



**Universidade de Brasília**  
**Instituto de Ciências Humanas**  
**Departamento de Geografia**

Júlia Oliveira Braga

**ALAGAMENTOS E INUNDAÇÕES EM ÁREAS  
URBANAS: ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE  
SANTA MARIA - DF**

Brasília

2016

**Universidade de Brasília**  
**Instituto de Ciências Humanas**  
**Departamento de Geografia**

Júlia Oliveira Braga

**ALAGAMENTOS E INUNDAÇÕES EM ÁREAS URBANAS:  
ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE SANTA MARIA - DF**

Monografia de graduação submetida ao Departamento de Geografia da Universidade de Brasília, como requisito para obtenção do grau Bacharel em Geografia.

Orientadora: Prof. Dra. Ruth Elias de Paula Laranja.

Brasília

2016

**ALAGAMENTOS E INUNDAÇÕES EM ÁREAS URBANAS: ESTUDO DE CASO  
NA CIDADE DE SANTA MARIA - DF**

Júlia Oliveira Braga

Monografia de Prática e Pesquisa de  
Campo 2 submetida ao Departamento de  
Geografia da Universidade de Brasília,  
como requisito para obtenção do grau  
Bacharel em Geografia.

Banca Examinadora

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

---

**Prof. Dra. Ruth Elias de Paula Laranja**  
Universidade de Brasília - UnB  
Departamento de Geografia – GEA

---

**Msc, Karina Fernandes Gomes Marques**  
Doutoranda pela Universidade de Brasília – UnB  
Departamento de Geografia – GEA  
Seduc/GO

---

**Msc. Ane Caroline Amaral Carvalho**

MENSÃO FINAL: \_\_\_\_\_

## FICHA CATALOGRÁFICA

BRAGA, Júlia Oliveira. *Alagamentos e inundações em áreas urbanas: estudo de caso na cidade de Santa Maria – DF*. Distrito Federal, Brasília. Agosto de 2016. 33p. UNB/IH/GEA, Bacharelado, 2016.

Monografia, Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Humanas, Departamento de Geografia.

I – Alagamentos em áreas urbanas

II – Impactos urbanos

III – Drenagem urbana

IV – Eventos extremos de chuva

V – Expansão urbana

|IH/GEA/UNB|

### Referência Bibliográfica

BRAGA, Júlia Oliveira. *Alagamentos e inundações em áreas urbanas: estudo de caso na cidade de Santa Maria – DF*. Brasília, 2016. 33 páginas. Monografia de graduação (Disciplina Prática e Pesquisa de Campo 2), - Departamento de Geografia, Instituto de Ciências Humanas, Universidade de Brasília.

### Cessão de direitos

Nome da autora: Júlia Oliveira Braga

Alagamentos e inundações em áreas urbanas: estudo de caso na cidade de Santa Maria – DF.

Grau: Bacharel, 2016.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósito acadêmico. A autora reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia pode ser reproduzida sem autorização por escrito da autora.

---

Júlia Oliveira Braga  
Agosto de 2016.

## RESUMO

Eventos de inundações, alagamentos, entre outros impactos, são fenômenos naturais que ocorrem com frequência nos cursos d'água, geralmente deflagrados por chuvas fortes e rápidas ou chuvas de longa duração. Estes eventos naturais têm sido intensificados, principalmente nas áreas urbanas, por alterações antrópicas. Portanto, o presente trabalho tem como objetivo principal identificar e analisar os fatores influenciadores que causam alagamentos em um caso específico no Distrito Federal, na Avenida Alagado, localizado na RA XIII- Santa Maria. O estudo tem a finalidade de apontar a problemática em torno da insuficiência do sistema de drenagem na avenida no período de 2010 a 2014. A metodologia utilizada correspondeu a pesquisa bibliográfica, ao levantamento e tratamento de dados cartográficos e pluviométricos, e aos trabalhos de campo. Concluiu-se que o sistema de drenagem local é ineficiente em caso de extrema precipitação, diante do nível de impermeabilização do solo e da expansão urbana acelerada.

**Palavras-chaves:** Alagamentos Urbanos, Impactos Urbanos, Drenagem Urbana, Eventos Extremos de Precipitação, Expansão Urbana.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, Wonet e Maria, por toda oportunidade, apoio, ensinamentos de vida, compreensão e carinho. Aos meus irmãos Matheus e Arthur, pelo companheirismo e momentos de alegria. Ao Kenai, meu grande amigo, companheiro e amor. Por todo suporte, paciência e presença constante em todos momentos.

Aos amigos de longa data, Rodrigo, Giulian, Anna Carolyne, Bruna, Elaine, João, Jônatas, Amanda, Jéssica, Miriã e Raquel, pela amizade verdadeira, momentos de descontração e cumplicidade. Sei que posso contar com todos para desabafos e um colo amigo.

À minha orientadora, professora Ruth Elias de Paula Laranja, pela dedicação e paciência, por compartilhar seus conhecimentos e me orientar de maneira que eu conseguisse concluir este trabalho.

Aos parceiros de trabalho na Agência Nacional de Águas, meu antigo chefe Gonzalo, Adílio, Lucas e Luís, pelos momentos de aprendizado e pela experiência adquirida. Os aprendizados obtidos nos anos de trabalho na ANA foram essenciais para minha formação.

Obrigada!

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Localização da RA XII - Santa Maria e da avenida Alagado.....	10
<b>Figura 2:</b> Alagamentos na avenida Alagado (13/10/2011).....	12
<b>Figura 3:</b> Fluxograma resumido das etapas metodológicas.....	14
<b>Figura 4:</b> Mapa de uso do solo da área da avenida Alagado.....	17
<b>Figura 5:</b> Área de solo exposto no ponto 5, final da avenida Alagado.....	19
<b>Figura 6:</b> Alagamento na avenida Alagado (24/12/2014).....	23
<b>Figura 7:</b> Recorte de imagem de pontos de alagamento.....	25
<b>Figura 8:</b> Mapa de elevação de terreno da RA XIII Santa Maria.....	26
<b>Figura 9:</b> Rede de drenagem urbana de Santa Maria.....	27
<b>Figura 10:</b> Bocas-de-lobo em diferentes pontos da avenida Alagado.....	28
<b>Figura 11:</b> Entulho e lixo em área de cerrado beirando a avenida Alagado.....	29

## LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

<b>Tabela 1.</b> Eventos de alagamento na avenida Alagado.....	13
<b>Tabela 2.</b> Principais eventos de chuvas extremas (< 55mm) registradas nos anos 2010-2014 na estação RONCADOR-DF.....	20
<b>Tabela 3.</b> Localização dos pontos de risco.....	24
<b>Gráfico 1.</b> Precipitação diária de 2010.....	20
<b>Gráfico 2.</b> Precipitação diária de 2011.....	21
<b>Gráfico 3.</b> Precipitação diária de 2012.....	21
<b>Gráfico 4.</b> Precipitação diária de 2013.....	22
<b>Gráfico 5.</b> Precipitação diária de 2014.....	22

## SUMÁRIO

<b>CONSIDERAÇÕES INICIAIS</b> .....	1
<b>Capítulo 1. Referencial teórico</b> .....	4
1.1 Conceitos e classificação.....	4
1.1.1 Enxurrada.....	4
1.1.2 Inundação.....	5
1.1.3 Enchente.....	5
1.1.4 Alagamento.....	5
1.2 As drenagens e o meio urbano.....	6
1.3 Chuva extremas e precipitação máxima.....	7
<b>Capítulo 2. Área de estudo</b> .....	9
2.1 Localização da RA XIII - Santa Maria .....	9
2.2 Aspectos físico da RA XIII – Santa Maria.....	10
2.3 Histórico de alagamentos e inundações na RA XIII- Santa Maria.....	11
<b>Capítulo 3. Metodologia de pesquisa</b> .....	14
3.1 Levantamento de dados bibliográficos e estudos localizados da RA XIII – Santa Maria.....	14
3.2 Coleta de dados pluviométricos e organização do banco de dados.....	15
3.3 Tratamento de dados em SIG e produção de mapas.....	15
<b>Capítulo 4. Resultados e discussões</b> .....	17
4.1 Uso do solo e expansão da área urbana de Santa Maria.....	17
4.2 Análise de dados pluviométricos e picos de chuva.....	19
4.3 Análise do relevo e pontos de risco de alagamentos.....	24
4.4 Sistema de drenagem pluvial de Santa Maria-DF.....	25
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	28
<b>REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA</b> .....	31

## **CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

Desastres naturais relacionados a inundações, alagamentos e enchentes, além de muito frequentes, provocam grandes danos materiais e, dependendo de sua magnitude, causam a irreparável perda de vidas. A ocorrência de inundações em áreas urbanas e ribeirinhas no Brasil tem se intensificado e tornado mais frequente a cada ano. Este agravamento ocorre em função tanto da crescente impermeabilização do solo, decorrente da urbanização acelerada, como da imprevidente ocupação urbana de áreas ribeirinhas, que antes constituíam as várzeas e planícies de inundação (ANA, 2000).

A partir da segunda metade do século XX, muitas cidades brasileiras registraram um aumento populacional acelerado e tal fato, como destaca Oliveira (1998, p.2), contribuiu para o “desencadeamento de situações vinculadas à ausência de planejamento para subsidiar o processo de expansão urbana”.

A análise dos cenários urbanos brasileiros revela a forma desordenada de apropriação, norteados pela ausência de planejamento que considere o disciplinamento do uso e ocupação do solo como prerrogativa básica de seu ordenamento. Essa desordenação traz como consequência, níveis abusivos de degradação ambiental evidentes no cotidiano urbano (OLIVEIRA, 1998, p. 3).

Inundações e enchentes são fenômenos naturais que ocorrem com frequência nos cursos d'água, geralmente deflagrados por chuvas fortes e rápidas ou chuvas de longa duração. Estes eventos naturais têm sido intensificados, principalmente nas áreas urbanas, por alterações antrópicas. Desastres relacionados às enchentes e inundações são muito significativos em âmbito mundial, pois, segundo Cristo (2002, p. 211), muitas cidades desenvolveram suas malhas urbanas ao longo dos leitos dos rios colocando em risco populações que periodicamente, em consequência de chuvas intensas e concentradas, sofrem problemas com as inundações e/ou com acúmulo de águas pluviais nas vias urbanas.

O Distrito Federal sofre drasticamente com a ocorrência de desastres relacionados a inundações. Os alagamentos das chamadas tesourinhas (vias de acesso à quadras comerciais de Brasília) são consideradas fortes condicionantes a

esses processos, tendo em vista que foram feitos em grande desníveis da pista, formando verdadeiras depressões pavimentadas, o que dificulta o escoamento das águas pelo sistema de drenagem. Outras regiões administrativas do DF também sofrem com os alagamentos em vias de acesso, como é o caso de Taguatinga, Gama, Vicente Pires e para o estudo de caso desse trabalho, a Santa Maria.

A ocorrência de enchentes, alagamentos e inundações em áreas urbanas pode ser explicado pelo agravamento do escoamento superficial natural, que sofre alterações substanciais em decorrência do processo de urbanização desordenada, como consequência da impermeabilização da superfície.

A região administrativa de Santa Maria, localizada ao sul do quadrilátero do DF, fez parte do decorrente processo de urbanização do aglomerado urbano de Brasília na década de 1990 e hoje está entre uma das regiões mais populosas do Distrito Federal. Formada pelo processo de migração de outras RAs e entorno do DF, Santa Maria tem uma população de classe baixa a média, e como exemplo de outras RAs maiores, também enfrenta a problemática envolvendo alagamentos com a chegada das chuvas de verão. Em sua área urbana ocorrem eventos de alagamentos e inundações em uma das principais avenidas que corta a cidade, a Avenida Alagado, nomeada a partir de uma das principais bacias da região, a Alagado.

Outro impacto direto deste processo de urbanização é a aceleração dos processos erosivos, considerado um dos fatores principais para a ocorrência dos alagamentos. O aumento da produção de sedimentos, originados de fontes diversas, como por exemplo, do uso e ocupação inadequada dos solos, e da crescente urbanização, tem ligação direta com o sistema de drenagem local e agrava os efeitos das inundações.

Não acompanhando tal crescimento populacional de perto, os órgãos gestores pecam nas manutenções do sistema de drenagem pluvial da Avenida Alagado, alegando que o problema só seria resolvido a partir de obras de aumento da capacidade dos condutos subterrâneos, estas que não poderiam ser realizadas de imediato.

Um dos fatores que mais contribui para obstrução das redes de drenagem urbana é o aumento da produção de sedimentos, a falta de proteção das superfícies e aumento de resíduos sólidos, e desses materiais que podem trazer riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, como lixo.

Em razão disto, é pertinente e de extrema importância o desenvolvimento do presente estudo, ressaltando a escassez de pesquisas na área de enfoque, até mesmo tratando-se de outras demandas regionais que não serão tratados nesse trabalho. As pesquisas em torno de alagamentos e inundações em áreas urbanas são necessárias pelas inúmeras variáveis que envolvem os eventos e principalmente, em fator dos impactos causados ao meio ambiente e a sociedade.

A partir do que foi exposto acima, este trabalho tem como objetivo principal identificar e analisar os fatores influenciadores que causam os alagamentos na Avenida Alagado, a fim de apontar a problemática em torno da insuficiência do sistema de drenagem pluvial e construção da avenida no período de 2010 a 2014 na cidade de Santa Maria.

Como objetivos específicos pretendemos, ainda:

- Elaborar, através de sistema de informação geográfica - SIG e de imagens da RA XIII - Santa Maria, mapas de classificação do uso do solo da área estudada e dos pontos de risco de alagamento;
- Analisar dados pluviométricos dos anos de 2010, 2011, 2012, 2013 e 2014 nas decorrências dos alagamentos, a fim de identificar os principais dados causados nos eventos de chuva extrema;
- Propor soluções cabíveis ao problema dos alagamentos.

No primeiro capítulo deste trabalho será discutido o referencial teórico, seguido da caracterização da área de estudo. Logo depois, serão apresentados os passos metodológicos utilizados para a realização dessa pesquisa, a fim de discuti-los no quarto e último capítulo, de resultados e discussões.

## **Capítulo 1. Referencial teórico**

Irá se discutir neste referencial teórico os conceitos de enxurrada, inundação, enchente e alagamento, conceitos importantes para a realização da pesquisa. O segundo ponto apresentará referências relacionadas às drenagens e meio urbano. E o último ponto conceituará chuvas extremas e precipitação máxima.

### **1.1 Conceitos e classificação**

Os conceitos de enxurrada, inundação, enchente e alagamento costumam ser confundidos entre si por tratarem todos de impactos que podem ser naturais ou não, mas preterivelmente são ocasionados pela água. São abordados de diferentes maneiras por um grande número de pesquisadores (Tucci, 1995, 2007; Pisani, 2001; Grilo, 1992; Pômpeo, 2000), que estudam a temática. O presente trabalho busca analisar todos os termos para a melhor classificação da problemática trazida pela pesquisa.

#### **1.1.1 Enxurrada**

O termo enxurrada é conceituado, normalmente, por secretarias locais de Defesa Civil. A prefeitura de Porto Alegre em conjunto a Secretaria de Defesa Civil da cidade classifica as enxurradas como “volume de água que escoar na superfície do terreno, com grande velocidade, resultante de fortes chuvas”.<sup>1</sup>

A Classificação de Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), em 2012, também conceitua a enxurrada como escoamento superficial de alta velocidade e energia, provocado por chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado. É caracterizada pela elevação súbita das vazões de determinada drenagem e transbordamento brusco da calha fluvial.

---

<sup>1</sup> Informações retiradas da página da Prefeitura de Porto Alegre: ([http://www2.portoalegre.rs.gov.br/codec/default.php?p\\_secao=83](http://www2.portoalegre.rs.gov.br/codec/default.php?p_secao=83))

### **1.1.2 Inundação**

O conceito de inundação já vem sendo abordado por um número maior de autores e é a nomenclatura mais utilizada para classificar eventos em áreas urbanas.

Autores como Tucci (2007) diz que a ocorrência de inundações em centros urbanos é tão antiga quanto às cidades ou qualquer aglomerado urbano. A inundação ocorre quando as águas dos rios, riachos, galerias pluviais saem do leito de escoamento devido à falta de capacidade de transporte de um destes sistemas e ocupa áreas onde a população utiliza para moradia, transporte, recreação, comércio, indústria, entre outros.

O autor ainda ressalva que tais eventos podem ser ocasionados devido ao comportamento natural dos rios e também ampliados pelo efeito de alteração produzida pelo homem na urbanização, como, a impermeabilização das superfícies e canalização de córregos (TUCCI, 2007).

Pisani (2001) caracteriza inundações como fenômeno natural, que ocorre quando a vazão a ser escoada é maior que a capacidade de descarga do sistema hídrico. A inundação em áreas ocupadas por atividades humanas, incompatíveis com a presença da água, se torna um desastre com perdas socioeconômicas de grande vulto.

### **1.1.3 Enchente**

As enchentes, por sua vez, são divididas em dois tipos por Tucci (2001), enchentes devido à urbanização e enchentes em áreas ribeirinhas:

[...] a primeira é caracterizada pelo aumento de sua frequência e magnitude devido à ocupação do solo com superfícies impermeáveis e rede de condutos de escoamentos. Adicionalmente o desenvolvimento urbano pode produzir obstruções ao escoamento como aterros e pontes, drenagens inadequadas e obstruções ao escoamento junto a condutos e assoreamento. As enchentes em áreas ribeirinhas são naturais, atingindo a população que ocupa o leito maior dos rios. Essas enchentes ocorrem, principalmente, pelo processo natural no qual o rio ocupa o seu leito maior, de acordo com os eventos extremos, em média com tempo de retorno da ordem de 2 anos.

As enchentes também são conceituadas como fenômenos naturais, que ocorrem periodicamente nos cursos d'água devido a chuvas de magnitude elevada. Estas, em áreas urbanas, podem ser decorrentes de chuvas intensas de longo período de retorno ou devido a transbordamentos de cursos d'água provocados por mudanças no equilíbrio no ciclo hidrológico em regiões a montante das áreas urbanas; ou ainda, devidas à própria urbanização. (POMPÊO, 2000)

#### **1.1.4 Alagamento**

De acordo com as análises de Grilo (1992), os alagamentos ocorrem, geralmente, em áreas planas ou com depressões e fundos de vales, com o escoamento superficial comprometido pela topografia e falta ou insuficiência de um sistema pluvial no ambiente urbano. Ainda, quanto menor a extensão de áreas verdes, menor a infiltração de água no solo, que alimenta os aquíferos suspensos, causando menor auxílio para o escoamento superficial, as quais poderiam atenuar as causas dos mesmos. (TEODORO; NUNES, 2007)

A COBRADE, por sua vez, classifica alagamentos como a extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e consequente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas.

Os termos anotados para classificar os eventos deste trabalho serão os de *inundação* e de *alagamento*, em razão das conceituações serem consideradas as mais adequadas ao tipo de evento, em meios urbanos e causados por chuvas extremas.

#### **1.2 As drenagens e o meio urbano**

A partir da década de 1960, passou-se, em alguns países, a questionar a drenagem urbana realizada de forma tradicional que, por intermédio de obras destinadas a retirar rapidamente as águas acumuladas em áreas importantes, transfere o problema para outras áreas ou para o futuro. Sob esta concepção abrigam-se o projeto de grandes sistemas de galerias pluviais e as ações destinadas à melhoria do fluxo em rios e canais, concretizadas através de cortes de meandros, retificações e mudanças de declividade de fundo. Esta visão que ainda predomina

em alguns meios técnicos, focaliza o controle do escoamento na própria calha do curso d'água, dando pequena importância à geração do escoamento nas superfícies urbanizadas (POMPÊO, 2000).

Nos últimos trinta anos, foram introduzidas outras formas de abordar os problemas. As planícies de inundação passaram a ser objeto de planejamento, sofrendo restrições quanto à ocupação e ao tipo de obras, visando principalmente a garantir a área da seção de escoamento e a minimizar as perdas de carga hidráulica em decorrência de edificações nestas áreas. Foram introduzidas as denominadas medidas compensatórias que buscam *compensar os efeitos da urbanização*, atuando sobre os processos hidrológicos e visando à redução de volumes ou vazões, em diferentes concepções quanto ao porte e localização das obras (Nascimento *et al.*, 1997).

De acordo com Tucci (2007), em ambientes urbanos já consolidados, se faz necessária a implementação de uma série de medidas, que visam o controle do escoamento da água pluvial, antes de sua descarga nos corpos receptores.

A água exerce um papel importante no meio urbano, havendo necessidades de atendimento a demandas diferenciadas, questões relativas à sua qualidade, disponibilidade e escoamento de águas de chuva. A gestão destas águas constitui grande parte do saneamento urbano.

A gestão da água no meio urbano é um caso particular da gestão de recursos hídricos. Além disso, o planejamento de atividades urbanas relacionadas à água deve estar integrado ao próprio planejamento urbano, incluindo-se aqui o desenho da malha urbana e sua expansão, o zoneamento de atividades, a rede viária e de transportes etc (POMPÊO, 2000).

### **1.3 Chuvas extremas e precipitação máxima**

A discussão envolvendo eventos de precipitação extrema tem valor essencial dentro desta pesquisa. Para Tucci (1993), a precipitação é toda água vinda do meio atmosférico que atinge a superfície, sendo como chuva, granizo, geada ou neve. O autor aponta também que o volume, a duração e a distribuição espacial e temporal da chuva são suas principais características.

Como a chuva não se distribui uniformemente no espaço, é necessário determinar a sua intensidade, duração e frequência, com base em estatísticas através das séries históricas de medição. (PEREZ, 2013, p. 11)

Ainda segundo Tucci (1993), a precipitação máxima é entendida como a ocorrência extrema, com duração, distribuição temporal e espacial, essenciais para uma determinada área de captação.

Com isso, afirma-se que a ocorrência de alagamentos se dá, em sua maioria, por eventos de chuva extrema e precipitação máxima.

## Capítulo 2. Área de estudo

### 2.1 Localização da RA XIII - Santa Maria

Antes de surgir oficialmente no mapa do Distrito Federal, o Núcleo Rural Santa Maria pertencia à área rural do Gama. Somente no dia 10 de fevereiro de 1992, através da Lei nº 348 e o decreto nº 14.604, oficializou-se como a região administrativa XIII.

A RA é composta pela área urbana, rural (Núcleos Rurais Alagado e Santa Maria, Áreas Isoladas, Água Quente, Santa Bárbara e Colônia Agrícola Visconde de Inhaúma) e militar, que estão localizados o Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle do Tráfego Aéreo – CINDACTA do Ministério da Aeronáutica e a Área Alfa, pertencente ao Ministério da Marinha. A inclusão e criação da região administrativa se deram a partir do Programa de Assentamentos Habitacionais do Governo do Distrito Federal, que tinha como objetivos erradicar invasões e atender a demanda habitacional das famílias de baixa renda da região.

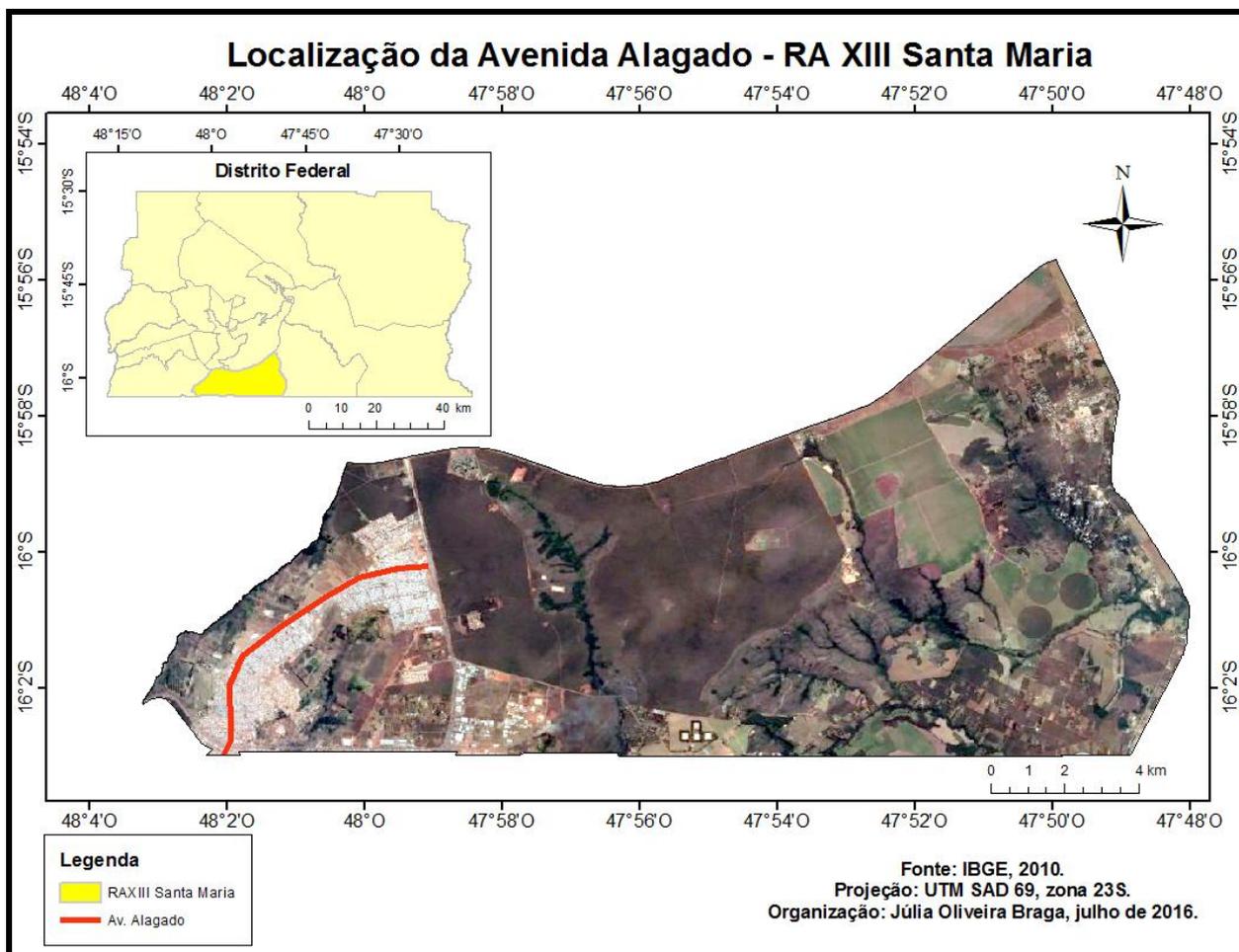
Ocupa atualmente uma área de 211 km<sup>2</sup> e possui uma população estimada de 125.123 habitantes (PDAD, 2015). De acordo com Carvalho (2012, p. 31), a área urbana atinge 1.200 hectares e está distante 26 quilômetros de Brasília. Limita-se ao Sul com os municípios goianos do Novo Gama e Valparaíso; a Oeste com a RA II-do Gama; a Leste com a RA XIV- São Sebastião; e ao Norte com DF- 001 (EPCT) e as Regiões Administrativas do Núcleo Bandeirante (RA VIII) e Lago Sul (RA XVI).

A cidade se encontra rodeada por dois ribeirões, Alagado e Santa Maria,<sup>2</sup> estes que deram nomes às duas avenidas que cortam a cidade. A Avenida Alagado divide a cidade entre as quadras 100 e 200, de Norte a Sul, enquanto a Avenida Santa Maria divide as quadras 300 e 400, dando acesso também ao condomínio Porto Rico. (Figura 1)

---

<sup>2</sup>Informações obtidas no site da Administração Regional de Santa Maria: (<http://www.santamaria.df.gov.br/>) e da Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios – PDAD, Santa Maria, 2015.

A Avenida Alagado, foco de análise deste trabalho, tem 8,36 km de extensão e foi inaugurada junto às primeiras ocupações da região, sendo construída em meio aos Núcleos Rurais Alagado e Santa Maria.



**Figura 1:** Localização da RA XII - Santa Maria e da Avenida Alagado.  
Adaptado pela autora, 2016.

## 2.2 Aspectos físicos da RA XIII – Santa Maria

A região administrativa é caracterizada por terrenos planos de ondulação leve – cotas altimétricas de 1.100 a 1.250 metros – e a declividade está em direção ao Ribeirão Santa Maria e Rio Alagado. A área mais declinada do terreno localiza-se nas margens dos respectivos cursos d'água, sendo mais inclinado no limite sul da RA, às margens do Ribeirão Santa Maria. Essas características colaboram imensamente para o desenvolvimento da área urbana. (CARVALHO, 2012)

Predominam nessa região os latossolos, em menor proporção os cambissolos, que geralmente estão associados a terrenos com maior declividade. E, em proporção ainda mais reduzida, são encontrados os gleissolos, proveniente da ocorrência permanente ou temporária de água.<sup>3</sup>

Segundo a classificação de Köppen, como no restante do Distrito Federal, a RA XIII Santa Maria enquadra-se entre os tipos tropical de savana, temperado chuvoso e inverno seco, tendo duas estações nítidas: uma chuvosa e quente, de outubro a abril, e uma fria e seca, de maio a setembro. O clima tropical de altitude (Cwb) é típico das chapadas, acima de 1200m e caracteriza-se pela temperatura inferior a 18°C, no mês mais frio, e a média inferior a 22°C, no mês mais quente. O clima tropical (Aw) situa-se nas principais bacias hidrográficas da região, abaixo da cota de 1000m e caracteriza-se pela temperatura média superior a 18° C, em todos meses do ano.

De acordo com Martins (et al, 2004, p. 11 apud Embrapa, 1978), as precipitações variam entre 1500 e 2000 mm anuais, sendo a média em torno de 1600 mm, alcançando em janeiro o seu maior índice pluviométrico e durante os meses de junho, julho e agosto, chegando a média mensal total de ordem de 50 mm.

### **2.3 Histórico de alagamentos e inundações na RA XIII- Santa Maria**

Brasília, por ser uma cidade projetada sob padrões modernos, teve um crescimento muito rápido, passando de quase nenhuma população aos quase 2,5 milhões atuais em menos de 50 anos, extrapolando as previsões populacionais. Isto ocasionou em diversas áreas, invasões e urbanizações não controladas. (PDDU-DF, 2008, p. 12) De acordo com a Novacap (2013), até o final de 2012, apenas 2,4% da rede de escoamento do DF tinha sido desobstruída, significando que naquele ano 85 quilômetros do total de 3,5 mil não estavam preparados para receber a água no período chuvoso. Algumas dessas áreas foram inicialmente criadas como núcleos

---

<sup>3</sup> De acordo com o trabalho de Carvalho, 2012, p. 34, apud Sinopse da Administração Regional de Santa Maria RAXIII/2005.

rurais, e conseqüentemente, ao expandirem e virarem áreas pavimentadas e urbanas, ocasiona-se na insuficiência das redes de drenagens.

A RA XIII - Santa Maria possui um sistema de drenagem pluvial implementado de 71.522m<sup>4</sup>. O fato da RA XIII estar enquadrada como sistema de drenagem pluvial implantado, não significa que não existam áreas ainda com falta ou insuficiência de sistema de drenagens. Assim como diversas outras cidades do Distrito Federal, a Santa Maria apresenta um recorrente problema de alagamentos e enxurradas na estação chuvosa, que mostram que a rede da cidade é falha. Os alagamentos podem ser observados em diversos pontos da RA, mas a Avenida Alagado, em especial, tem o destaque para esse problema por ser a principal via de acesso à cidade.

Analisando reportagens locais, pode-se notar que os alagamentos ocorrem com bastante frequência desde os primeiros anos da avenida, criada em 1993. E com o passar dos anos, observa-se que mesmo com o crescimento visível da área urbana da cidade, esses eventos continuam a ocorrer.



**Figura 2:** Alagamentos na avenida Alagado que ocorreu no dia 13/10/2011. Imagens retiradas de vídeo (<https://www.youtube.com/watch?v=7oilvXSaFpk>) em agosto de 2016.

Na análise feita neste trabalho, dentro do período de cinco anos, registrou-se dez eventos críticos e anunciados pela mídia de alagamentos e enxurradas na avenida Alagados (Tabela 1).

---

<sup>4</sup> Informações retiradas do Plano de Drenagem Urbana, DF, 2008, p. 17, apud Relatório Pró-Moradia, atualização 26/01/2009.

**Tabela 1. Eventos de alagamento na avenida Alagado**

<b>Evento</b>	<b>Data (d/m/a)</b>	<b>Precipitação diária na estação RONCADOR (mm)</b>
1	07/01/2010	80
2	13/10/2011	1,6
3	24/01/2013	85,6
4	21/10/2013	0
5	20/12/2013	0
6	22/03/2014	52,8
7	30/03/2014	0
8	01/12/2014	24
9	17/12/2014	25
10	24/12/2014	92,5

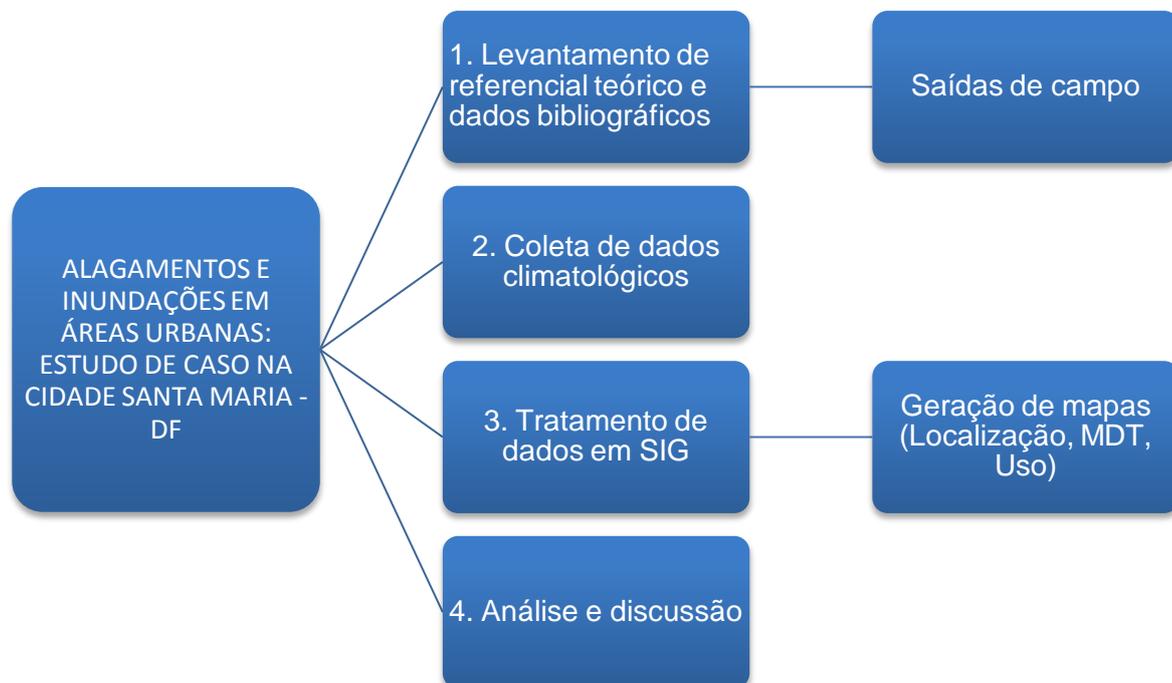
**Fonte:** INMET/Reportagens locais.

Como pode ser analisado na tabela 1, nas datas 07/01/2010, 24/01/2013, 22/03/2014 e 24/12/2014, as precipitações registradas pela estação RONCADOR conferem com os alagamentos na avenida. Isso indica que possivelmente os alagamentos foram ocasionados pelos eventos extremos de precipitação registrados, respectivamente, como 80mm, 85,6mm, 52,8mm e 92,5mm.

Os outros eventos não batem com os dados da estação, indicando que a chuva extrema não abrangeu a área que se localiza a estação, e foram ainda mais concentradas na região da avenida.

### Capítulo 3. Metodologia de pesquisa

Para a execução dos objetivos propostos nesse trabalho, foram definidas as seguintes etapas apresentadas no fluxograma (Figura 3).



**Figura 3:** Fluxograma resumido das etapas metodológicas.  
Elaborado pela autora, julho/2016.

Para analisar os fatores que potencializam e desencadeiam os eventos de alagamentos, foram considerados os condicionantes geomorfológicos da área de estudo, os condicionantes antrópicos relacionados ao uso e ocupação da terra e às alterações impostas pela urbanização, os condicionantes climáticos e o sistema de drenagem da cidade da Santa Maria, bem como suas limitações.

#### **3.1 Levantamento de dados bibliográficos e estudos localizados da RA XIII – Santa Maria**

A primeira etapa desta pesquisa consiste no levantamento de uma bibliografia base que auxiliou na preparação das ideias apresentadas. Em razão dos poucos trabalhos na área, optou-se por estudos com a problemática mais similar possível.

Nesta fase, também foram selecionados estudos de gestão regionais e que abrangessem a área escolhida.

Em seguida, foram reunidas reportagens de jornais locais – “Globo Brasília – G1”, “Radar Santa Maria”, “Correio Braziliense”, “Jornal de Brasília” e “R7 Brasília” – que serviram como instrumentos de auxílio para determinar as datas que ocorreram eventos de chuva extrema. Como a região carece de um órgão gestor que registre e mapeie as inundações e alagamentos da cidade, a pesquisa em jornais foi essencial para o desenvolvimento do trabalho.

Nesta etapa, ainda, foram realizadas idas ao campo para definição dos pontos de risco de alagamentos ao longo da avenida Alagado, sendo possível também o registro de fotografias utilizadas como instrumentos de auxílio.

### **3.2 Coleta de dados pluviométricos e organização do banco de dados**

Os dados pluviométricos utilizados nesta pesquisa foram coletados no portal BDMET (Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa) do INMET. Foram selecionados dados diários de precipitação da estação meteorológica RONCADOR, localizada na Fazenda Água Limpa (FAL), dentro do período 2010 a 2014. Os dados foram transferidos para o Excel e tratados de maneira que gerassem gráficos de precipitação diária por ano, que evidenciam os principais picos de chuva, e tabelas com os dias de maiores precipitações.

As imagens foram obtidas no Google Earth (junho/2016) e tratadas em ambiente de sistema de informação geográfica – SIG, junto a informações de dados geográficos encontradas em domínio público.

### **3.3 Tratamento de dados em SIG e produção de mapas**

A última etapa desde trabalho consiste no tratamento dos dados georreferenciados e organização dos mesmos para a produção dos seguintes mapas; *Localização da área de estudo*, *Uso do solo*, *Elevação de terreno* e *Mapa de risco*.

Para a análise do uso do solo de toda área ao redor da avenida Alagado, foi realizado uma classificação supervisionada no programa ArcGis10.4, que constitui

na definição das classes de uso na imagem de satélite. As imagens retiradas do Google Earth apresentam boa resolução e os elementos de uso são visualmente destacados em razão das diferenças de cores dos mesmos. Com isso, foram definidas e diferenciadas por cor, oito classes de uso: *Areal*, *Cerrado Sensu Stricto*, *Mata de Galeria*, *ETE (Estação de tratamento de esgoto)*, *Solo Exposto*, *Área rural*, *Área urbana* e *Área úmida*.

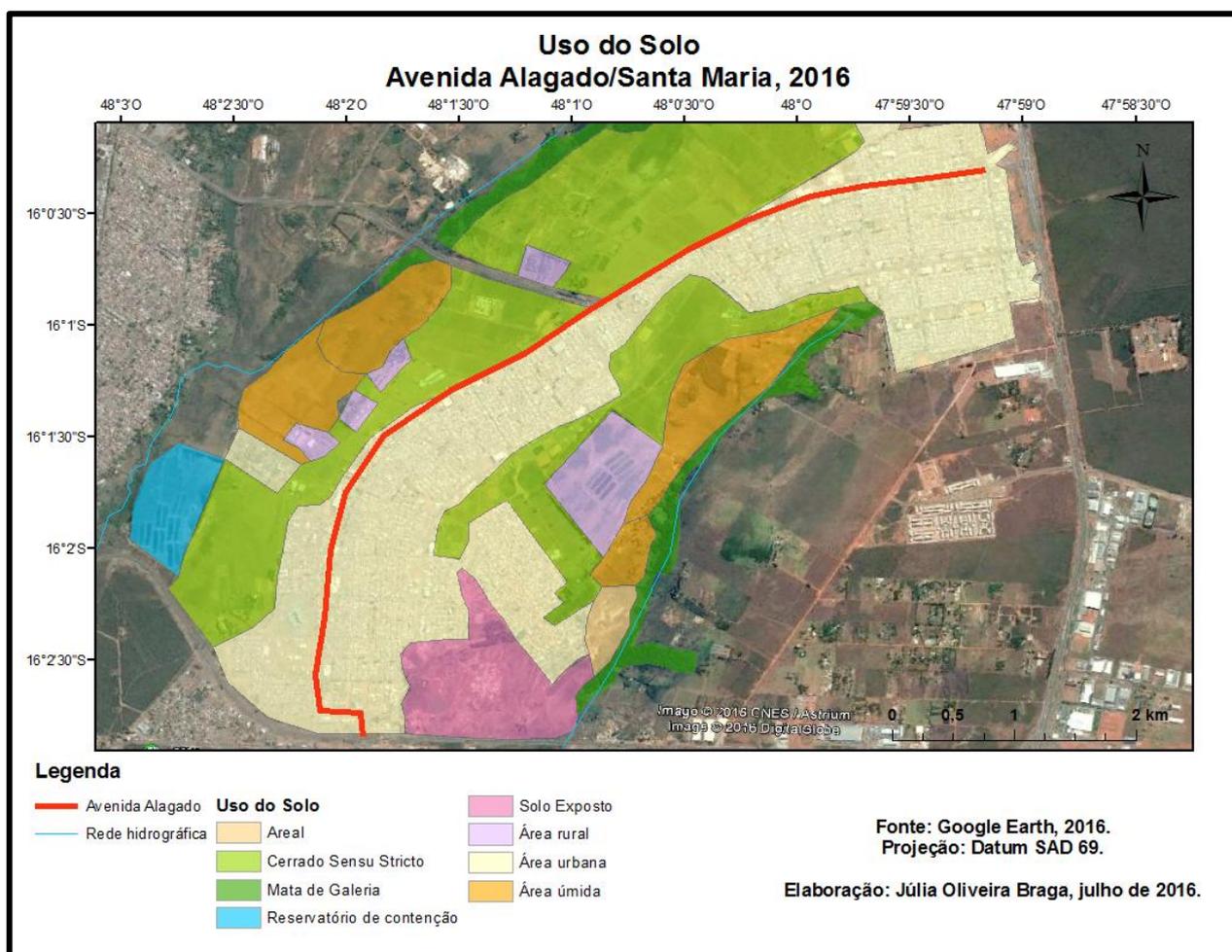
Para a realização do Mapa de elevação de terreno (MDT), foram obtidas dados de altimetria, na escala de 1:500 (metros), da Terracap (2013). Os dados foram tratados no programa ArcGis10.4, a partir da ferramenta “Criar TIN”. A ferramenta “Triangular Irregular Network”, mais conhecida como TIN, é uma estrutura de grade triangular do tipo vetorial, que possibilita a representação de uma superfície através de um conjunto de faces triangulares interligadas. Cada um dos três vértices da face triangular armazena informações sobre a localização (x, y) e sobre os valores de altitude/elevação correspondente ao eixo z. (SILVA et al 2009, p. 33, epud COELHO, 2007) O MDT auxiliará na análise geomorfológica da área de enfoque deste trabalho.

Os dados e resultados foram analisados e discutidos, levando as considerações finais da pesquisa.

## Capítulo 4. Resultados e discussões

### 4.1 Uso do solo e expansão da área urbana de Santa Maria

Para a análise do uso do solo na área de estudo desse trabalho, levou-se em conta a localização da avenida Alagado em relação às duas redes hídricas da região. A sudeste, o Ribeirão Santa Maria e noroeste, o Rio Alagado. A classificação do uso do solo foi realizada na área que se encontra entre as microbacias Santa Maria e Alagado, e como pode se observar na Figura 4, a avenida é localizada exatamente no divisor de águas entre as duas bacias.



**Figura 4:** Mapa de uso do solo da área da avenida Alagado. Google Earth, 2016.  
Elaborado pela autora, julho de 2016.

A *área urbana* da Santa Maria, que se desenvolve, principalmente, ao longo das rotas viárias, é destaque no mapa de uso por estar entorno de toda avenida Alagado. O crescimento urbano normalmente se dá entorno das principais rotas viárias de uma determinada região, e em Santa Maria não é diferente. Os processos de urbanização provocam a impermeabilização do solo, decorrente principalmente da compactação do material superficial para construção dos arruamentos e das moradias. As *áreas rurais*, em contrapartida, se encontram isoladas em pontos de cerrado e próximas às áreas úmidas e matas de galeria. Essas áreas são destinadas para o desenvolvimento de atividades agrícolas e do campo.

A classe correspondente ao *Cerrado Sensu Stricto*, também presente em quantidade ao redor da avenida Alagado, tem sua paisagem composta por um estrato herbáceo dominado principalmente por gramíneas, e um estrato de árvores e arbustos tortuosos, com ramificações irregulares e retorcidas. (ASSUNÇÃO et al, 2004, p.903, apud Eiten, 1994)

A *mata de galeria*, por sua vez, é a vegetação florestal que acompanha os rios de pequeno porte e córregos dos planaltos, formando corredores fechados (galerias) sobre o curso de água. Geralmente localiza-se nos fundos dos vales ou nas cabeceiras de drenagem onde os cursos de água ainda não escavaram um canal definitivo.<sup>5</sup>

Definem-se *áreas úmidas* como aquelas são episodicamente ou periodicamente inundadas pelo transbordamento lateral de rios ou lagos e/ou pela precipitação direta ou pelo afloramento do lençol freático. (PIEDADE et al, 2012, p. 10, apud Junk et al. 1989)

Na análise da região, também foram identificados e classificados um ponto de *areal*, que são locais onde ocorrem extração de areia; e uma área relativamente grande de *solo exposto*, na divisa da RA-XIII com o Goiás (Figura 5). As ocorrências de inundações e alagamento nesse ponto específico (ponto 5 no mapa de risco) destaca a área como suscetível a ocorrência desse impactos em casos extremos de chuva, em razão da erosão do solo. A área está classificada como erodida no

---

<sup>5</sup> Informações retiradas do Portal da Agência de Informação da Embrapa ([http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01\\_61\\_911200585234.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_61_911200585234.html)).

PDDU-2008 (Plano Diretor de Drenagem Urbana) como erosão leve, que não apresenta riscos. No entanto, em visita ao local, pode-se afirmar que a área se encontra com notáveis pontos de degradação do solo, que levam a ocorrências frequentes de alagamentos na estação chuvosa.



**Figura 5:** Área de solo exposto no ponto 5, final da avenida Alagado. Pode se observar na imagem o solo exposto e com princípio de erosão. A área tem frequentes alagamentos na estação chuvosa. DF-290, divisa com Goiás. Fotos retiradas pela autora em trabalho de campo no dia 26/02/2016.

#### **4.2 Análise de dados pluviométricos e picos de chuva**

Os alagamentos e inundações urbanas são provocados, em sua maioria, pela ocorrência de uma extrema quantidade de precipitação local, em pouco tempo, juntamente à ineficiência das logísticas de infra-estrutura dos sistemas das galerias de águas pluviais, assim como das áreas impermeabilizadas.

Com isso, torna-se essencial a análise dos dados de precipitação diária, obtidos no bando de dados do INMET. Os gráficos a seguir mostram os picos de chuva dentro de cada ano observado. Nos gráficos de precipitação diária, é evidente a ocorrência das maiores pluviometrias de outubro a abril.

A tabela 2 apresenta os principais eventos de precipitação registrados na estação metereológica RONCADOR-DF, no período de cinco anos. Essa seleção facilita a análise e comparação aos eventos de alagamentos e inundações registrados pela mídia local do DF.

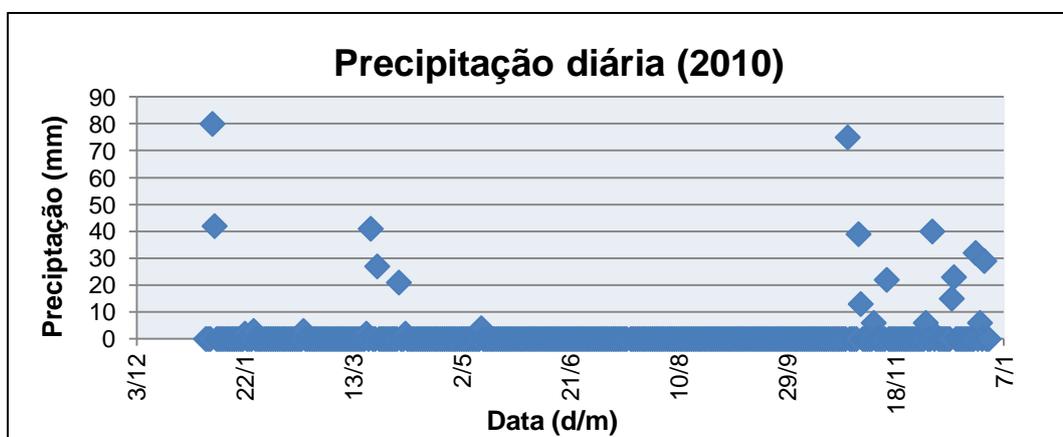
**Tabela 2. Principais eventos de chuvas extremas (< 55mm) registradas nos anos 2010-2014 na estação RONCADOR-DF.**

Data (d/m/a)	Precipitação diária (mm)
07/01/2010	80
22/11/2010	65,1
18/03/2011	85,2
27/11/2012	66,4
13/02/2012	63,2
26/03/2013	67,6
24/01/2013	85,6
24/12/2014	92,5

Fonte: BDMET, 2010-2014.

No ano de 2010, na data de 07 de janeiro, registrou-se 80mm na estação metereológica RONCADOR, ao mesmo que diversos jornais locais reportaram alagamentos e inundações por todo DF. A cidade de Santa Maria esteve presente em reportagens do jornal “Correio Braziliense”, como uma das regiões que ocorreram alagamentos nesta data. No gráfico de precipitação diária do ano 2010 (Gráfico 1), o registro na estação mostra o evento citado como a maior precipitação de todo ano.

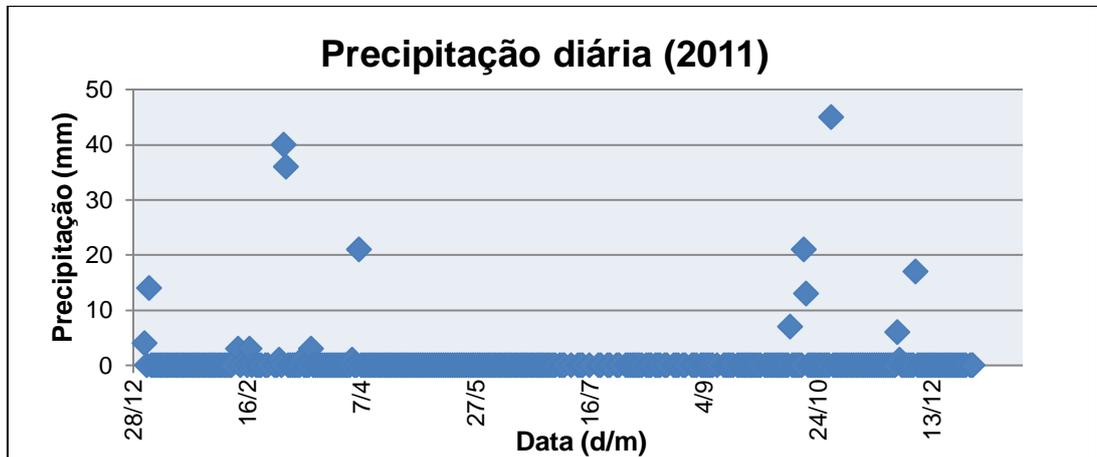
**Gráfico 1. Precipitação diária do ano de 2010**



Fonte: INMET, 2010.

No ano de 2011, a estação registrou um evento extremo de precipitação no dia 18 de março, juntamente a um evento de alagamento na avenida Alagado. No gráfico 2, observa-se que é o maior registro anual nesta data.

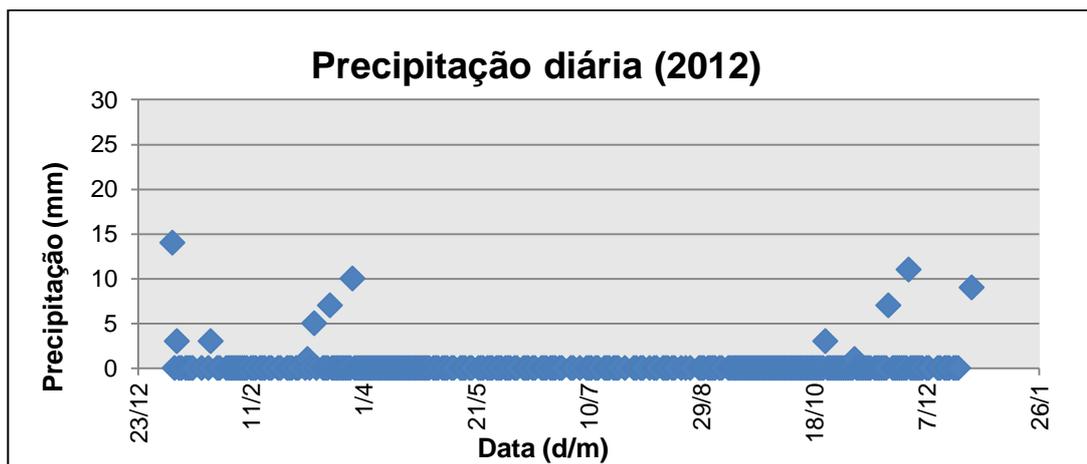
Gráfico 2. Precipitação diária do ano de 2011



Fonte: INMET, 2011.

Em 2012 não houveram registros de alagamentos reportados pela mídia, no entanto, no gráfico 3 que mostra as precipitações anuais, dois dias se destacam, dia 18 de março e dia 27 de novembro.

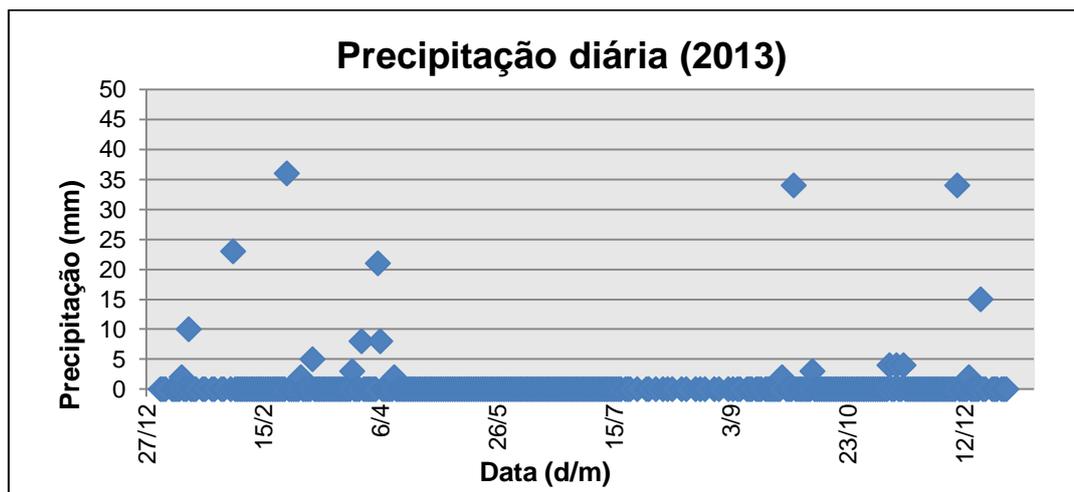
Gráfico 3. Precipitação diária do ano de 2012



Fonte: INMET, 2012.

De acordo com o jornal local da Santa Maria “Radar Santa Maria”, no dia 24 de janeiro de 2013, a avenida Alagado estava inundada em diversos pontos. A estação metereológica registrou uma precipitação de 85,6mm (Tabela 2). Neste ano, como está mostrado no gráfico 4 de precipitação diária, o evento e citado foi o de maior precipitação do ano na região.

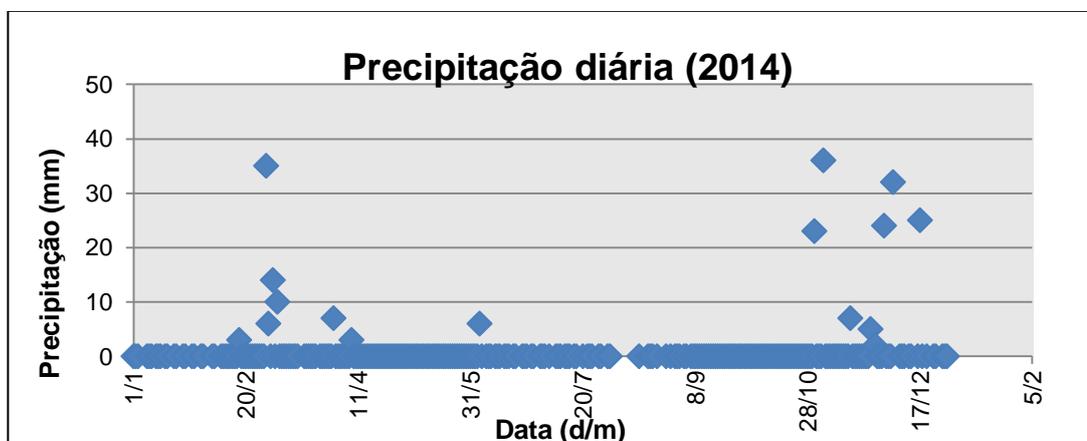
**Gráfico 4. Precipitação diária de 2013**



Fonte: INMET, 2013.

O ano de 2014 é o ano de maior registro pela média local da ocorrência de alagamento na avenida, com cinco registros (Tabela 1). Na data de 24 de dezembro a estação metereológica registrou a precipitação de 92,5mm, também a maior daquele ano, como pode ser analisado no gráfico de 2014 (Gráfico 5).

**Gráfico 5. Precipitação diária do ano de 2014.**



Fonte: INMET, 2014.

Diversas reportagens locais anunciaram o episódio e moradores de Santa Maria relataram em redes sociais que os alagamentos duraram por todo dia, pois a chuva foi extrema em horários diferentes. A figura 6 mostra o ponto 3 do mapa de risco (Figura 8), um ponto da via (quadra 108 sul) que é beirada por uma grande área de Cerrado sensu stricto.

No entanto, a população utiliza a área verde para despejar entulho e lixo. A presença de lixo no local propicia à ocorrência de alagamentos, pois os resíduos sólidos podem ser levados pela água para a rede de drenagem, entupindo as bocas-de-lobo e acarretando em outros alagamentos. A presença do lixo também ocasiona outros problemas à população e ao meio ambiente local, como a proliferação de doenças pela água contaminada e o escoamento dessas águas pluviais para os córregos Santa Maria e Alagado.



**Figura 6:** Alagamento na avenida Alagado - 24/12/2014

Deve-se ressaltar que existem diversas variáveis que determinam o motivo dos alagamentos. Os eventos são, em sua maioria, ocasionados pela precipitação, no entanto a duração da chuva, o sistema de drenagem local e a impermeabilização do solo são fundamentais para analisar cada evento especificamente.

### 4.3 Análise do relevo e pontos de risco de alagamentos

O relevo local tem relação essencial para a análise do estudo de caso deste trabalho. A partir dele, podemos examinar a altimetria de toda extensão da avenida Alagado e definir, junto às informações coletas em campo, alguns pontos de risco de alagamentos.

A avenida Alagado está localizada no ponto mais elevado entre as duas bacias, Alagado e Santa Maria. Ela inicia aos 1220,5m (P1) e permanece na mesma altimetria até o ponto 3, onde a elevação passa a ser de 1193m. Depois do ponto 3, o relevo varia até o final da avenida, em 1121m (P5). A área não apresenta uma grande variação de elevação e é predominantemente plana com leves ondulações. Os dois últimos pontos de risco têm uma maior variação de altimetria e o terreno ao final da Alagado se torna um pouco mais acidentado.

Para a definição dos pontos de risco de alagamentos, foram analisados, junto ao mapa de elevação da área, os locais com maior frequência de eventos. O primeiro ponto (P1) é o mais evidente pois se encontra na entrada da cidade e o cruzamento de veículos fica completamente alagado gerando engarrafamentos e acidentes. A região apresenta um pequeno espaço verde na área entre as duas mãos da avenida, porém todo entorno é tomado por estacionamentos e áreas de solo exposto e degradado.

**Tabela 3: Localização dos pontos de risco.**

Pontos	Localização
P1	Balão de entrada e acesso à av. Alagado
P2	Frente ao Shopping Santa Maria
P3	Quadra 108 sul, frente a área de Cerrado
P4	Frente a Hospital de Santa Maria
P5	Divisa com Goiás, DF-290, final da av. Alagado

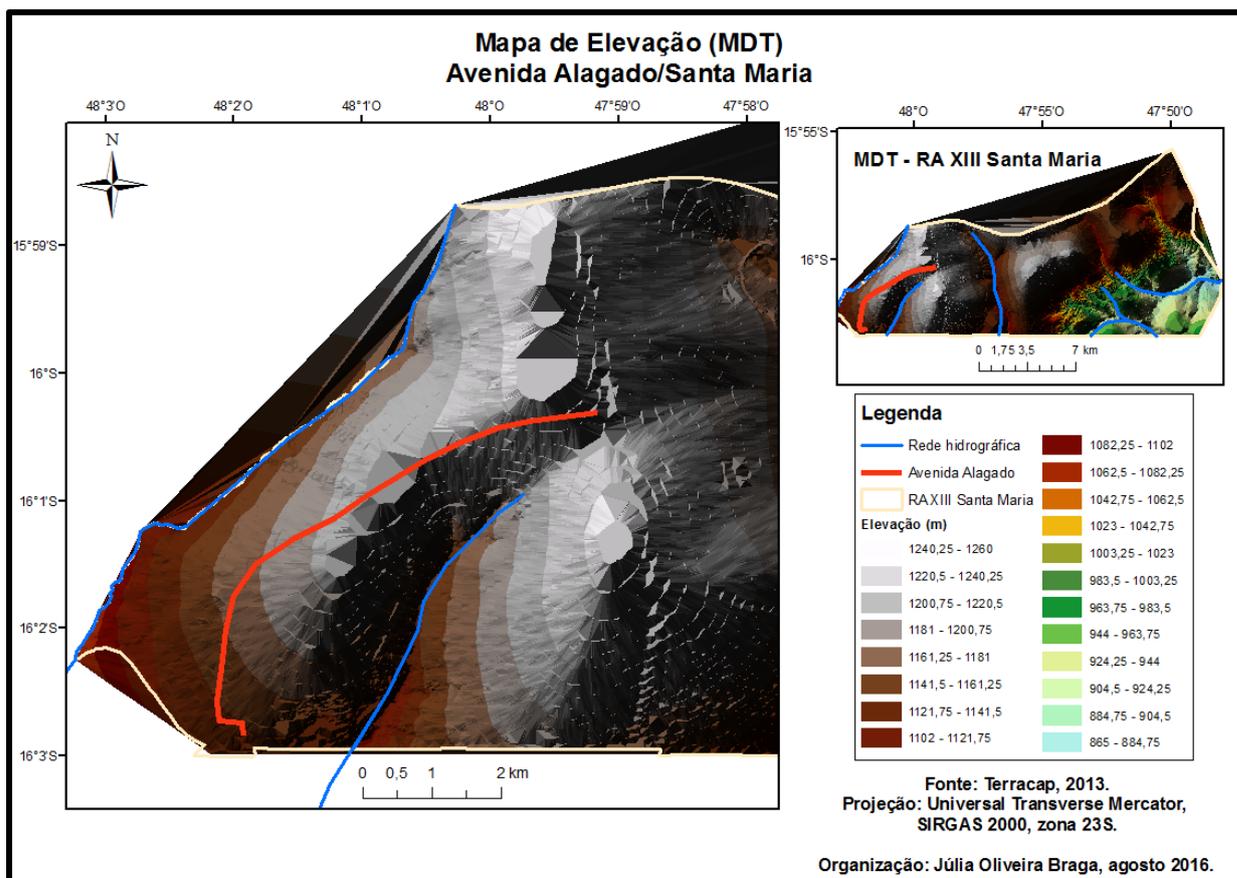


**Figura 7:** Recorte de imagem de pontos dos recorrentes alagamentos da avenida Alagado. Google Earth, 2016.

O segundo ponto (P2) está localizado na região mais movimentada da cidade. Com a criação do Shopping de Santa Maria, a área tem uma grande concentração de comércio. As únicas “ilhas verdes” estão presentes entre as mãos da avenida, mas ainda são insuficientes para drenar a água da chuva no caso de um evento extremo.

O ponto 3 (P3), como já citado, está localizada em um espaço em que a Alagado encontra uma área de Cerrado sensu stricto. O local, apesar de ser próximo ao cerrado, apresenta um relevo mais declinado. Neste ponto são encontrados áreas com muito entulho e lixo despejados pelos moradores.

O ponto em frente ao Hospital de Santa Maria (P4) tem a pista levemente ondulada e muito impermeabilizada. Os canteiros centrais se encontram-se sem vegetação e com os solos expostos e degradados.



**Figura 8:** Mapa de elevação de terreno da RA XIII Santa Maria/Avenida Alagado  
**Fonte:** Terracap, 2013.

O quinto e último ponto (P5) está localizado na divisa entre Santa Maria e Novo Gama-GO e está classificada pelo PDDU-2009 como área de solo exposto e degradado (Figura 5).

#### 4.4 Sistema de drenagem pluvial de Santa Maria-DF

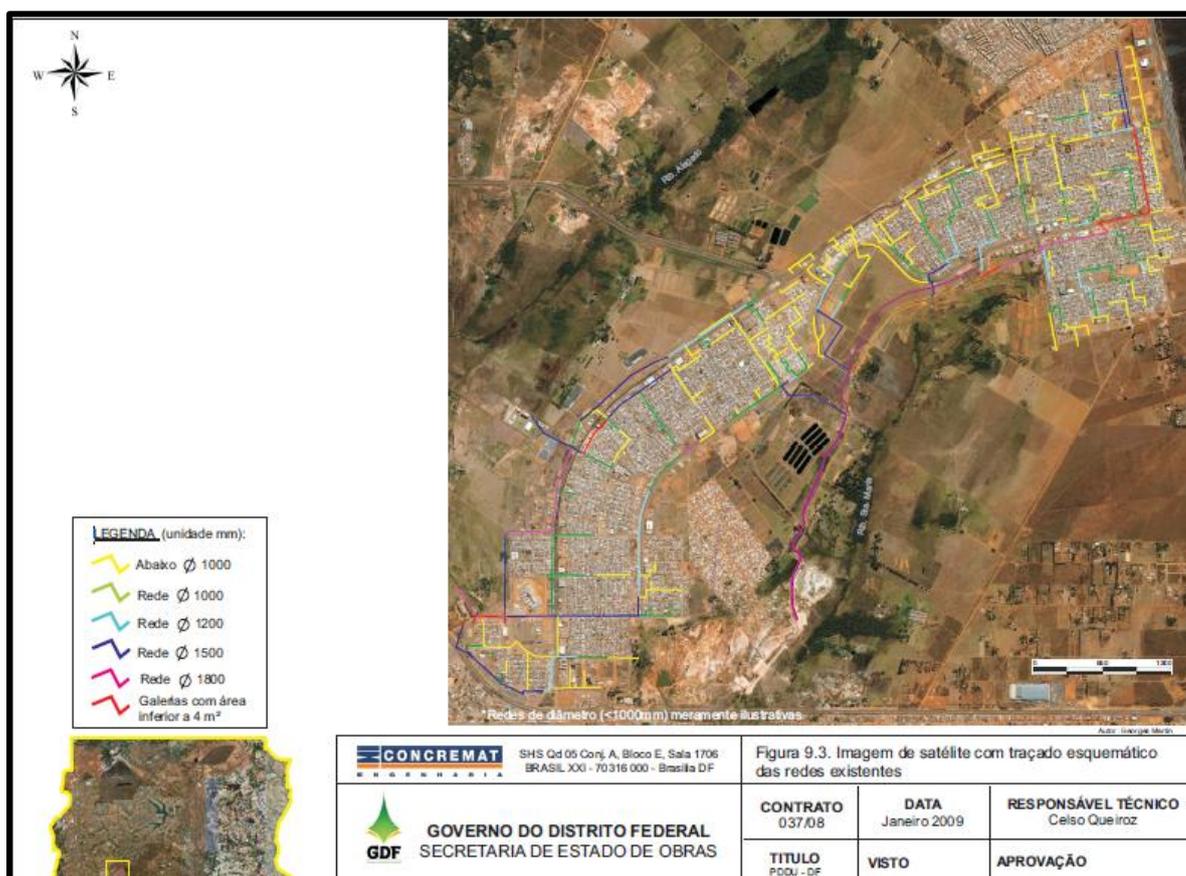
Os sistemas de drenagem urbana existentes no Distrito Federal foram implantados ao longo do tempo utilizando bases conceituais de um sistema tradicional, que proporcionam o escoamento das águas pluviais captadas na área urbana sem levar em consideração os devidos cuidados com as áreas a jusante.

As características do sistema de drenagem do DF constituem-se basicamente pela conjugação das ruas, bocas-de-lobo, poços de visitas, redes tubulares e galerias celulares, e estruturas de lançamento final.

Como as ruas no DF, normalmente, possuem inclinação transversal para apenas um dos lados, a condução das águas ocorre junto ao meio-fio, no lado para

o qual se dá o caimento transversal e a captação das águas pluviais. A captação é feita junto ao meio-fio, através de abertura na guia e/ou grelha com rebaixo de 5 cm para melhor direcionar as águas para o interior da boca-de-lobo. Em alguns locais, tal como a Ceilândia, as bocas-de-lobo são instaladas lateralmente no meio-fio.<sup>6</sup>

A região administrativa de Santa Maria possui com uma rede de drenagem pluvial implementada em toda área urbana. (Figura 9) Analisando os pontos de risco com a rede de drenagem, grande parte da avenida Alagado é sustentada por uma rede abaixo de 1000mm (Ponto 2 e 3). O primeiro ponto de risco de alagamento, no início da avenida, utiliza a rede 1200mm. A mesma região também possui uma rede com área inferior a 4m<sup>2</sup>. O quarto ponto de risco dispõe de uma rede de 1500mm e o último ponto de uma rede de 1200~1500mm.



**Figura 9:** Mapa de rede de drenagem urbana de Santa Maria.  
**Fonte:** PDDU-DF, 2008.

<sup>6</sup> Informações retiradas do Plano Diretor de Drenagem Urbana do Distrito Federal, 2008.

## “CONSIDERAÇÕES FINAIS

Naturalmente, o solo possui uma grande capacidade de absorção de águas pluviais, no entanto, no solo urbanizado, as chuvas encontram dificuldade devido às grandes áreas impermeabilizadas. De acordo com Oliveira (2006, p. 8) o processo de urbanização compreende também os arruamentos, que interferem e alteram as dinâmicas naturais.

Analisando por fim os alagamentos da avenida Alagado, é possível notar nos principais pontos o desnível entre as ruas e avenidas em relação aos loteamentos. Isso promove a concentração do fluxo do escoamento superficial, a que torna as ruas verdadeiros rios em dias de eventos de chuva extrema.

A saturação dos sistemas convencionais de drenagem da Santa Maria também ficou evidente a partir dos problemas enfrentados. Apesar de o sistema ser implantado, é ineficiente diante do nível de impermeabilização do solo e da expansão urbana. O sistema não suporta os eventos extremos de chuva e é por este motivo que o problema, mesmo com o passar dos anos, não apresenta melhora.



**Figura 10:** Bocas-de-lobo em diferentes pontos da av. Alagado.  
Foto retirada em trabalho de campo feito no dia 26/02/2016.

Alguns autores citam algumas medidas adaptativas aos alagamentos. Piscinões (reservatórios de retenção, bacias de estocagem), trincheiras de infiltração e pavimento poroso são exemplos cabíveis ao caso da RA XIII Santa Maria. Além dos métodos convencionais ou estruturais, existe ainda, a perspectiva das tecnologias alternativas, representadas em especial, pelas áreas verdes e pela

arborização de vias (áreas permeáveis). (SCHRER et al, p. 44, 2012) O curso da avenida Alagado contém áreas verdes, que ajudam o escoamento da água, mas também se tornam insuficientes diante de chuvas intensas.

As tecnologias alternativas ainda, podem ser facilmente aplicadas para casos que exijam imediatismo. As biorretenções, banhados, valos, trincheiras de infiltração, bacias de infiltração, paisagismo com a água da chuva, telhados verdes, pavimentos permeáveis e ruas verdes, entre outros, podem tranquilamente serem implementados com facilidade e baixo custo a vários projetos urbanos.



**Figura 11:** Entulho e lixo em área de Cerrado beirando a av. Alagado.  
Foto retirada em trabalho de campo feito no dia 26/02/2016.

No caso específico da avenida Alagado, pode se concluir que os agentes de produção, públicos ou privados, devem levar em consideração a dinâmica dos elementos naturais. Somente assim, poderá pensar em evitar os alagamentos, bem como a geração mais precisa de áreas de risco ou de vulnerabilidade.

A população local precisa, primeiramente, ter ciência do agravamento e das causas desses alagamentos e inundações. Projetos educacionais e informativos, em escolas e pontos públicos da região podem ser realizados para levar os fatos à comunidade.

Neste sentido, é relevante salientar-se que, além das relações diretas entre os compartimentos de relevo, a estrutura geomorfológica e as condições climáticas, outra variável importante é a ação que a sociedade realiza sobre o ambiente físico. O meio ambiente é palco de relações econômicas, políticas e sociais indispensáveis para os estudos geográficos.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALENCAR, D. B. S.; SILVA, C. L.; OLIVEIRA, C. A. S. **Influência da precipitação no escoamento superficial de uma microbacia hidrográfica no Distrito Federal.** v.26, n.1, p103-112, Brasília: Universidade de Brasília, jan./abr. 2006.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Uso múltiplos – Prevenção de inundações.** Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/GestaoRecHidricos/UsosMultiplos/inundacoes.asp/>> Acesso em: 22 de out de 2013.

CARVALHO, A. C. A. **Análise do processo de uso e ocupação do espaço urbano: a segregação socioespacial e a vulnerabilidade socioambiental no setor Habitacional Ribeirão/ Porto Rico. Distrito Federal, Brasília.** Setembro de 2012. 89 p. IH/GEA/UnB, Licenciatura e Bacharelado, 2012.

CASTRO, A. L. C.; CALHEIROS, L. B.; CUNHA, M. I. R., BRINGEL M. L. N. C. **Manual de desastres.** v. 1. Brasil: Imprensa Nacional. 1996.

COBRADE, **Codificação e classificação Brasileira de Desastres.** 2012. Disponível em: <[http://www.mi.gov.br/c/document\\_library/get\\_file?uuid=f9cdf8bf-e31e-4902-984e-a859f54dae43&groupId=10157](http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=f9cdf8bf-e31e-4902-984e-a859f54dae43&groupId=10157)> Acesso em: 23 de out de 2014.

CRISTO, S.S.V. **Análise de susceptibilidade a riscos naturais relacionados à enchentes e deslizamentos do setor leste da Bacia Hidrográfica do Rio Itacorubi, Florianópolis, Santa Catarina.** Florianópolis, 2002. 211 p. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Geociências do Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina.

CUNHA, L. K. **Sistemas avançados de previsão hidrológica e operação hidráulica em tempo real.** 2004. 259f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) – Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

GRILO, R. C. **A precipitação pluvial e o escoamento superficial na cidade de Rio Claro/SP.** 1992. 103 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1992.

NASCIMENTO, N.O.; BATISTA, M.B. e DE SOUZA, V.C.B. (1997) **Sistema Hidrourb para o pré-dimensionamento de soluções compensatórias em drenagem urbana**. Anais do XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, CD-Rom, art. 330, Vitória, ES.

OLIVEIRA, G. G. **Os alagamentos em uma sub-bacia do Arroio da Areia, em Porto Alegre/RS, com ênfase na geomorfologia e drenagem urbana**. 2016, 10 p. VI Simpósio Nacional de Geomorfologia, Goiânia, setembro 2016.

OLIVEIRA, R. C. de. **Medidas não estruturais na prevenção e controle de enchentes em áreas urbanas, como subsídios para o planejamento de uso e ocupação do solo**: estudo de caso: bacia do córrego do Gregório – São Carlos (SP). Dissertação (mestrado) EESC-USP, São Carlos, 1998.

PDDU-DF. Plano Diretor de Drenagem Urbana do Distrito Federal. **Relatório de Produto 2 – Caracterização da Rede de Macrodrenagem; do Problema da Erosão Urbana e do Risco Geológico e do Problema de Carreamento de Lixo para os Cursos D'água**. Distrito Federal, Secretaria de Estado de Obras, 2008.

PEREZ, L. P. **Índice de vulnerabilidade urbana a alagamentos e deslizamentos de terra, em função de eventos extremos de clima, na Região Metropolitana de São Paulo: uma proposta de método**. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo: Departamento de Geografia. 115p. São Paulo – SP, 2013.

PIEIDADE, M. T. F.; JUNK, W. J.; SOUZA JR, P. T. de; CUNHA, C. N. da; SHÖNGART & WITTMAN, J. F.; CANDOTTI, E.; GIRARD, P. **As áreas úmidas no âmbito do Código Florestal brasileiro**. p. 9-17. Comitê Brasil em Defesa das Florestas e do Desenvolvimento Sustentável, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Amazonas, 2012.

PISANI, M. A. J. **As enchentes em áreas urbanas**. Ed. 03. pg 42-45. SINERGIA. São Paulo, 2001.

POMPÊO, C. A. **Drenagem Urbana Sustentável**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos / Associação Brasileira de Recursos Hídricos, volume 5, no. 1, pag. 15-23, Porto Alegre, RS, 2000.

SILVA, E. C. S. **Avaliação dos resíduos sólidos produzidos em áreas urbanas: impactos sobre as redes de águas pluviais.** 2013. 134f. Tese (Doutorado em Geotecnia) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília.

SILVA, T. I.; RODRIGUES, S. C. **Tutorial de cartografia geomorfológica.** 63p. Laboratório de Geomorfologia e Erosão dos Solos. Programa Institucional de Bolsas do Ensino de Graduação – PIBEG. Universidade Federal de Uberlândia: Instituto de Geografia. Uberlândia, 2009.

SILVEIRA, D. P. F. **Gestão territorial do Distrito Federal: trajetórias e tendências.** In: PAVIANI, A. (Org.) Brasília – gestão urbana: conflitos e cidadania. Brasília: Editora Universidade de Brasília, p145-166, 1999.

SILVEIRA, G. L.; SILVA, C. E.; IRION, C. A. O.; CRUZ, J. C. & RETZ, E. F. **Balanco de cargas poluidoras pelo movimento quali-quantitativo dos recursos hídricos em pequena bacia hidrográfica.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos (RBRH) v. 8, n. 1, p5-11, 2003.

SCHRER, R. B.; SANTOS, R. C. dos. **Inundações em centros urbanos: impactos ambientais gerados pelo crescimento populacional.** Revista Brasileira de Gestão Ambiental GVAA – Grupo Verde de Agroecologia e Abelhas – Pombal – PB. v.6, n.1, p. 42 - 45 janeiro/dezembro de 2012.

TEODORO, P. H. M.; NUNES, J. O. R. **Os alagamentos em Presidente Prudente-SP: um trabalho interdisciplinar embasado no mapeamento geológico.** Revista Formação, n.17, volume 2 – p. 81-102. São Paulo, 2007.

TUCCI, C. E. M. **Inundações urbanas: impactos da urbanização.** Porto Alegre: Ed. ABRH/RHAMA, p87-124, 2007.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação.** 2º ed. Porto Alegre: ABRH. Editora da UFRGS, 1993-1997.