

# IDENTIFICAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE DISPOSITIVOS DE COMBATE DE ALAGAMENTOS ATRAVÉS DE MAPEAMENTOS

*Data de aceite: 01/08/2023*

### **Luis Henrique Fusel**

Graduando em Engenharia Civil,  
Universidade São Francisco - USF,  
Bragança Paulista, Brasil.

### **Rafael Augusto Valentim da Cruz Magdalena**

Professor Mestre do curso de Engenharia  
Civil da Universidade São Francisco -  
USF, Bragança Paulista, Brasil.

### **Luciane de Souza Oliveira Valentim**

Professora Mestre da Instituição  
Adventista de Ensino, Bragança Paulista,  
Brasil.

### **Pedro Galvão de França Novaes**

Professor da Rede estadual de São Paulo,  
Bragança Paulista, Brasil.

vazão de rios, entre outros. O objetivo deste trabalho é identificar as áreas que receberam dispositivos de combate de alagamento e mapear quais foram os mais eficientes com o passar do tempo. O trabalho será dividido através da seleção de áreas que receberem dispositivos, em seguida será feita uma breve verificação da eficiência destes no combate a alagamentos instalados no decorrer de um recorte de tempo; e por fim será produzido um mapeamento indicando a localização de instalação destes recursos. Dentro deste contexto, será realizado um levantamento bibliográfico da literatura que trata do assunto e da elaboração de mapas , a análise da eficiência dos dispositivos de engenharia civil e da cartografia, que mais impactaram positivamente na resolução deste problema tão recorrente nos períodos chuvosos no município. Os resultados esperados para este trabalho é a produção de uma coletânea de mapas (Atlas) indicando os locais que apresentam os dispositivos de combate de alagamento e a identificação dos tipos e sua respectiva eficiência na resolução deste problema.

**PALAVRAS-CHAVE:** Engenharia civil, cartografia, desastres naturais.

**RESUMO:** A capacidade do meio ambiente está comprometida, os recursos naturais estão cada vez mais escassos e a natureza não está mais absorvendo a poluição. A forma como a sociedade tem se organizado e ocupado a superfície do planeta tem ocasionado diversos problemas como a poluição do solo, da água, do ar, a alteração do ciclo hidrológico, do escoamento superficial e subterrâneo, alteração da

**ABSTRACT:** The capacity of the environment is compromised, natural resources are increasingly scarce and nature is no longer absorbing pollution. The way society has organized and occupied the surface of the planet has caused several problems such as soil, water, air pollution, changes in the hydrological cycle, surface and underground runoff, changes in river flow, among others. . The objective of this work is to identify the areas that received devices to combat flooding and map which were the most efficient over time. The work will be divided by selecting the area that will receive devices, then a brief verification of their efficiency in combating flooding will be carried out over a period of time; and finally, a mapping will be produced indicating the installation location of these resources. Within this context, a bibliographical survey of the literature that deals with the subject and the elaboration of maps will be carried out, the analysis of the efficiency of civil engineering devices and cartography, which most positively impacted in the resolution of this problem so recurrent in the rainy periods in the municipality. The expected results for this work are the production of a collection of maps (Atlas) indicating the places that present the flood combat devices and the identification of the types and their respective efficiency in the resolution of this problem.

**KEYWORDS:** Civil engineering, cartography, natural disasters.

## INTRODUÇÃO

A década de 1970 marca sobretudo, de acordo com os dados fornecidos pelo IBGE, a inversão da população rural para a urbana. A mecanização gradual das atividades agrícolas no campo provocou não somente o êxodo rural como também grande pressão sobre o meio ambiente para o qual essa população se deslocou.

A partir deste período da história brasileira, as cidades começaram a receber cada vez mais população. Tal fato, além de provocar a degradação ambiental, evidenciou a falta de planejamento urbano e gestão territorial tão necessárias à preservação ambiental e a oferta de qualidade de vida para os habitantes locais.

Os centros urbanos que pouco a pouco foram se expandindo, devido a ausência de planejamento adequado, não respeitaram os elementos naturais, seus ciclos e o seu funcionamento. Além da vegetação, os rios, os ribeirões, os córregos e os lagos foram os elementos que mais sofreram com as ações antrópicas, exemplo disso, são as canalizações dos rios, os soterramentos de muitos cursos d'água e nascentes, isso provocou uma intensa alteração do fluxo pluvial nas áreas urbanizadas.

O ciclo hidrológico e a rede de drenagem, os elementos mais alterados e os maiores responsáveis pelos problemas urbanos, foram os elementos mais ignorados e os mais afetados por tais mudanças. Essas mudanças deram mais importância à mobilidade urbana, à arrecadação de impostos, ao asfalto e ao concreto.

O meio ambiente foi colocado em segundo plano e sua dinâmica natural não foi levada em consideração. Dos problemas decorrentes dessas ações, as que mais afetam a população urbana, principalmente durante o verão, são os deslizamentos de terra nas encostas, as inundações, os alagamentos e as enchentes sendo estes dois últimos o foco

deste trabalho.

## DIFERENÇAS ENTRE ALAGAMENTO, ENCHENTE E INUNDAÇÃO

É muito comum os termos alagamento, enchente e inundação serem utilizados pela população ou pela mídia como sinônimos, mas não são. Onde, como e principalmente o porque ocorrem distinguem os seus reais significados (figura 1).



Figura 1: Perfil esquemático de enchente, inundação e alagamento.

Fonte: Defesa civil de São Bernardo do Campo - SP, 2011.

Segundo Castro (1998, p. 12) alagamento é um fenômeno causado pela água acumulada no leito das ruas e no perímetro urbano devido a fortes precipitações pluviométricas, em sistemas de drenagem deficiente.

Já a enchente, conforme Castro (1998, p. 62) ocorre devido à elevação do nível de água de um rio, acima de sua vazão normal. É o transbordamento da calha de rios, mares, lagos ou açudes. Ocorre devido ao acúmulo de água por drenagem deficiente em áreas não comumente submersas.

Embora, erroneamente, a palavra inundação seja utilizada como sinônimo de enchente, ela se diferencia devido suas características de magnitude e padrão evolutivo. As inundações são classificadas de acordo com Castro (1998, p. 95) como: excepcional (grande magnitude) e normais ou regulares (pequena magnitude) e quanto ao seu padrão evolutivo, as inundações são caracterizadas como: graduais ou bruscas.

As causas que desencadeiam as inundações são: as intensificações do regime de chuvas sazonais, intensas e concentradas, os assoreamentos do leito dos rios, as compactações e impermeabilizações do solo, as erupções vulcânicas em áreas com neve, as invasões de terrenos deprimidos por maremotos, as ondas intensificadas, as precipitações intensas com marés elevadas, rompimento de barragens, drenagens deficientes de áreas a montante de aterros e estrangulamentos de rios provocados por desmoronamento.

A distinção de tais termos, é de fundamental importância para se conhecer as causas e consequências de cada fenômeno. Conhecendo a dinâmica de cada um deles, é

possível elaborar ações e implementar soluções, a fim de evitar os transtornos e prejuízos decorrentes dos desastres naturais recorrentes em nosso país

## **DEFINIÇÕES GERAIS SOBRE DISPOSITIVOS DE COMBATE A ALAGAMENTO**

Uma das características mais marcantes do nosso planeta é a sua natureza cíclica. Com a troca das estações, alteram-se a temperatura, a umidade do ar, a pressão atmosférica, o ciclo hidrológico e os índices pluviométricos. Diante dessas transformações, cabe a sociedade dois caminhos: respeitar a natureza e territorializá-lo conforme os limites que ela nos impõe ou ocupar espaços onde sua dinâmica é mais intensa e adaptar-se a ela, buscando assim meios para amenizar os prejuízos socioeconômicos.

Segundo Hernandez e Szigethy (2020), precipitações de magnitude elevada contribuem para a ocorrência de enchentes – acúmulo de água em zonas não desejadas dentro de uma cidade – que afetam diversas cidades no mundo.

Assim sendo, quando os desastres naturais estão ligados à alagamentos, enchentes e inundações, busca-se criar meios para controlar o montante de escoamento e a sua respectiva velocidade. Essas ações de controle estão divididas em medidas: estruturais (extensivas e intensivas) e não estruturais.

As medidas estruturais extensivas são aquelas que visam modificar os processos de chuva-vazão na bacia hidrográfica ou zona urbanizada, implementando-se ações ao longo da sua extensão, estando focadas na regulamentação do uso da terra, construções à prova de enchentes, seguro de inundação e sistemas de previsão e alerta. Alguns exemplos de dispositivos de combate a alagamento não estruturais são: o uso de software para modelagem do escoamento em redes de drenagem, sistemas de controle a distância de redes de drenagem urbana, sistema de realidade virtual, barreiras portáteis com vedação à prova d'água e bombas hidráulicas ativadas por sensores. São medidas que visam o planejamento do uso do solo e o uso de tecnologias digitais, buscando a resolução de problemas numa escala maior, no caso uma bacia hidrográfica.

Já as medidas estruturais intensivas são as mais utilizadas e são definidas como obras de engenharia implementadas para reduzir o risco de enchentes. Estão divididas e focadas em ações como: aceleração, retardamento ou desvio do escoamento. Alguns exemplos de dispositivos de combate a alagamento estruturais são: diques, canalizações, reservatórios, trincheiras de infiltração, bacias de detenção, bacias de retenção, bacias de infiltração, pavimentos permeáveis, tetos e paredes verdes, jardins flutuantes e restauração de rios urbanos. São medidas que visam a resolução dos problemas de modo pontual.

## **IMPORTÂNCIA DOS MAPEAMENTOS DIGITAIS**

Com o advento das tecnologias digitais, os tão conhecidos e utilizados mapas

adquiriram uma importância ainda maior. Estão cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas para a tomada de decisões, desde as mais simples como escolher uma rota mais apropriada até determinar o melhor local de ocupação urbana com base na correlação de várias variáveis físicas e socioeconômicas.

A respeito da importância dos mapeamentos digitais, Melo (2022) afirma que conhecer as características dos locais, novos lugares, entender aonde ir para conseguir um determinado produto ou serviço, todas essas demandas hoje são respondidas por mapas digitais.

Essas demandas são as mais variadas e dividem-se em três grupos: mobilidade, segurança e tomada de decisão. A mobilidade está relacionada visualização de trajetos, as melhores e piores rotas, pontos de fluxo intenso, pontos de gargalo, condições da via, obras, etc.

Já a demanda voltada a segurança, envolve o conhecimento e o mapeamento dos pontos de vulnerabilidade presentes num determinado território e o seu potencial risco a sociedade. E a terceira e última demanda, tomada de decisão, reuni todas as anteriores e a partir delas, dá ao gestor, seja ele da esfera pública ou privada, informações imprescindíveis para agir em prol de uma situação detectada e de uma necessidade existente.

Os mapas digitais potencializaram o trabalho da sociedade quando se pensa em localização, distância, área e nas características naturais, políticas e econômicas da sociedade. Os mapeamentos digitais contribuem muito quando se necessita manipular uma grande quantidade de informações e agir de modo rápido e preciso.

## **DEFINIÇÕES GERAIS SOBRE MAPAS, CARTAS E PLANTAS**

Devido ao uso cada vez mais frequente dos instrumentos cartográficos pelos diferentes órgãos públicos, empresas, instituições de ensino e prestadoras de serviços, é comum o uso errôneo dos termos mapa, carta, plantas e croquis. De um modo geral, todos esses termos por conveniência, passaram a ser chamados de mapa, mas não são. Existem alguns critérios que permitem a diferenciação desses termos como: a escala de representação e a relação entre o documento cartográfico e o território.

A escala é um item importante do mapa, pois representa a relação de proporção entre a área real e a sua representação. É definida segundo o dicionário cartográfico do IBGE como “relação entre as dimensões dos elementos representados em um mapa, carta, fotografia ou imagem e as correspondentes dimensões no terreno.” Indica o quanto um determinado espaço geográfico foi reduzido para ser representado num determinado material gráfico, ou seja, o mapa. Estão divididos em escala pequena 1:1.000.000 e 1:250.000 para mapas, escala média 1:100.000, 1:50.000 e 1:25.000 para cartas e escala grande 1:10.000 e 1:2.000 para plantas.

Já a relação entre o documento e território diz respeito ao tamanho da área mapeada.

Se o território estudado for contemplado em uma única folha, defini-se este como mapa, mas se o território for coberto por várias folhas, então, cada folha representa uma carta topográfica.

Os mapas apresentam as seguintes características: são representações planas, possuem escala pequena, apresentam áreas delimitadas por acidentes naturais e são destinados a fins educativos, ilustrativos, ao planejamento e a tomada de decisões.

Segundo Arias e Pracuccio (2017), os mapas podem ser definidos como: uma representação do plano, normalmente em escala pequena, dos aspectos geográficos, naturais, culturais e artificiais de uma área tomada na superfície de um corpo celeste, delimitada por elementos físicos ou culturais, destinada aos mais variados usos.

Outro documento cartográfico bastante importante são as cartas, estas são mais detalhadas e complexas e são representadas em escala média. São representações planas que fornecem direções, distâncias e localizações dos pontos e das áreas de forma minuciosa e precisa.

Carta é a representação no plano, em escala média ou grande, dos aspectos artificiais e naturais de uma área tomada da superfície de um corpo celeste, subdividida em folhas delimitadas por linhas convencionais – paralelos e meridianos – com a finalidade de possibilitar a avaliação de pormenores, com grau de precisão compatível com a escala (ARIAS e PRACUCCIO, 2017).

Já as plantas topográficas, são representação mais precisas que os mapas e cartas, pois trabalham com uma escala maior, por exemplo, 1:2.000. Fornecem grande quantidade de detalhes e são utilizadas para representar áreas pequenas, exigidas em projetos específicos como obras de engenharia, para atualização de dados cadastrais, cálculo de IPTU, divisão de loteamento urbano, entre outros. A ABNT (pág.4,1994) define planta topográfica como, representação gráfica de uma parte limitada da superfície terrestre, sobre um plano horizontal local, em escalas maiores que 1:10.000, para fins específicos, na qual não se considera a curvatura da Terra.

## **DESCRIÇÃO DO MUNICÍPIO SELECIONADO**

O município de Bragança Paulista está localizado na porção leste do Estado de São Paulo, próximo à divisa com o Estado de Minas Gerais. Faz divisa com os municípios de Pinhalzinho e Pedra Bela ao norte, Atibaia ao sul, Piracaia e Vargem a leste e Tuiuti, Morungaba, Itatiba e Jarinu a oeste (figura 2) e sua área total é de 512,584 km<sup>2</sup>. O território está inserido em várias áreas de UCs, APA Piracicaba e Juqueri-Mirim e APA Sistema Cantareira, RPPN Fazenda da Serrinha e RPPN Parque dos Pássaros (GAMEIRO, 2008).

O relevo do município é bastante acidentado com altitudes médias de 850 metros, integrando a região denominada planalto cristalino de Jundiaí. Destacam-se as elevações locais: Arraial, Anhumas, Bocaina, Guaripocaba e do Lopo, sendo que esta última atinge

1710 metros de altitude. A região bragantina apresenta características do clima subtropical, com temperatura média anual de 22° C, precipitação média anual de 1600 mm, com maiores índices de chuva no mês de janeiro e menor índice em agosto.

A hidrografia da região é composta pelas bacias dos rios Jaguari e Atibaia, havendo uma enorme quantidade de lagos e lagoas naturais e artificiais. Os principais afluentes urbanos do Rio Jaguari são: Ribeirão Lavapés, Tabuão e Toró.

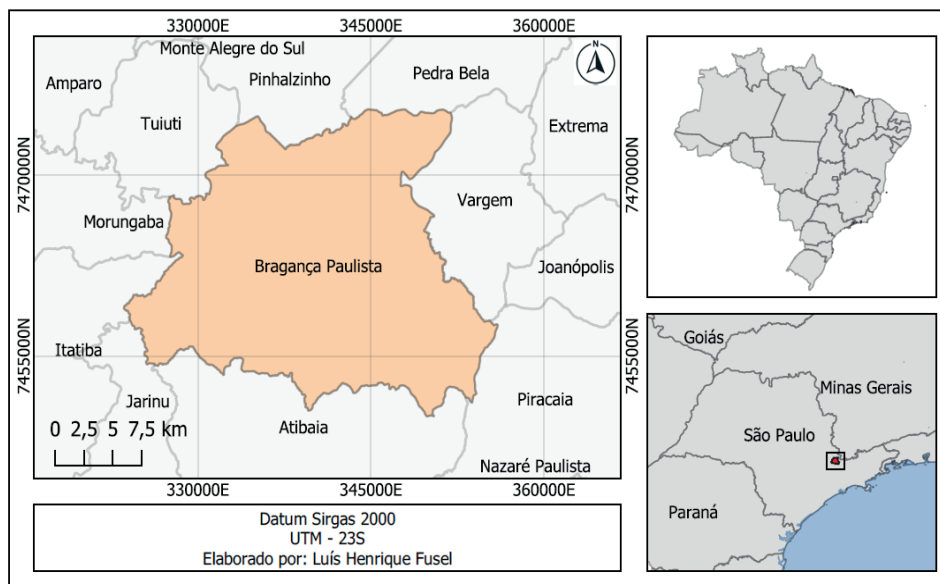


Figura 3: Mapa de localização de Bragança Paulista.

Fonte: Elaborado pelo autor.

## DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Buscando uma visão mais integral da questão em análise e articulando aos pontos onde foram instalados os dispositivos de combate a alagamentos e enchentes, esta pesquisa tem como área de estudo a bacia do ribeirão Lavapés no período de 2018 a 2023. Atualmente é a bacia hidrográfica bragantina que mais tem sofrido com as interferências das ações antrópicas, pois é a que possui maior urbanização e impermeabilização (figura 4).

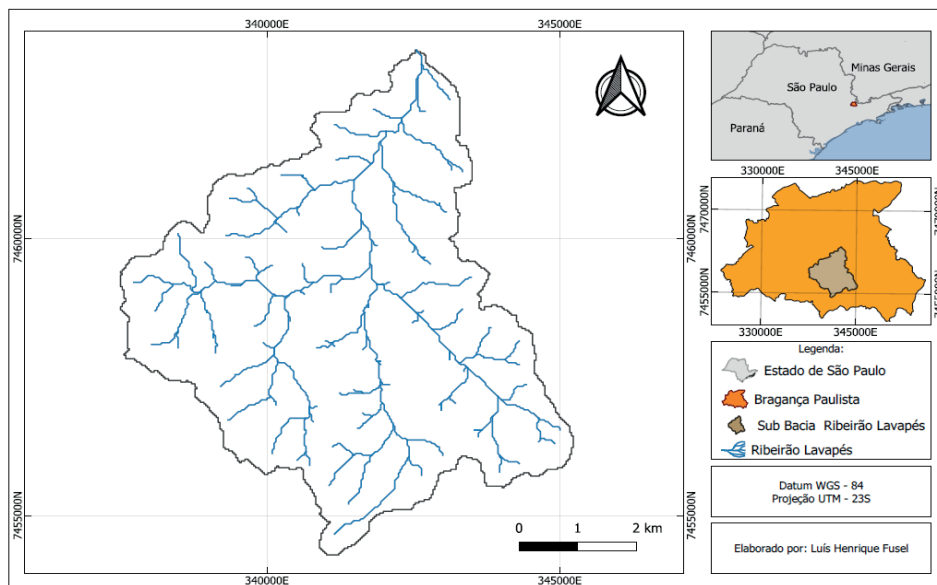


Figura 4: Mapa de localização da sub-bacia do ribeirão Lavapés.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando reportagens da imprensa local e do site oficial da Prefeitura Municipal pode-se constatar que os bairros que tem sofrido com mais frequência com os alagamentos e enchentes são: Jardim Santa Helena (cruzamento da rua Francisco da Silva Leme com a Francisco Luigi Picarelli), Bairro do Taboão (Av. Alpeu Grimelo), Jardim Califórnia (ruas Otávio Conte, Caieiras, Ernesto Ló Sardo, Tiradentes), Vila Malva (rua Malva), Centro (rua Jerônimo Martin Carreteiro, Nicolino Nacaratti, Atibaia, Av. Antônio Pires Pimentel), Bairro do Lavapés (Av. dos Imigrantes e rua Dona Carolina) e Bairro Santa Amélia (Av. Eusébio Savaio). Algumas dessas áreas estão apresentadas abaixo:

Área central do município próxima do ribeirão do Lavapés alagada devido a problemas de drenagem. Na figura, pode-se observar casas alagadas e carros ilhados (fig. 4).





Figura 4: Alagamento no Centro, cruzamento da rua Jerônimo Martin Carretero com a rua Dr. Antônio da Cruz (Jornal em Dia - 28/11/2018).

Comércio central com as portas fechadas e nenhum movimento (fig. 5) sendo afetado financeiramente devido ao alagamento na Praça Chico Major, no bairro do Lavapés, onde foi necessário apoio do Corpo de Bombeiros para o resgate e locomoção de pessoas isoladas.



Figura 5: Alagamento no bairro do Lavapés, rua Dona Carolina (Jornal em Dia - 28/11/2018).

Via de importante circulação bragantina (fig. 6), a Avenida do Imigrantes no trecho do bairro do Lavapés, apresenta constantes alagamentos nos períodos chuvosos, ocasionando diversos problemas a população, pois trata-se de uma avenida arterial que liga a área urbana de norte a sul.



Figura 6: Alagamento no Centro, Av. dos Imigrantes (Jornal em Dia - 28/11/2018).



Figura 7: Alagamento no bairro do Taboão, Av. Alpheu Grimello (Jornal mais Bragança - 21/02/2020).

Outro ponto bastante afetado no município, fica na zona sul, sendo a Avenida Alpheu Grimello no bairro do Taboão (fig. 7) a mais afetada, pois possui uma área comercial com restaurantes, bares, academias, postos de combustíveis, consultórios, academias, feira livre e uma grande circulação de veículos e pessoas.



Figura 8: Alagamento no Centro, cruzamento da Av. José Gomes da Rocha Leal com a rua Dr. Tosta (Jornal G1 - Vale do Paraíba e Região - 07/03/2021).

Área bastante crítica de alagamento, também na Avenida dos Imigrantes próximo do Fórum, apresenta constantemente problemas em períodos de cheias. Ao fundo observa-se mais uma atuação do Corpo de Bombeiros no resgate e orientação de pessoas (fig. 8).



Figura 9: Alagamento no Centro, rua Atibaia próximo da rodoviária velha (Jornal em Pauta - 30/12/2022).

Região próxima a rodoviário antiga alagada gerando prejuízos econômicos ao comércio local, com posto de combustível, restaurantes e lojas isoladas e fechadas (fig. 9).



Figura 10: Alagamento no Centro, cruzamento da Av. Pires Pimentel com a Trav. Itália (Jornal em Pauta - 12/12/2022).

Outra avenida de grande circulação e grande importância comercial central, Avenida Antônio Pires Pimentel (fig. 10), é outro ponto bragantino que também vivência essa questão e que tem sofrido nos períodos chuvosos, com cruzamentos parados, lojas fechadas e pessoas isoladas.

Para conter este problema, o poder público por meio de suas diferentes secretarias (Secretaria de Obras e Serviços, Guarda Civil Municipal, Secretaria de Trânsito, Secretaria de Ação e Desenvolvimento Social, Secretaria Vigilância Epidemiológica e Controle de Doenças,) tem atuado de modo a minimizar os problemas relacionados ao sistemas de macro e microdrenagem nas áreas apontadas como críticas por meio da implantação de infraestrutura de drenagem, sistema de captação de águas pluviais, manutenção de galerias, alargamentos das margens do Ribeirão Lavapés, etc.

A Prefeitura Municipal, no ano de 2018, solicitou ao Governo Federal verbas para solucionar o problema das enchentes no município. No mesmo ano, não tinha nenhuma previsão de obras para a situação em questão.

Em 2019, a primeira obra realizada pelo poder público, com verba do própria Prefeitura, foi o reservatório de detenção de cheias no bairro Jardim Santa Helena no cruzamento da rua Francisco da Silva Leme com a Francisco Luigi Picarelli (figura 11). A área de 6.000 m<sup>2</sup>, desapropriada pela Prefeitura, recebeu obras para conter a águas da chuvas e liberá-las gradativamente para evitar a elevação do ribeirão à jusante. Outro fato bastante positivo neste mesmo ano foi a aprovação pelo poder Legislativo, da contratação de crédito junto à Caixa econômica Federal de R\$ 30 milhões para a execução do projeto de macrodrenagem necessário para a contenção das enchentes no município.



Figura 11: Obras na zona sul da cidade, piscinão Santa Helena (jornal mais Bragança - 20/02/2019).

No ano de 2020, foram implantadas 155 aduelas para ampliar a canalização do ribeirão Lavapés (Praça Chico Major) e diversas bocas de lobo para aumentar e melhorar a vazão e a drenagem local (figuras 12 e 13).



Figura 12: Implantação de aduelas no Ribeirão Lavapés, Praça Chico Major (Jornal em Dia - 22/02/2020).



Figura 13: Remodelamento de trecho do canal do ribeirão Lavapés, Praça Chico Major (Jornal mais Bragança - 05/06/2020).

Em 2021, a Prefeitura contrata a empresa Rual Construções e Comércio Ltda para dar início a construção da bacia de retenção na Avenida Alberto Diniz (figura 14). Devido as suas dimensões de 230x50 metros e com a capacidade para reter 28 milhões de litros, a obra que foi concluída no mesmo ano, é considerada uma das obras mais promissoras para solucionar o problema das enchentes no município. Esse fato foi noticiado no Jornal mais Bragança no dia 01/09/2021 mediante a seguinte manchete: “ Piscinão da Alberto Diniz é uma das principais obras para prevenção de enchentes”.



Figura 14: Início da construção do piscinão Califórnia e obra terminada (Jornal mais Bragança - 01/09/2021).

Já no ano de 2022, outra grande e importante obra no combate a alagamentos e enchentes que vem sendo realizada no município é o piscinão Eusébio Savaio, com dimensões de 15x30 metros e com capacidade para 2.250m<sup>3</sup>. Localizado no bairro da Santa Amélia , esse piscinão fará a captação das águas pluviais do bairro Santa Amélia e bairros adjacentes (figura 15 e 16).



Figura 15: Construção do piscinão no bairro Santa Amélia (Gazeta Bragantina - 03/05/2022).



Figura 16: Finalização da bacia de retenção da Av. Eusébio Savaio (Prefeitura Municipal, 16/09/2022).

Ainda em fase de execução, outra obra que está sendo realizada na mesma área, é a ligação do piscinão Eusébio Savaio ao Ribeirão Lavapés, por meio da colocação de 184 aduelas quadrangulares com dimensões de 2x2 metros, substituindo as antigas tubulações de 1,0 a 1,5 metro de diâmetro (figura 17).



Figura 17: Ligação do piscinão ao Ribeirão Lavapés (Prefeitura Municipal - 05/10/2022).

Somando-se a esses dispositivos de combate a alagamentos e enchentes, outra medida tomada pelo poder público foi a desapropriação e a demolição de sete imóveis na rua 19 de Abril, depois da avaliação realizada pela Defesa Civil. No lugar, futuramente a Prefeitura construirá uma nova bacia de retenção de enchentes que se somará a outras já realizadas e contribuirá ainda mais para a resolução do problema no município. (figura 18).



Figura 18: Imóveis desapropriados para a demolição (Jornal mais Bragança - 22/06/2022).

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Tendo por base os objetivos da pesquisa, este trabalho adotou o método exploratório que segundo GIL (2002) tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Pode-se dizer que esta pesquisa tem como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou descoberta de intuições.

Com os objetivos e método delineados, esta pesquisa está dividida em três etapas metodológicas. Na primeira etapa, foi realizado o levantamento e a análise bibliográfica para o conhecimento e domínio dos conceitos fundamentais pertinentes a pesquisa como: alagamento, enchente, inundação, medidas estruturais e não estruturais, mapa, carta e planta topográfica e mapeamentos digitais.

Outra etapa adotada foi a realização de uma pesquisa documental que conforme Gil (2002), é um tipo de pesquisa que assemelha-se muito com a pesquisa bibliográfica. A diferença essencial entre ambas está na natureza das fontes. Nas pesquisas bibliográficas o principais materiais utilizados são os livros encontrados nas bibliotecas.

Já nas pesquisas documentais as fontes são bastante diversificadas, as informações podem ser encontradas e analisadas em fontes diversas como: jornais, boletins e folhetos encontradas em órgãos públicos, igrejas, sindicatos, partidos políticos, etc. Nesta pesquisa os materiais utilizados foram encontrados nos jornais digitais: Jornal em Dia, Jornal Mais



Bragança, Jornal em Pauta, Gazeta Bragantina, Jornal G1 e sites informativos da Prefeitura Municipal de Bragança Paulista e da Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo - ALESP.

Por meio destas fontes, escrita e fotográfica, foi possível fazer o levantamento dos locais mais afetados pelos alagamentos, enchentes e inundações na área estudada, as condições locais, período em que ocorrem, índices pluviométricos, as obras realizadas para solucionar os problemas, sua eficiência e as ações do poder público na questão estudada.

Na terceira e última etapa, foi realizada a confecção do material cartográfico por meio do software QGIS que conforme aponta França (2022) é um software livre e multiplataforma de Sistema de Informações Geográficas (SIG), que provê visualização, edição e análise de dados georreferenciados. É utilizado para a produção de mapas, cartas e plantas topográficas com vários tipos de camadas em diferentes projeções cartográficas, edição de dados espaciais, realização de diversas análises e operações de geoprocessamento (buffer, recorte, interseção, união, etc.). Amplamente utilizado em ambientes universitários e no mercado de trabalho no mundo todo desde o ano de 2009, com o lançamento da versão 1.0.

A produção dos mapas foi dividida em três partes: download da base cartográfica, operações de geoprocessamento, análises e edição de dados espaciais. A base cartográfica foi obtida no site [www.ibge.com](http://www.ibge.com), onde após a avaliação, foi possível determinar a mais adequada para o estudo. A próxima parte realizada foi a análise das condições do local, analisando a topografia, o desnível altimétrico, o traçado da drenagem, a ocupação das planícies de inundação e a urbanização localizada dentro dos limites da bacia hidrográfica.

Na quarta e última parte, foi realizada a edição final dos mapas adicionando os itens essenciais para a leitura das informações levantadas, analisadas e discutidas como: título, legenda, fonte, escala, coordenadas geográficas, etc.

## **ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados alcançados na pesquisa, a partir da realização das pesquisas bibliográfica e documental, da utilização do programa QGIS e da produção de mapas, por meio do processamento digital de imagens de satélite. A pesquisa possibilitou tomar ciência dos locais afetados, da quantidade de locais afetados, dos locais de instalação dos dispositivos, da capacidade de contenção de cada um, do tamanho da área da bacia hidrográfica, do tamanho da área vulnerável dentro da bacia tendo por base as curvas de nível e da situação após a ação corretiva. A área total da bacia do Lavapés é de aproximadamente 37,09 km<sup>2</sup> e as áreas mais suscetíveis a alagamento, conforme análise das curvas de nível, totalizam 10,79 km<sup>2</sup>, ou seja, aproximadamente 30% da área de estudo com grande suscetibilidade a alagamento.

A partir dos apontamentos de Castro (1998, p. 12, 62 e 95), foi possível apropriar-se dos conceitos de alagamento, enchente e inundação e direcionar, de modo mais preciso, a observação do fenômeno estudado. Com a análise documental foi possível fazer o levantamento dos locais mais afetados, a quantidade de pontos de alagamento, a intensidade ocasionada pelo fenômeno durante o período pesquisado. No total foram identificados os seguintes pontos vulneráveis. Jardim Santa Helena (cruzamento da rua Francisco da Silva Leme com a Francisco Luigi Picarelli), Bairro do Taboão (Av. Alpheu Grimelo), Jardim Califórnia (ruas Otávio Conte, Caieiras, Ernesto Ló Sardo, Tiradentes), Vila Malva (rua Malva), Centro (rua Jerônimo Martin Carreteiro, Nicolino Nacaratti, Atibaia, Av. Antônio Pires Pimentel), Bairro do Lavapês (Av. dos Imigrantes e rua Dona Carolina) e Bairro Santa Amélia (Av. Eusébio Savaio).

O software para a produção de mapas utilizado nesta pesquisa foi o QGIS. Por meio dele foi possível produzir uma coleção de mapas (ver anexo) que apresenta a hipsometria do local estudado, a rede de drenagem existente no local, a localização dos pontos de alagamento, a quantidade de pontos e a localização da bacia hidrográfica dentro do município de Bragança Paulista. Com a utilização do QGIS, foi possível trabalhar, manipular, e interpretar imagens de satélite e produzir mapas que nortearam as diferentes etapas da pesquisa. Com a produção destas informações foi possível apresentar, por meio de informações matriciais e poligonais, polígonos, linhas e pontos que representam o uso e ocupação da terra e a sua dinâmica local.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com a capacidade do meio ambiente comprometida, com os recursos naturais cada vez mais escassos, a natureza mostra sinais de desequilíbrio. A forma como a sociedade tem se organizado e ocupado a superfície do planeta tem ocasionado diversos problemas como a poluição do solo, da água, do ar e principalmente a alteração do ciclo hidrológico.

Por meio desta pesquisa foi possível atingir os objetivos inicialmente propostos a partir da identificação das áreas de alagamento, da localização dos pontos mais vulneráveis, da localização dos dispositivos de combate a alagamento e sua eficiência no combate ao problema levantado. A coletânea de mapas produzidos, além de representar o fenômeno estudado e descrevê-lo de forma geográfica e historicamente, também fornece para pesquisas posteriores, material de estudo.

## REFERÊNCIAS

CASTRO, Antônio Luiz Coimbra de. **Glossário de defesa civil, estudos de riscos e medicina de desastres**. 2a Edição. Revista e Ampliada. Ministério do planejamento e orçamento. Secretaria especial de políticas regionais. Departamento de defesa civil. Brasília. 1998

HERNANDEZ, L.C; SZIGETHY, L. **Controle de enchentes. Exemplo do uso da tecnologia e inovação para o controle de enchentes**. ipea.gov.br, 2020. Disponível em: < <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/231-controle-de-enchentes>> Acesso em: ago. 2022

MELO, Vitor. **Mapa digital: O que é, tipos e como utilizar em sua estratégia**. Blog Geofusion, São Paulo, 18/07/2022. Disponível em: <<https://www.geofusion.com.br/blog/mapa-digital-impacto-dia-a-dia/#~:text=Um%20mapa%20digital%20%C3%A9%20uma,e%20recebe%20informa%C3%A7%C3%B5es%20do%20usu%C3%A1rio.>> Acesso em: out. 2022

ARIAS,A.; PRACUCCIO, A. **Você sabe a diferença entre mapa, carta e planta?** Blog.droneng, Presidente Prudente, 13/12/2017. Disponível em: < <https://blog.droneng.com.br/voce-sabe-diferenca-entre-mapa-carta-e-planta/>> Acesso em: out. 2022

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **Dicionário Cartográfico**, Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/metodos-e-outros-documentos-de-referencia/vocabulario-e-glossarios/16496-dicionario-cartografico.html?=&t=sobre>. Acesso em: out. 2022

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13133: Informação e documentação: Execução de levantamento topográfico**. Rio de Janeiro, p. 4. 1994.

GAMEIRO, Marcelo Silva; SUGUIO, Kenitiro. **PROBLEMAS GEOAMBIENTAIS PROVOCADOS PELA EXPANSÃO URBANA NOMUNICÍPIO DE BRAGANÇA PAULISTA, SP**. Revista UnG – Geociências V.7, N.1, 2008, 48-63.

Fortes chuvas ocasionam alagamentos em diversos pontos da cidade. **Jornal em dia**, Bragança Paulista 28/11/2018. Disponível em:<https://www.jornalemDia.com.br/noticias/fortes-chuvas-ocasionam-alagamentos-em-diversos-pontos-da-cidade.html>. Acesso em: out. 2022.

Reservatório de Detenção de cheias: Obras em andamento no Santa Helena já mostram resultados. **Jornal mais Bragança**, Bragança Paulista 08/04/2019. Disponível em: <https://jornalmaisbraganca.com.br/2019/04/08/reservatorio-de-detencao-de-cheias-obras-em-andamento-no-santa-helena-ja-mostrar-resultados/>. Acesso em: out. 2022.

Forte chuva atinge Bragança Paulista e provoca pontos de alagamentos. **Jornal mais Bragança**. Bragança Paulista, 21/02/2020. Disponível em:<https://jornalmaisbraganca.com.br/2020/02/21/forte-chuva-atinge-braganca-paulista-e-provoca-pontos-de-alagamentos/> Acesso em: out. 2022.

Prefeitura dá ordens de serviços para duas obras de combate às enchentes em Bragança Paulista. **Jornal mais Bragança**. Bragança Paulista, 25/06/2021. Disponível em: <https://jornalmaisbraganca.com.br/2021/06/25/prefeitura-da-ordens-de-servicos-para-duas-obras-de-combate-as-enchentes-em-braganca-paulista/> Acesso em: out. 2022.

Bragança registra alagamento e há mais previsão de chuva. **Em pauta**. Bragança Paulista, 12/12/2022. Disponível em: <https://jornalempauta.com.br/braganca-registra-alagamentos-e-ha-previsao-de-mais-chuva/> Acesso em: dez. 2022.

Chuvas fortes fazem piscinão transbordar e causam alagamentos. **Jornal mais Bragança.** Bragança Paulista, 28/11/2022. Disponível em: <https://jornalmaisbraganca.com.br/2022/11/28/chuvas-fortes-fazem-piscinao-transbordar-e-causam-alagamentos/> Acesso em: out. 2022.

Sete imóveis são desapropriados para combate às enchentes em Bragança Paulista. **Jornal mais Bragança.** Bragança Paulista, 22/06/2022. Disponível em: <https://jornalmaisbraganca.com.br/2022/06/22/sete-imoveis-sao-desapropriados-para-combate-as-enchentes-em-braganca-paulista/> Acesso em: out. 2022.

Fortes chuvas não causam enchentes, mas ponto de alagamento é registrado. **Gazeta Bragantina.** Bragança Paulista, 29/11/2022. Disponível em: <http://gazetabragantina.com.br/2022/11/29/fortes-chuvas-nao-causam-enchentes-mas-ponto-de-alagamento-e-registrado/> Acesso em: out. 2022.

Bragança Paulista não registra enchentes em janeiro de 2022. **G1 - Especial publicitário.** Bragança Paulista, 07/02/2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/vale-do-paraiba-regiao/especial-publicitario/prefeitura-de-braganca-paulista/noticia/2022/02/07/braganca-paulista-nao-registra-enchentes-em-janeiro-de-2022.ghtml>. Acesso em: out. 2022.

**Bragança Paulista, Prefeitura Municipal de.** Obras do “Piscinão” da Eusébio Savaio continuam e aduelas começam a ser implantadas. Bragança Paulista, 05/10/2022. Disponível em: <https://www.braganca.sp.gov.br/noticias/obras-do-piscinao-da-euzebio-savaio-continuam-e-aduelas-comecam-a-ser-implantadas>. Acesso em: out. 2022.

**Bragança Paulista, Prefeitura Municipal de.** Forte chuva desta terça-feira (22/11) prova eficácia de “Piscinões” instalados pela Prefeitura. Bragança Paulista, 22/11/2022. Disponível em: <https://www.braganca.sp.gov.br/noticias/forte-chuva-desta-terca-feira-2211-prova-eficacia-de-piscinoes-instalados-pela-prefeitura>. Acesso em: out. 2022.

**Bragança Paulista, Prefeitura Municipal de.** Obras no sistema de drenagem pluvial na Avenida Eusébio Savaio seguem avançando. Bragança Paulista, 19/05/2022. Disponível em: <https://www.braganca.sp.gov.br/noticias/obras-no-sistema-de-drenagem-pluvial-na-avenida-euzebio-savaio-seguem-avancando>. Acesso em: out. 2022.

**Bragança Paulista, Prefeitura Municipal de.** “Piscinão” mostra eficácia e evita enchente no Jardim Califórnia e Vila Malva. Bragança Paulista, 28/11/2022. Disponível em: <https://www.braganca.sp.gov.br/noticias/piscinao-mostra-eficacia-e- evita-enchente-no-jardim-california-e-vila-malva>. Acesso em: out. 2022.

**Bragança Paulista, Prefeitura Municipal de.** Várias obras contra enchentes e alagamentos já mostram resultados com a chegada das chuvas. Bragança Paulista, 08/11/2022. Disponível em: <https://www.braganca.sp.gov.br/noticias/varias-obras-contra-enchentes-e-alagamentos-ja-mostram-resultados-com-a-chegada-das-chuvas>. Acesso em: out. 2022.

**Bragança Paulista, Prefeitura Municipal de.** Piscinão da Avenida Alberto Diniz evita segunda enchente do ano no Jardim Califórnia. Bragança Paulista, 27/12/2022. Disponível em: <https://www.braganca.sp.gov.br/noticias/piscinao-da-av-alberto-diniz-evita-segunda-enchente-do-ano-no-jardim-california>. Acesso em: jan. 2023.

**Bragança Paulista, Prefeitura Municipal de.** Combate às enchentes: 104 aduelas já forma implantadas na Avenida dos Imigrantes. Bragança Paulista, 20/10/2022. Disponível em: <https://www.braganca.sp.gov.br/noticias/combate-as-enchentes-104-aduelas-ja-foram-implantadas-na-avenida-dos-imigrantes>. Acesso em: out. 2022.

**SÃO PAULO, Assembléia Legislativa.** Projetos de combate às enchentes de Bragança Paulista terão apoio da Cetesb. São Paulo, 02/02/2021. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/noticia/?id=417411>. Acesso em: out. 2022.

Chuvas causam estragos na área central de Bragança Paulista. **Em pauta.** Bragança Paulista, 30/12/2022. Disponível em: <https://jornalempauta.com.br/chuvas-causam-estragos-na-area-central-de-braganca-paulista/> Acesso em: jan. 2023.

Piscinão da Alberto Diniz é uma das principais obras para prevenção de enchentes. **Jornal mais Bragança.** Bragança Paulista, 01/09/2021. Disponível em: <https://jornalmaisbraganca.com.br/2021/09/01/pisciniao-da-alberto-diniz-e-uma-das-principais-obras-para-prevencao-de-enchentes/> Acesso em: out. 2022.

Aduelas começam a ser instaladas na Rotatória do Lavapés. **Jornal em Dia.** Bragança Paulista, 22/02/2020. Disponível em: <https://www.jornalemdia.com.br/noticias/aduelas-comecam-a-ser-instaladas-na-rotatoria-do-lavapes-1.html>. Acesso em: out. 2022.

Obras emergenciais no Lavapés estão em fase de conclusão. **Jornal mais Bragança.** Bragança Paulista, 05/06/2020. Disponível em: <https://jornalmaisbraganca.com.br/2020/06/05/obras-emergenciais-no-lavapes-estao-em-fase-de-conclusao/>. Acesso em: out. 2022.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4 ed. São Paulo, atlas, 2002.

Você sabe a diferença entre Enchente, Inundação, Enxurrada e Alagamento? **Acqualis Engenharia Hídrica,** 28/05/2018. Disponível em: <https://acqualisengenharia.com.br/voce-sabe-a-diferenca-entre-enchente-inundacao-enxurrada-e-alagamento/> Acesso em: fev.2023

# ANEXO I

