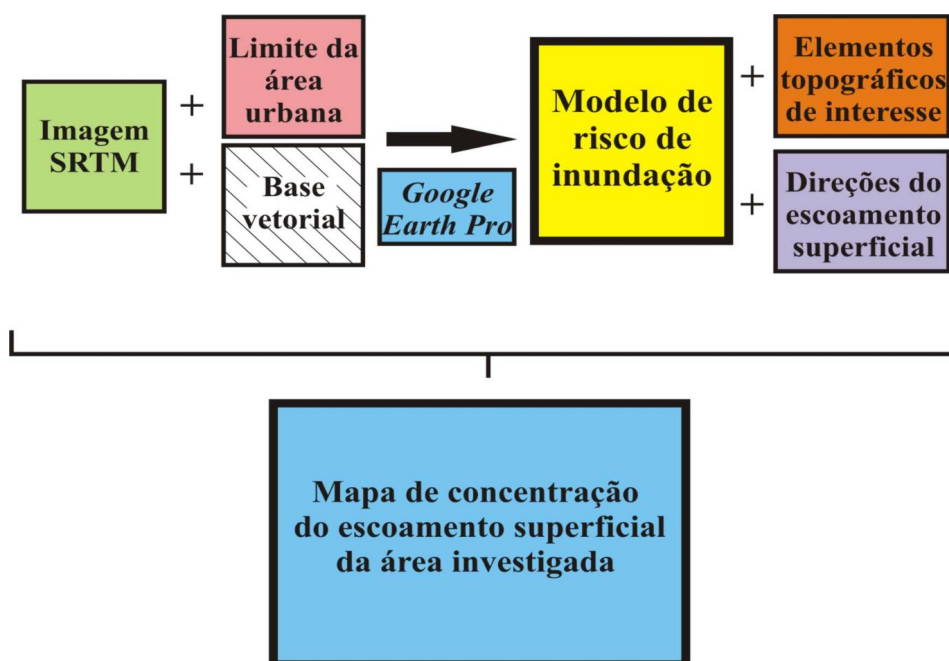
De posse destes resultados, as planícies de inundação foram pontualmente redesenhadas por análise e interpretação do relevo, com auxílio das curvas de nível geradas pelo modelo de elevação e imagens do *Google Earth Pro*.

As demais informações, obtidas em trabalho de campo, como localização de pontes, gabiões e determinação de área urbanizada, dentre outras, foram adicionadas ao mapa por meio da criação de novos *shapefiles*, um para cada característica mapeada. Para isso foram consideradas as informações de campo e imagens do *Google Earth Pro* (Figura 3).



**Figura 3 – Etapas da elaboração do mapa do uso e ocupação do solo das planícies fluviais localizadas no interior da área urbana de Teófilo Otoni.**

O mapa de concentração do escoamento superficial da área investigada, também se valeu de modelo de risco de inundação avaliado por Ferraz *et al.* (2018)<sup>2</sup>, ao qual foram adicionados *shapefiles* que contêm (i) elementos morfológicos de interesse (linhas de cumeada, reentrâncias e anfiteatros das vertentes, anteriormente elaborado) e (ii) direções do escoamento superficial, interpretadas a partir da morfologia e declividade, com base nas curvas de nível obtidas pelo MDEHC e imagens do *Google Earth Pro*. As etapas de elaboração deste mapa são graficamente representadas na Figura 4.

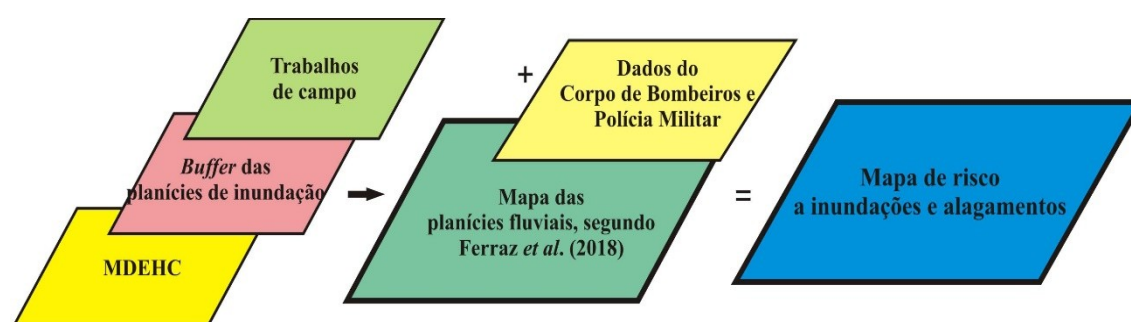


**Figura 4 – A laboração do mapa de concentração do escoamento superficial.**

<sup>2</sup> Ferraz *et al.* (2018) avaliaram metodologia proposta por Magalhães *et al.* (2011) para elaboração de modelo do risco de inundação da área investigada.

### *O mapa de risco a inundações e alagamentos de Teófilo Otoni*

Para a construção do mapa de risco de inundações e alagamentos, o qual teve como base o mapa das planícies fluviais de Teófilo Otoni, utilizaram-se *shapefiles* que contêm informações resultantes da tabulação dos dados fornecidos pelo Corpo de Bombeiros e pela Polícia Militar. Para tanto, os dados foram transferidos para a base do mapa gerado por Ferraz *et al.* (2018), como nova camada (*shapefile*), obtendo-se mapeamento que localiza no espaço, de modo quantitativo, os eventos de inundações e alagamentos na área investigada entre 2011 e 2015 (Figura 5).



**Figura 5 – Elaboração do mapa de risco a inundações e alagamentos de Teófilo Otoni.**

### *Produção do mapa de risco a escorregamentos de Teófilo Otoni e adjacências*

O mapa de risco a escorregamentos proposto neste trabalho foi elaborado tendo como base mapeamento da suscetibilidade natural a escorregamentos nas reentrâncias da área investigada, segundo Ferraz *et al.* (2018). Os autores, a partir de informações oriundas de trabalhos de campo, geoprocessamento e dados obtidos por meio de consulta bibliográfica, elaboraram análise multicriterial que resultou na base cartográfica utilizada para o mapa de risco a escorregamentos produzido.

Em continuidade, a vulnerabilidade frente a escorregamentos das populações de Teófilo Otoni foi obtida tendo como base a cartografia elaborada por Batella (2013; 2018), a qual se constitui dos mapas de (i) densidade habitacional, (ii) domicílios sem banheiro, (iii) domicílios com abastecimento de água da rede geral e (iv) chefes de família com renda inferior a dois salários mínimos, todos elaborados com base no Censo de 2010 (IBGE, 2016).

O primeiro esforço consistiu na compilação entre os mapas de domicílio sem banheiro e com abastecimento de água da rede geral, configurando o mapa de indicadores sanitários, cujos critérios seguiram os expostos no Quadro 1. Posteriormente, o mapa (indicadores sanitários) foi compilado com os restantes (densidade habitacional e renda) para a construção do mapa que representa a vulnerabilidade das populações a escorregamentos em Teófilo Otoni, de acordo com as diretrizes verificáveis por meio do Quadro 2.

**Quadro 1 – Critérios para elaboração do mapa de indicadores sanitários para Teófilo Otoni, a partir de Batella (2013).**

Acima de 97,8	Entre 0,6 e 1,4	<b>Bom</b>
Acima de 97,8	Abaixo de 0,6	
Entre 94,2 a 97,8	Abaixo de 0,6	
Acima de 97,8	Acima de 1,4	<b>Mediano</b>
Entre 94,2 a 97,8	Entre 0,6 e 1,4	
Entre 94,2 a 97,8	Abaixo de 0,6	
Abaixo de 97,8	Acima de 1,4	<b>Ruim</b>
Abaixo de 97,8	Entre 0,6 e 1,4	
Entre 94,2 a 97,8	Acima de 1,4	

**Quadro 2 – Critérios para mapeamento da vulnerabilidade a escorregamentos das populações de Teófilo Otoni (FERRAZ, 2019).**

Acima de 3,44	Ruim	Entre 15,8 e 20,4	<b>Alta</b>
Acima de 3,44	Mediano	Acima de 20,4	
Entre 3,25 e 4,44	Ruim	Acima de 20,4	
Acima de 3,44	Mediano	Entre 15,8 e 20,4	<b>Media</b>
Entre 3,25 e 4,44	Ruim	Entre 15,8 e 20,4	
Entre 3,25 e 4,44	Mediano	Acima de 20,4	
Entre 3,25 e 4,44	Mediano	Entre 15,8 e 20,4	<b>Baixa</b>
Entre 3,25 e 4,44	Bom	Abaixo de 15,8	
Abaixo de 3,25	Mediano	Abaixo de 15,8	
Abaixo de 3,25	Bom	Entre 15,8 e 20,4	
Abaixo de 3,25	Bom	Abaixo de 15,8	

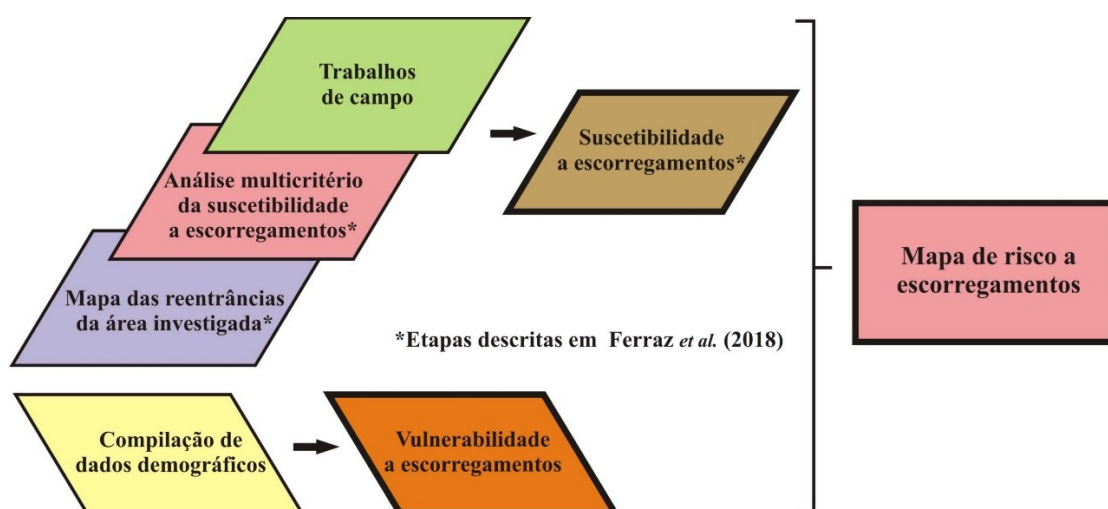
\*Chefes de família com renda inferior a dois salários mínimos

Essas informações foram adicionadas ao mapa de suscetibilidades a escorregamentos (FERRAZ *et al.*, 2018), no intuito de gerar o mapa de risco a escorregamentos para a cidade de Teófilo Otoni e adjacências de acordo com os cruzamentos observáveis no Quadro 3.

**Quadro 3 – Cruzamento de informações para obtenção do mapeamento de risco a escorregamentos para Teófilo Otoni (FERRAZ, 2019).**

Altamente suscetíveis	Maior	Alto
Altamente suscetíveis	Média	
Moderadamente suscetíveis	Maior	
Moderadamente suscetíveis	Média	Moderado
Moderadamente suscetíveis	Baixa	Baixo
Pouco suscetíveis	Baixa	

Ainda para a composição final do mapeamento dos riscos a escorregamentos, os *layers* obtidos junto ao trabalho de Ferraz *et al.* (2017), os quais representam os eixos de crescimento urbano de Teófilo Otoni das últimas duas décadas foram adicionados, visando estabelecer (i) as tendências da expansão urbana e (ii) a proximidade com reentrâncias, cuja suscetibilidade ao fenômeno já havia sido determinada. Foram utilizadas as reentrâncias interiores à área urbana e as que guardavam proximidade com os eixos de crescimento importados de etapas anteriores, sendo as demais excluídas do mapa. Em síntese, apresenta-se fluxograma de elaboração do mapeamento de risco a escorregamentos de Teófilo Otoni, conforme Figura 6.



**Figura 6 – Elaboração do mapa de risco a escorregamentos de Teófilo Otoni.**

### Os trabalhos de campo

As atividades de campo ocorreram em três etapas distintas, sendo a primeira delas de caráter exploratório, visando identificação de feições do modelado e padrões de expansão do tecido urbano, assim como as interrelações entre ambos. Posteriormente, um segundo esforço visou a avaliação das calhas e planícies fluviais dos principais cursos d'água que drenam a cidade de Teófilo Otoni e, mais tarde, etapa que objetivou reconhecer a morfologia e coberturas superficiais de reentrâncias existentes no relevo da área investigada.

As duas últimas, além de focar objetos e possuir objetivos específicos, se desenrolaram em momentos cronologicamente distintos, razões pelas quais são apresentadas individualmente.

### As calhas e planícies fluviais de Teófilo Otoni

Os trabalhos de campo que visaram reconhecimento e avaliação das calhas e planícies fluviais do Rio Todos os Santos e seus principais afluentes, no interior do tecido urbano de Teófilo Otoni, consistiram principalmente em coleta de informações a respeito dessas áreas, com foco principal nas estruturas urbanas eventualmente presentes e demais formas de uso e ocupação do solo às margens dos cursos d'água. Essas atividades ocorreram no período compreendido entre agosto a setembro de 2016, inicialmente focados no Rio Todos os Santos e, posteriormente, em seus afluentes mais importantes, a saber: Rio Santo Antônio e Rio São Jacinto. Esses foram definidos em função (i) da extensão no interior da área urbana, (ii) por se tratar de cursos d'água não canalizados ou com canalização aberta, possibilitando acesso e visualização, (iii) histórico de inundações e (iv) pela intensidade da ocupação das suas margens e planícies fluviais. Buscou-se, como regra geral, atentar-se para e registrar características dos terrenos, naturais ou advindas de alterações urbanas, que possam se relacionar a alterações no sistema hidrológico correlacionáveis a inundações ou alagamentos, como a supressão de setores meandantes por canalizações, ou existência de obstáculos ao fluxo dos rios.

Em todos os casos, num primeiro momento, tendo como objeto as calhas fluviais, tratou-se de determinar os trechos dos canais que apresentam intervenções diretas no leito, como gabiões ou outras formas de canalização. Utilizando-se de

pontos físicos de referência, a exemplo de pontes ou passarelas, os rios foram seccionados em trechos específicos de acordo com as características verificadas. Foram também identificados pontos de estrangulamento ou estreitamento das calhas fluviais, que variavam de construções residenciais ou comerciais, pontes e aterros. Para esta tarefa, quando não havia referenciais materiais facilmente identificáveis, as coordenadas locais foram determinadas com a utilização de ferramentas de posicionamento global (GPS).

Um segundo esforço objetivou examinar o uso e ocupação do solo nas áreas marginais aos cursos d'água, tendo sido identificadas aquelas (i) ocupadas por edificações, ruas ou demais aparelhos urbanos; (ii) com predominância de extratos vegetativos de diferentes portes e estados de degradação; e (iii) de solo exposto ou aterro. Atenção especial foi dedicada para as relações entre a localização das residências existentes nessas áreas e os cursos d'água, no sentido de identificar aquelas que apresentavam moradias muito próximas às margens dos canais, ou ainda as que foram construídas sobre o leito fluvial.

Buscou-se reconhecer, em campo, as feições do modelado que se caracterizam, do ponto de vista hidrogeomorfológico, como zonas concentradoras ou dispersoras do escoamento superficial em áreas que registram recorrência de alagamentos e inundações. Nessas porções da cidade, cicatrizes dos fluxos superficiais ou quaisquer outros indícios de concentração da precipitação foram avaliados, objetivando análise do pano de fundo geomorfológico como elemento deflagrador ou condicionante dos fenômenos. Essas informações foram utilizadas como elemento auxiliar na elaboração dos mapas de concentração do escoamento superficial e de risco de inundações e alagamentos de Teófilo Otoni. Ainda com relação a essas áreas, o padrão de ocupação urbana foi investigado em campo, uma vez que a impermeabilização dos solos, existência de canais ou estruturas de direcionamento do escoamento superficial, degradação das vertentes ou ainda canalização de leitos fluviais mereceram destaque na avaliação das áreas de risco de inundações e alagamentos.

#### As reentrâncias da área investigada

Os trabalhos de campo efetuados junto às reentrâncias do terreno objetivaram (i) avaliar no campo parâmetros físicos dos solos, (ii) identificar possíveis



descontinuidades hidráulicas ou potenciais superfícies de ruptura no interior desses solos e (iii) reconhecer cicatrizes de escorregamento, identificando suas morfologias mais importantes.

As reentrâncias avaliadas foram definidas por serem compreendidas como áreas similares àquelas em que já ocorreram escorregamentos, considerando-se ainda viabilidade de acesso e segurança para as etapas de campo. Essas feições foram alvo de investigações durante os meses de junho a setembro de 2018, em dois momentos distintos, a saber: (i) jornadas exploratórias e (ii) trabalhos de campo.

As jornadas exploratórias se referem à seleção das reentrâncias a serem avaliadas em campo. A partir de uma seleção de aproximadamente 15 dessas feições, com potencial para investigações, procedeu-se à visita prévia às áreas, as quais objetivaram verificar a possibilidades de acesso e viabilidade de avaliação de perfis de solos e demais coberturas superficiais – especialmente a existência de cortes de talude, cicatrizes de escorregamentos ou afloramentos rochosos. Foi observada ainda a importância em se avaliar as coberturas presentes em distintos setores das reentrâncias, como topo, vertente (terço superior, médio e inferior) e piso. Essa atenção se justifica na importância em se compreender melhor a distribuição espacial dessas coberturas, não apenas em transectos, mas em panorama tridimensional.

Posteriormente, em campo, maior ênfase se deu à avaliação das características mecânicas das coberturas superficiais presentes nessas reentrâncias, especialmente aquelas que, no local, podem fornecer informações acerca da suscetibilidade a escorregamentos, como estrutura, textura, presença de materiais grosseiros e calhaus, espessura dos horizontes ou camadas, cor, porosidade e existência de possíveis descontinuidades hidráulicas. Essas coberturas, na maior parte dos casos, foram avaliadas em taludes situados nas superfícies somitais e vertentes das reentrâncias, muitos deles resultantes de processos erosivos ou de movimentação de massa sofridos nessas concavidades. Em alguns casos, taludes originários de cortes de terrenos para construção civil ou para abertura de vias de circulação foram utilizados para avaliação, uma vez que possibilitam superfícies de visualização dos materiais.

No que diz respeito à espessura dos horizontes, estrutura, textura e cor, tais avaliações seguiram parâmetros determinados pelo “Manual de descrição e coleta

de solo no campo” (SANTOS *et al.* 2017). Dessa maneira, após identificados os horizontes ou camadas, mediu-se a espessura de cada um deles a partir do zero (0) da trena na superfície do perfil, utilizando medição em centímetros. Quando foram verificadas transições irregulares, considerou-se aquela predominante. Para a textura, entendida como “proporção relativa das frações granulométricas – areia (a mais grosseira), silte e argila (a mais fina)” (SANTOS *et al.*, 2017, p.17), procedeu-se à estimativa por meio de sensações táteis, seguindo método proposto no manual. A estrutura dos solos e coberturas superficiais foi obtida pela “avaliação visual das unidades estruturais com vista desarmada” (SANTOS *et al.*, 2017, p.22), a partir de amostras retiradas dos perfis obtidos junto aos taludes encontrados nas reentrâncias, utilizando-se como apoio as ilustrações esquemáticas presentes no referido manual. A porosidade foi avaliada com vista desarmada e lupa de aumento de 10x, objetivando avaliar eventuais discrepâncias nessa característica mecânica entre horizontes ou camadas do solo. A determinação da cor do solo em campo seguiu critérios definidos por Santos *et al.* (2017), sendo avaliada amostra umedecida, uma vez que, para os autores, “a maioria dos critérios em que a cor é decisória (...) refere-se à amostra ligeiramente umedecida”, e que, “normalmente, para o horizonte B determina-se a cor apenas com a amostra úmida” (SANTOS *et al.*, 2017, p.14). Todas as avaliações de cor foram baseadas na Carta de Cores Munsell para Solos (MUNSELL SOIL COLOR COMPANY, 2013).

As potenciais superfícies de ruptura ou eventuais descontinuidades hidráulicas foram identificadas por meio da comparação das características dos horizontes ou camadas. Nos casos em que parâmetros como estrutura, textura e ou porosidade variaram consideravelmente entre duas seções das coberturas superficiais em uma pequena distância vertical, dos contatos entre coberturas ou solos e rochas e, especialmente, quando visualmente verificáveis, tais características foram compreendidas como potenciais descontinuidades, sendo demarcadas e medida a sua profundidade – a partir da superfície.

Ainda em campo, foram observados materiais que ocupam o piso das reentrâncias, bem como afloramentos rochosos presentes em seus terços inferiores e eixos de drenagem. Nesses setores, comumente também estavam expostas rochas em variados estágios de alteração, as quais foram avaliadas em campo.

## Os resultados obtidos: análise e integração

Os trabalhos desenvolvidos visaram, em primeira análise, subsidiar interpretação da espacialização dos riscos a escorregamentos e inundações em Teófilo Otoni. Além disso, foram desenvolvidas para embasar a análise dos condicionantes à ocorrência dos fenômenos na área investigada, tendo sido apresentadas respeitando a organização proposta para as tarefas e cronologia do seu desenvolvimento (Figura 7).

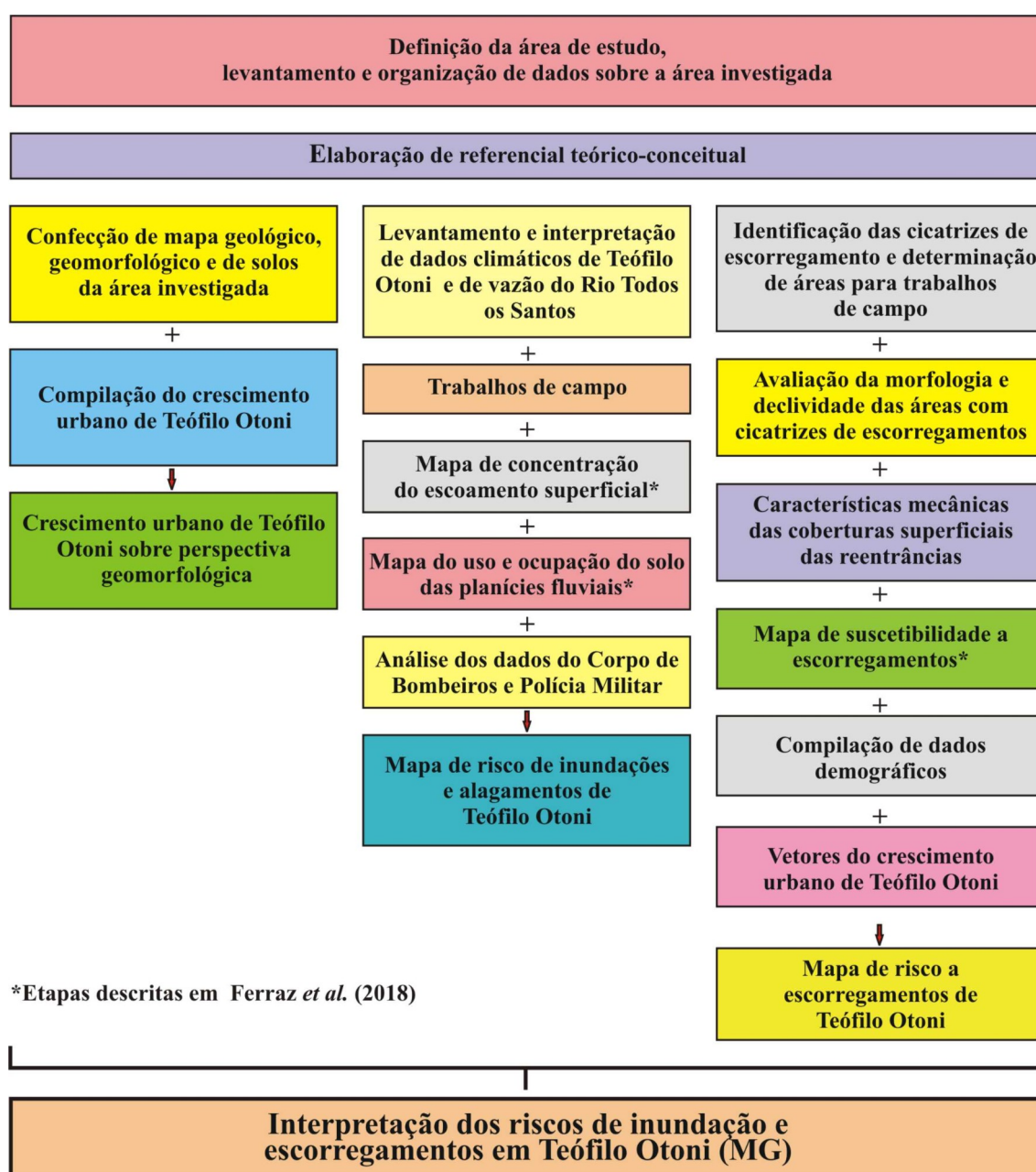


Figura 7 – Fluxograma simplificado das etapas metodológicas de elaboração do trabalho.

Todas essas etapas tiveram como base o referencial teórico desenvolvido, o qual norteou a o ordenamento das tarefas de gabinete, trabalhos de campo e interpretação dos resultados adquiridos nos distintos momentos de desenvolvimento da pesquisa. Dessa maneira, o estabelecimento da área investigada, dos objetivos do trabalho e o referencial teórico proposto figuram como palco das ações desenvolvidas.

Posteriormente, levantamento de informações fisiográficas, notadamente geologia, solos e geomorfologia, foram avaliadas como pano de fundo para o crescimento urbano da cidade de Teófilo Otoni. Esse esforço permitiu correlacionar não apenas as intrincadas relações entre os elementos naturais verificados na área investigada, mas, especialmente, quais os vetores históricos de crescimento da cidade podem ser identificados, bem como os cenários resultantes.

Dessa maneira, é possível afirmar que não apenas referencial teórico, mas também a compreensão das dimensões de Teófilo Otoni no tempo e no espaço configuram base para a interpretação de todos os resultados advindos das etapas de campo e gabinete.

A partir de então, determinado o alicerce sobre o qual se edificou a pesquisa, os resultados dos levantamentos relacionados ao clima – em especial ao regime de chuvas de Teófilo Otoni –, dados de vazão e direções dos fluxos superficiais foram observados para fornecer panorama da suscetibilidade a inundações que se verifica em Teófilo Otoni. Os dados do Corpo de Bombeiros e Polícia Militar, ao fornecerem a dimensão humana espacializada do fenômeno, contribuíram para a interpretação do risco e elaboração do mapa de risco a inundações e alagamentos de Teófilo Otoni – o qual é também fruto da convergência de mapas previamente elaborados e informações advindas dos trabalhos de campo.

De modo semelhante, a avaliação da suscetibilidade a escorregamentos se valeu da identificação das cicatrizes do fenômeno ocorrido no passado, o que possibilitou a compreensão dos condicionantes e gatilhos para a ocorrência do movimento. Os trabalhos de campo resultaram em informações fundamentais para a compreensão do panorama que pode levar à deflagração dos escorregamentos, tendo sido assim possível propor mapa de suscetibilidade a escorregamentos para a área investigada. Aparentemente desconexo, o esforço que culminou na identificação dos eixos de crescimento da mancha urbana de Teófilo Otoni foi

especialmente importante para se compreender a exposição atual e potencial ao fenômeno, resultando na proposta de mapa de risco a escorregamentos da área investigada.

Avaliação dos resultados, quer os que se relacionam a aspectos voltados a escorregamentos, quer aqueles que se vinculam às inundações, proporcionaram a interpretação proposta para Teófilo Otoni frente a ambos os fenômenos, de maneira integradora e pormenorizada. Mesmo que os resultados possibilitem uma primeira aproximação para os temas, claramente apontando para a necessidade de pesquisas futuras que elucidem questões ainda em aberto, o desencadeamento metodológico, representado por meio da Figura 7, favoreceu o encadeamento lógico das informações e análise conjunta dos resultados.

### **Considerações finais**

Inundações, alagamentos e escorregamentos são fenômenos que ocorrem em Teófilo Otoni, bem como em quase inúmeras cidades do Brasil e do mundo. Os dois primeiros apresentam considerável recorrência na cidade tomada como exemplo de avaliação, registrados em todos os anos da série histórica de dados do Corpo de Bombeiros e Polícia Militar (2011 a 2015) e, anteriores a este período, anotados pela mídia local e estadual, que se referiram especialmente aos danos decorrentes das inundações de 2002. Não se verificou, ao longo da elaboração deste trabalho, quaisquer dificuldades em atestar inundações e alagamentos na cidade, embora acervo qualificado e sistematizado dos dados que permitam reconstituir mais prolongado histórico possa ser considerado insatisfatório. Deve-se destacar que esta é uma realidade verificada neste trabalho, não devendo o mesmo ser esperado ou tomado como exemplo.

Já sobre os escorregamentos, por sua vez, estes estiveram associados a evento pluviométrico extremo identificado na série histórica avaliada, bem como, possivelmente, como regra para demais casos. Assim como alagamentos e inundações, o caráter midiático dos escorregamentos costuma se refletir em cobertura farta de imprensa, não passando estes de modo obscuro ao pesquisador sagaz. Mas, em raros casos, sua ocorrência pontual pode ser subestimada caso ocorra ao mesmo tempo – e no mesmo espaço – em que foram deflagradas inundações, caso os primeiros não gerem vítimas e os últimos sim. Nestes casos, a

exaustiva e minuciosa pesquisa pelas cicatrizes deixadas nas vertentes, verificáveis em fotografias aéreas ou imagens de satélite (ou mesmo radar) pode apontar as áreas a serem investigadas em campo, conforme já detalhado anteriormente.

## Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, (Brasil). **HidroWeb**: sistemas de informações hidrológicas. Brasília: ANA, 2015. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>>. Acesso em: 31 maio 2017.

ALMEIDA, L. Q. de; CARVALHO, P. F. de. Representações, riscos e potencialidades de rios urbanos: análise de um (des)caso histórico. **Caminhos da Geografia**, Uberlândia, v. 11, n. 34, p. 145-161, jul. 2010.

AMARAL, R.; RIBEIRO, R. R. Inundações e enchentes. *In*: TOMINAGA, L. D.; SANTORO, J.; AMARAL, R (Org.). **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. cap. 3, p. 39-52.

AUGUSTO FILHO, O. Escorregamentos em encostas naturais e ocupadas: análises e controle. *In*: BITAR, O. Y. **Curso de geologia aplicada ao meio Ambiente**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia/Instituto de Pesquisas de Tecnológicas, 1995, p. 77-100.

BATELLA, W. B. **Os limiares das cidades médias**: reflexões a partir da cidade de Teófilo Otoni. 2013. 228 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2013.

BATELLA, W. Estruturação urbana de Teófilo Otoni/MG: a topografia social de uma cidade média no Vale do Mucuri. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 28, n. 54, p. 793-811, 2018.

CARDONA ARBOLEDA, O. D. The need for rethinking the concepts of vulnerability and risk from a holistic perspective: a necessary review and criticism for effective risk management. *In*: BANKOFF, G.; FRERKS, G.; HILHORST, D. (Ed.). **Mapping Vulnerability**: Disasters, Development and People. Londres: Eartscan Publishers, 2003. cap. 3.

CARMO, L. R. Urbanização e desastres: Desafio para a segurança humana no Brasil. *In*: CARMO, L. R.; VALENCIO, N. (Org.). **Segurança Humana no contexto dos Desastres**. São Carlos: Rima, 2014. cap. 1, p. 1-14.

CUNHA, J. M. P.; JAKOB, A. A. E.; HOGAN, D. J.; CARMO, R. L. A vulnerabilidade social no contexto metropolitano: o caso de Campinas. *In*: CUNHA, J. M. P. (Org.). **Novas metrópoles paulistas**: população, vulnerabilidade e segregação. Campinas: Editora da Unicamp, 2006. cap. 5, p.143-68.

CUTTER S. L. (Org.) **Environmental risks and hazards**. London: Prentice-Hall, 1994.413 p.

FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. Movimentos de massa: uma abordagem geológico-geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia e Meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand, 1996. cap. 3, p. 123-194.

FERRAZ, C. M. L.; VALADAO, R. C.; HENRIQUES, R. J.; TRINDADE, B.C.; LADISLAU, F.F. Uso de geotecnologias para mapeamento da suscetibilidade a inundações e escorregamentos em Teófilo Otoni, Minas Gerais: potencialidades e limitações. **Revista Vozes dos Vales**, v. 1, p. 1-31, 2018.

FERRAZ, C. M. L. AVALIAÇÃO E MAPEAMENTO DE RISCOS SOCIOAMBIENTAIS: QUEM ESTÁ VULNERÁVEL? **Revista Vozes dos Vales**, v. 1, p. 1-23, 2020.

FERRAZ, C. M. L. Inundações e escorregamentos em Teófilo Otoni, Minas Gerais: uma situação de risco ambiental em continuada construção, segundo indicadores geomorfológicos. 2019. 202f. (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

FERRAZ, C. M. L.; VALADÃO, R. C.; ALMEIDA, R. de A.; SCHETINI, A. C. S.; GOMES, G. V. Expansão urbana de Teófilo Otoni/MG: aplicação de técnicas de geoprocessamento na contribuição para ordenamento territorial. **Revista Vozes dos Vales**. Teófilo Otoni, v. 1, p. 1-22, maio 2017.

FLOODSITE PROJECT. **Integrated flood risk analysis and management methodologies**. 2008. Disponível em: <<http://www.floodsite.net/default.htm>>. Acesso em: 10 mai. 2017.

GOUVEIA, I. C. M. C; RODRIGUES, C. Encostas e a questão ambiental. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. (Org.). **A questão ambiental: Diferentes abordagens**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. cap. 6, p. 191-218.

GUIDICINI, G.; NIEBLE, C. M. **Estabilidade de Taludes naturais e de escavação**. São Paulo: Edgard Blucher, 1984. 216 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades**. Teófilo Otoni. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=316860>>. Acesso em: 3 abr. 2017

MAGALHÃES, I. A. L; THIAGO, C. R. L; AGRIZZI, D. V.; SANTOS, A. R dos. Uso de geotecnologias para mapeamento de áreas de Risco de inundação em Guaçuí, ES: Uma análise comparativa entre dois métodos. **Cadernos de Geociências**, Salvador, v. 8, n. 2, p. 63-70, nov. 2011.

MARANDOLA JUNIOR, E.; HOGAN, D. J. Vulnerabilidades e riscos: entre Geografia e Demografia. **Revista Brasileira de Estudos de População**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 1, p. 29-53, jan./jul. 2005.

MAZOTO, M. L. **Índice de vulnerabilidade social para a análise da ocorrência de inundações no estado do rio de janeiro: 2000 a 2013**. 2015. 266 f. Tese (Doutorado em Saúde Coletiva) – Instituto de Estudos de Saúde Coletiva, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.]

METZKER, M. C. R.; SAIS, A. C.; LEITE, J. A. O; FERRAZ, C. M. L. Uso de geotecnologias na caracterização de áreas de risco na cidade de Teófilo Otoni, Minas Gerais. **Revista Geonorte**, [S.l.], v. 4, n. 16, p. 324-328, jan. 2014.

MUNSELL SOIL COLOR COMPANY. **Munsell soil color chats, Munsell color, Macbeth Division of Kollmorgen Corporation**. Baltimore, 2013.

OGURA, A. T.; SILVA, F. C.; VIEIRA, A. J. N. L. Zoneamento de risco de escorregamento das encostas ocupadas por vilas operárias como subsídio à elaboração do plano de gerenciamento das áreas de risco da Estância Climática de Campos do Jordão - SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1, 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: GDN/UFSC, 2004. p. 44-58.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C.; SHIMIZU, S. H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 7. ed. rev. amp. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2017. 102 p.

SELBY, M. J. **Hillslope materials and processes**. 2ed. Oxford: Oxford Univ. Press, 1993. 480 p.

SLOTO, R. A.; CROUSE, M. Y. **HYSEP: A computer program for streamflow hydrograph separation and analysis**. U. S. Geological Survey. Water-Resources Investigations Report 96- 4040, Lemoyne, Pennsylvania, 1996, 46 p.

TOMINAGA, L.K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. 197 p.

TORRES, H. G. A demografia do risco ambiental. In: TORRES, H. G.; COSTA, H. (Org.). **População e meio ambiente: debates e desafios**. São Paulo: SENAC, 2000. p. 53-73.

TUCCI, C. E. M. Águas Urbanas. In: TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C. **Inundações Urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1997. cap. 2, p. 11-44.

ZÊZERE, J. L. Dinâmica de vertentes e riscos geomorfológicos. **Centro de Estudos Geográficos**, Lisboa: Universidade de Lisboa, n. 41, 129 p. 2005.



Processo de Avaliação por Pares: (*Blind Review* - Análise do Texto Anônimo)

Publicado na Revista Vozes dos Vales - [www.ufvjm.edu.br/vozes](http://www.ufvjm.edu.br/vozes) em: 10/2021

Revista Científica Vozes dos Vales - UFVJM - Minas Gerais - Brasil

[www.ufvjm.edu.br/vozes](http://www.ufvjm.edu.br/vozes)

UFVJM: 120.2.095-2011 - QUALIS/CAPES - LATINDEX: 22524 - ISSN: 2238-6424