CENTRO UNIVERSITÁRIO – UNIFG

BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

HELOÍSA FERNANDES DE CASTRO

VILMA HELLEN COSTA DOMINGUES PORTO

ESCOAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS – ESTUDO DE CASO DA AVENIDA BARÃO DO RIO BRANCO NO MUNICÍPIO DE GUANAMBI-BA

GUANAMBI – BA

2021

HELOÍSA FERNANDES DE CASTRO
VILMA HELLEN COSTA DOMINGUES PORTO

ESCOAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS – ESTUDO DE CASO DA AVENIDA BARÃO DO RIO BRANCO NO MUNICÍPIO DE GUANAMBI-BA

Artigo cientifico apresentado ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário UniFG, como requisito para avaliação da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II.

Orientador: Profa. Me. Luísa Magalhães Araújo

GUANAMBI – BA

2021

HELOÍSA FERNANDES DE CASTRO
VILMA HELLEN COSTA DOMINGUES PORTO

ESCOAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS – ESTUDO DE CASO DA AVENIDA BARÃO DO RIO BRANCO NO MUNICÍPIO DE GUANAMBI-BA

Artigo cientifico apresentado ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário UniFG, como requisito para avaliação da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II.

Guanambi, ____ de _____ de _____

BANCA EXAMINADORA

_____
Orientador: Profa. Me. Luísa Magalhães Araújo
Centro Universitário UNIFG

_____

Centro Universitário UNIFG

_____

Centro Universitário UNIFG

SUMÁRIO

RESUMO.....5
ABSTRACT 5
INTRODUÇÃO 6
MATERIAIS E MÉTODOS.....7
CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....8
DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO 9
COLETA DE DADOS 10
RESULTADOS E DISCURSÕES 11
HISTÓRICO DE ALAGAMENTOS NA REGIÃO 11
CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA EXISTENTE 14
PROBLEMAS IDENTIFICADOS 17
PROPOSTA DE INTERVENÇÃO PARA SOLUÇÃO DOS PROBLEMAS 18
CONSIDERAÇÕES FINAIS 23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 25

ESCOAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS – ESTUDO DE CASO DA AVENIDA BARÃO DO RIO BRANCO NO MUNICÍPIO DE GUANAMBI-BA

Heloísa Fernandes De Castro[1], Vilma Hellen Costa Domingues Porto[1]
Luísa Magalhães Araújo [2]

[1]Graduandas do curso de Engenharia Civil. Centro Universitário – UNIFG
[2]Docente do curso de Engenharia Civil. Centro Universitário – UNIFG

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo avaliar o atual sistema de drenagem em um trecho da avenida Barão do Rio Branco no município de Guanambi-BA, foi realizando visitas *in loco*, com o intuito de identificar o estado dos dispositivos do sistema de drenagem, bem como obter suas dimensões e registros fotográficos. O município apresenta diversos pontos de alagamentos durante o período chuvoso, mito por conta de um sistema de drenagem ultrapassado e insuficiente para a necessidade do município, evidenciando assim um péssimo planejamento urbano. Partindo disso, a pesquisa demonstrou que os sistemas de drenagem nos cruzamentos são insuficientes para uma rápida drenagem do escoamento superficial, causando assim diversos alagamentos. Logo, foi apresentado propostas que visam a implantação de novos coletores no local, aumentando a capacidade de vazão nos pontos, diminuindo assim as ocorrências de alagamentos, proporcionado segurança e bem-estar no local.

PALAVRAS-CHAVE: Alagamento; Drenagem; Precipitação.

ABSTRACT: The present work aimed to evaluate the current drainage system in a stretch of the avenue Barão do Rio Branco in the municipality of Guanambi-BA, was conducting on-site visits, in order to identify the state of the drainage system devices, as well as obtaining their dimensions and photographic records. The municipality has several flooding points during the rainy season, a myth due to an outdated and insufficient drainage system for the municipality's needs, thus evidencing poor urban planning. Based on this, research has shown that drainage systems at intersections are insufficient for rapid drainage of surface runoff, thus causing several floods. Therefore, proposals were presented that aim at the implantation of new collectors at the site, increasing the flow capacity at the points, thus reducing the occurrences of flooding, providing safety and well-being at the site.

KEY WORDS: Flooding; Drainage; Precipitation.

Endereço para correspondência: Rua Palmira Cardoso, n° 800, Bairro Ipiranga – Guanambi-Ba
Endereço eletrônico: heloisa1.5fernandes@gmail.com

INTRODUÇÃO

Quando ocorre um crescimento da urbanização sem que ocorra o devido planejamento urbano, é comum que ocorra alterações nos processos hidrológicos, como aumento do escoamento superficial e diminuição da capacidade natural de retenção e infiltração no solo (OLIVEIRA, 1998).

Isso acarreta diversos impactos sociais e ambientais, como o aumento da frequência de alagamentos e a redução da disponibilidade hídrica, por conta da contaminação das águas. Esses problemas são resultantes de ações descentralizadas na bacia e, portanto, devem também ser tratados nessa escala.

Conforme apontado por Tucci (1995), existe uma preocupação crescente em tratar o problema perto da fonte geradora dos escoamentos, de modo a reduzir e retardar os picos de cheia e também de permitir a recarga do lençol freático.

A análise dos cenários urbanos brasileiros revela a forma desordenada de apropriação, norteado 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 (BRAGA, 2016).

A urbanização desenfreada das cidades brasileiras vem, constantemente, provocando o agravamento de enchentes provenientes das chuvas, além da ampliação de sua frequência. Estes impactos provêm da crescente impermeabilização do solo com aumento do volume pluvial escoado e redução de amortecimento, causando aumentos nas vazões máximas, que podem representar em até seis vezes a vazão de pré-urbanização (TUCCI, 1995).

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

A ocorrência desse agravamento vai muito pela função tanto da crescente impermeabilização do solo, que é importante se destacar, decorrente da urbanização acelerada, como também da imprevidente ocupação urbana de áreas ribeirinhas, que antes constituíam as várzeas e planícies de inundação (ANA, 2000).

Segundo a Lei nº 11.445/2007 é necessário o estabelecimento do serviço de drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização de prevenção das

redes, para que sejam adequados à saúde pública, segurança da vida, patrimônios públicos e privados (BRASIL, 2007).

O principal resultado de um ineficiente sistema de drenagem acontece em decorrência das chuvas intensas, o que ocasiona as inundações ribeirinhas, nas galerias, nas ruas, devido a urbanização incipiente e precária e ao acúmulo de lixo, o que decorre por um lado, do aumento da densidade de uso e ocupação do solo e de obras de infraestrutura (COSTA, 2018).

Outro ponto relativamente problemático com relação aos sistemas de drenagem urbanos é a densa quantidade de resíduos sólidos gerados pela própria população que se acumulam nos principais pontos de drenos, o que provoca o entupimento do sistema e os consequentes alagamentos (PORTO et al, 2007).

Como localidade de estudo, a Avenida Barão do Rio Branco, foi escolhida pelo fato de ocorrência desses problemas, onde constantemente são relatados ocorrência de alagamentos, expondo os problemas dos sistemas de drenagem existentes na localidade.

Nesse sentido, visando a necessidade de soluções para o problema, bem como contribuir com a literatura sobre o tema, o presente artigo tem como objetivo detectar falhas nos dispositivos de drenagem implantados em um trecho da avenida, apresentando suas características e caso seja necessário, propor ações que ajude a recompor o setor de drenagem urbana e de controle de alagamento na região, trazendo benefícios para a população residente e ao meio ambiente.

MATERIAIS E MÉTODOS

No desenvolvimento deste estudo, para análise do sistema de drenagem existente em dois trechos da Avenida Barão do Rio Branco, foi adotado como principal método a pesquisa qualitativa. Realizaram-se visitas *in loco* visando determinar a classificação do sistema de drenagem existente atual, possibilitando assim após análise dos dados, indicar possíveis soluções que venham a trazer melhorias para drenagem da localidade, bem como a criação de um acervo fotográfico que auxiliou na execução da pesquisa.

CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa caracterizou-se em seu primeiro momento com uma metodologia qualitativa, inicialmente, foi apresentada de forma sucinta uma revisão bibliográfica com informações obtidas em pesquisas bibliográficas, livros, artigos científicos, normas técnicas, objetivando conhecimento teórico acerca do tema estudado.

A etapa final, caracterizou-se na obtenção dos dados obtidos através do levantamento de campo, com a realização de visitas que puderam proporcionar a elaboração de um acervo fotográfico dos pontos de alagamento na área estudada, bem como a identificação, medição e caracterização do sistema de drenagem e as principais rotas do fluxo das águas no perímetro definido.

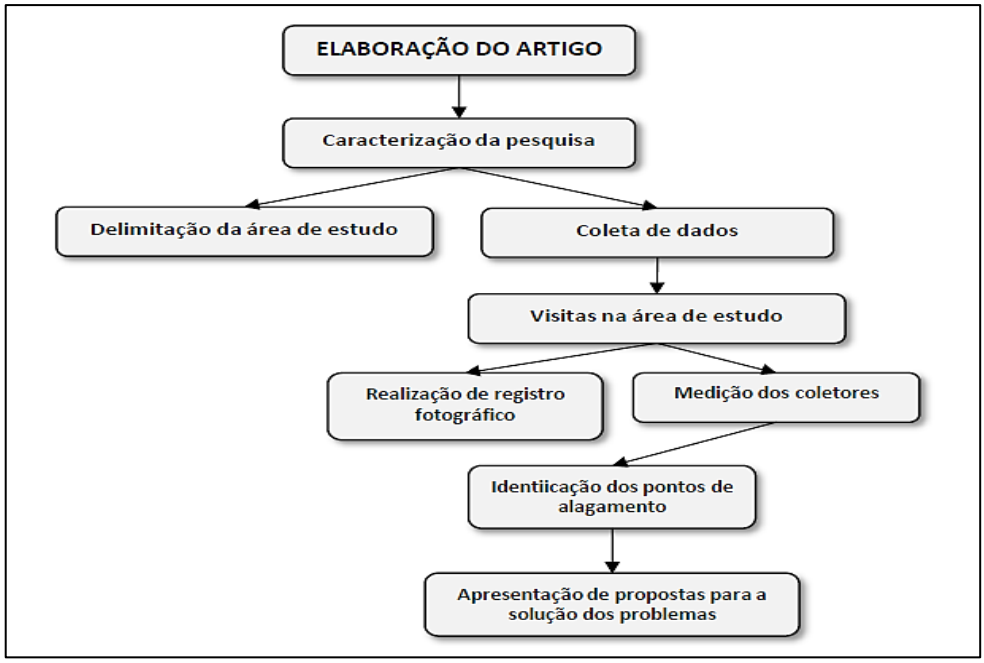
Buscou-se também a obtenção de dados das agências climáticas sobre as precipitações no município, proporcionando dados que identificassem os principais períodos que esses alagamentos ocorriam.

Em seguida, foi possível estabelecer um segmento geral que pudesse esquematizar os problemas identificados, possibilitando a indicação de intervenções que fossem necessárias, tais como a ampliação dos sistemas coletores, instalação de novas bocas de lobo, e aumento do sistema de condução da água pluvial direcionando a rede existente próximo a localidade, de acordo com a metodologia apresentada para o estudo de drenagem e manejo das águas pluviais no local escolhido.

Logo, a partir destes elementos foi possível estabelecer a composição geral a respeito dos problemas encontrados, bem como indicar as intervenções necessárias, em conformidade com a metodologia apresentada para o estudo de drenagem e manejo das águas pluviais na localidade estudada, logo, após a identificação dos principais problemas da localidade no que se refere à convivência com as chuvas, a etapa seguinte foi a reflexão sobre a possibilidade de implantação de soluções.

A figura 1 apresenta um fluxograma que sintetiza o percurso metodológico para a execução do trabalho.

Figura 1 – Fluxograma de percurso metodológico.

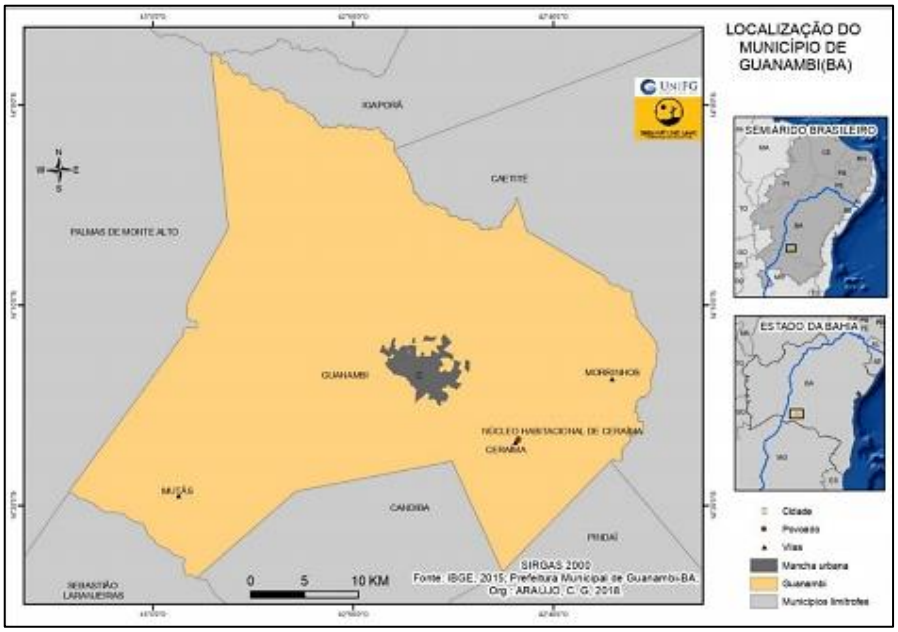


Fonte: Autoras (2021).

DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está compreendida no município de Guanambi, região está situada no sudoeste do Estado da Bahia, com sua população estimada em 84.928 habitantes segundo IBGE (2020). A sua área territorial é o equivalente a 1.272,366 Km², e sua densidade demográfica corresponde a 60,80 hab/km².

Figura 2 - Localização do município de Guanambi-BA



Fonte: Observatório UniFG do Semiárido Nordestino (2018).

Em relação as características territoriais e ambientais, o município apresenta 52,1% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 84,4% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 2.7% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio). Quando comparado com os outros municípios do estado, fica na posição 92 de 417, 71 de 417 e 254 de 417, respectivamente. Já quando comparado a outras cidades do Brasil, sua posição é 2141 de 5570, 2041 de 5570 e 3926 de 5570, respectivamente (IBGE, 2020).

O estudo foi realizado em 2 trechos (Figura 3) na Avenida Barão do Rio Branco, o primeiro ponto com início no cruzamento da Rua Valdemir Pereira com a mesma avenida “14°13’06”S – 42°46’27”W“, o segundo trecho é o cruzamento da Rua Teobaldo Andrade com a Avenida “14°13’09”S – 42°46’29’’W”, trechos esse que transeuntes e comerciantes declaram diversos problemas durante os períodos chuvosos.

Figura 3 - Localização dos trechos estudados

Fonte: Adaptado do Google Maps (2021).

COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi efetuada através de 3 visitas no trecho estudado, entre os meses de janeiro e março, época do período chuvoso, sendo a primeira realizada no dia 03 de fevereiro de 2021, onde nesse dia foi registrado no pluviômetro da Agencia Sertão uma precipitação de 60 mm, a segunda visita foi no dia 21 do mesmo mês, neste dia, o pluviômetro da Agencia Sertão registrou precipitação de 85 mm.

Para a coleta de dados referente a identificação e retirada de dimensões e tipo de coletores, foi realizada uma visita no dia 19 de março do presente ano, onde foi realizado também registros fotográficos para a criação do acervo de imagens.

Durante as visitas in loco, foi realizado o levantamento e coleta de dados referente à dimensão dos principais bueiros e boca-de-lobo encontrados para isso, foram utilizados registros fotográficos e uma fita métrica, que auxiliaram na identificação dos problemas, avaliando os impactos ambientais, sociais e econômicas.

Após as análises, tornou-se possível identificar os pontos de coleta, bem como indicar se os mesmos contêm dimensões insuficientes para que ocorra uma drenagem adequada de toda precipitação de chuva, visando assim diminuir as ocorrências de alagamentos no trecho.

RESULTADOS E DISCURSÕES

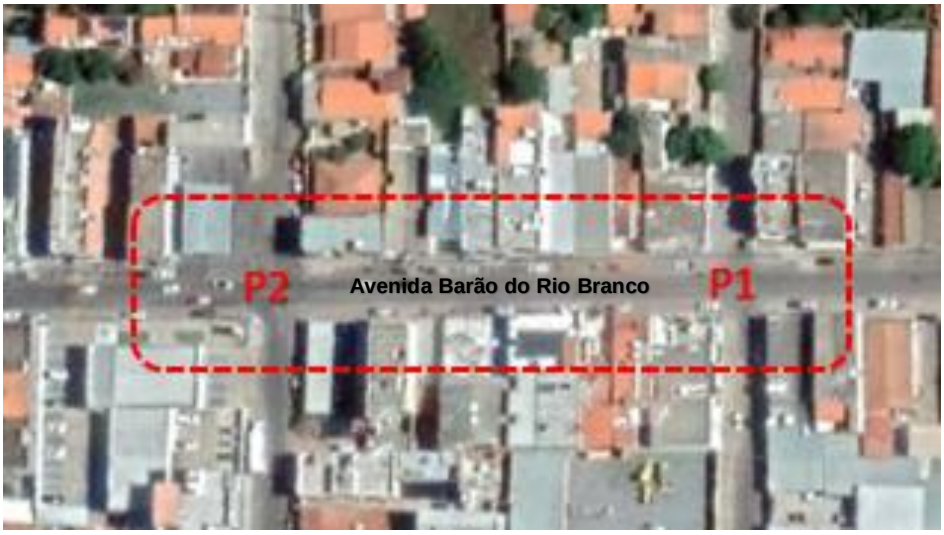
HISTÓRICO DE ALAGAMENTOS NA REGIÃO

A Avenida Barão do Rio Branco costuma ser uma das localidades mais afetados por inundações na cidade de Guanambi, onde após chuvas é recorrente a ocorrência de alagamentos de comércios e residências, pelo motivo da demora de seu escoamento pelos coletores da rede de drenagem.

De acordo com matéria publicada pelo site Uol, no dia 04 de fevereiro de 2021, a forte chuva que atingiu Guanambi no dia 03, com precipitação de 60 mm, provocando assim transtornos aos moradores da cidade, onde diversas localidades sofreram com alagamentos, em virtude da falta ou insuficiência dos sistemas de drenagem. Através de registros nas redes sociais, moradores mostraram os problemas enfrentados com as enxurradas e alagamentos no município, no local de estudo.

As figuras 5 e 6 foram registradas pelos autores no dia 03 de fevereiro de 2021, data essa relatada pela matéria acima, pontos esses destacados pela figura 4 a seguir.

Figura 4 - Identificação dos pontos P1 e P2



Fonte: Adaptado do Google Maps (2021)

Figura 5 - Registro de alagamento no Ponto P1

Fonte: Autores, (2021).

Figura 6 - Alagamento no Ponto P1

Fonte: Autores, (2021).

Já conforme o site Agencia Sertão, em matéria publicada na data 21 de fevereiro de 2021, diversos foram os pontos de alagamentos após a forte chuva no dia 20. Nessa data o pluviômetro da Agência Sertão registrou 85 mm no centro de Guanambi, logo, toda esta chuva voltou a ressaltar os problemas estruturais da cidade em relação à drenagem pluvial.

Figura 7 - Alagamento no Ponto P2

Fonte: Agencia Sertão, (2021).

CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA EXISTENTE

De acordo com estudo publicado por Geohidro (2010), é bastante notável que a infraestrutura da cidade já não era bem resolvida relativizando aos aspectos ligados à drenagem pluvial, fato esse presente nos dias atuais.

Durante a pesquisa pode ser definido diversos problemas de alagamentos, onde que grande parte das vias públicas já esteja pavimentada, e aproximadamente 80% dessas vias não contam com sistemas de micro-drenagem pluvial.

Ainda conforme Geohidro (2010), as estruturas de macrodrenagem do município apresentam boas condições, exceto pelo fato da existência de lixo e esgoto nelas. Em contrapartida, os sistemas de microdrenagem apresentam condições preocupantes, onde requerem atenção, as mesmas não estão em situação crítica, mas também transportam esgotos e cobrem apenas uma pequena parte da cidade.

De acordo com Agersa (2015), o município dispõe de um sistema de esgotamento sanitário, onde no ano de 2014, essa rede coletora de esgoto cobria diversos bairros em Guanambi e atende a 11.656 economias, com um total de 37.027 habitantes beneficiados, tendo um índice de cobertura de 42,1%, e com o passar dos anos, e investimentos realizados pela Embasa, tornou-se crescente a porcentagem de cobertura no município.

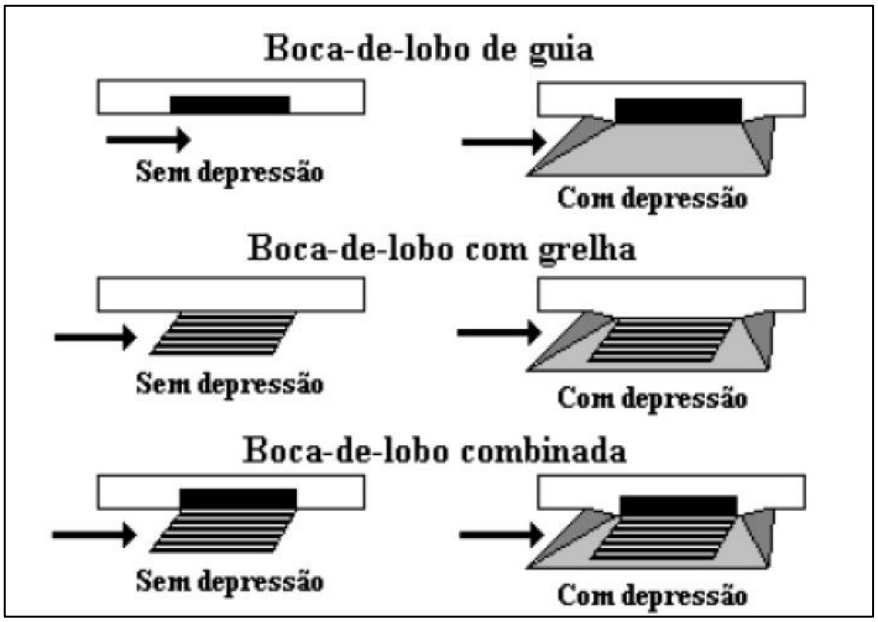
O esgoto bruto do município que é coletado pelo sistema de esgotamento chega na Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) proveniente de várias Estações Elevatórias de Esgoto (EEE), logo após o tratamento, o efluente é encaminhado, pelo o emissário, para a disposição final, no rio Carnaíba de Dentro.

Contudo, entende-se que a ocorrência de identificação de esgoto no sistema de drenagem de água pluvial é em decorrência de ligações clandestinas, ocasionando dessa forma problemas com focos de contaminação e poluição bem como diminuição das condições sanitárias da localidade (GEOHIDRO, 2010).

Em toda a extensão do trecho estudado, foram identificados apenas 2 coletores que fazem parte do sistema de drenagem da localidade. Esses coletores são classificados como boca-de-lobo, onde segundo o Manual de Drenagem Urbana (2011), documento desenvolvido pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos na SUDERHSA do Estado do Paraná, as bocas-de-lobo são sistemas coletores de água pluvial que fazem parte de um sistema de microdrenagem.

Esses dispositivos localizados em pontos estratégicos nas sarjetas para captar águas pluviais e direcioná-las às galerias, e podem ser classificadas em três grupos principais: bocas ou ralos de guias; ralos de sarjetas (grelhas); ralos combinados.

Figura 8 - Tipos de boca-de-lobo



Fonte: Tucci (1995)

O primeiro trecho analisado, corresponde ao cruzamento da Rua Valdemir Pereira com a Av. Barão do Rio Branco, com coordenadas “14°13’06”S – 42°46’27”W“, nessa localidade, foi identificado apenas um ponto de coleta de água pluvial, esse ponto foi caracterizado como P1, e suas dimensões são apresentadas na tabela 1.

Figura 9 - Localização do trecho P1

Fonte: Adaptado do Google Maps (2021)

Figura 10 - Coletor n°1

Fonte: Autores, (2021).

Tabela 1 - Dimensões do coletor no ponto 1.

Ponto de Drenagem	**P1**		
Dimensões	Comprimento	Largura	Profundidade
	2 m	0,3 m	1 m

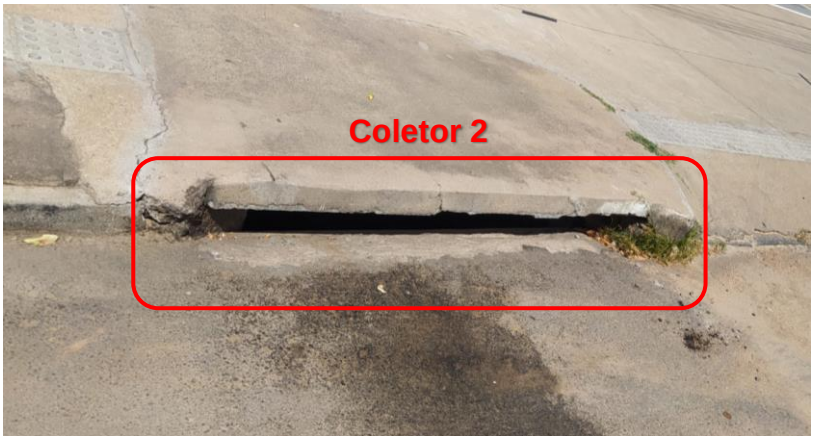
Fonte: Autores, (2021).

O segundo ponto está localizado no cruzamento da Rua Teobaldo Andrade com a Av. Barão do Rio Branco, coordenadas 14°13’09”S de latitude e 42°46’29”W de longitude, e tem como ponto de referência a Concessionária Diamantina, nesse ponto, foi detectado a existência de apenas 1 coletor, sendo assim caracterizado como Ponto 2, e suas dimensões são apresentadas na tabela 2.

Figura 11 - Localização do trecho P2

Fonte: Fonte: Adaptado do Google Maps (2021)

Figura 12 - Coletor n°2



Fonte: Autores, (2021).

Tabela 2 - Dimensões do coletor no ponto 2.

Ponto de Drenagem	**P2**		
Dimensões	Comprimento	Largura	Profundidade
	1,5 m	0,1 m	1 m

Fonte: Autores, (2021).

Segundo Geohidro (2010), no município de Guanambi, a topografia favorece ao escoamento superficial das águas pluviais, porém, é necessário que exista um sistema adequado de microdrenagem, que auxilie a condução dessas águas para os pontos baixos, quando isso não é possível, é comum ocorrer processos erosivos em ruas ainda não pavimentadas, o desgaste de pavimentos em locais onde a Prefeitura já interveio e o carreamento de sedimentos para os cursos d'água.

Conforme De Queiroz (2018), o município de Guanambi tem rede de drenagem das águas pluviais em parte da cidade o que representa 25% do total. Porém, mesmo tendo a rede de drenagem, parte da cidade sofre com inundações nos períodos de elevados índices pluviométricos.

PROBLEMAS IDENTIFICADOS

Conforme detalhado por Tucci et al., (1995), para um bom funcionamento do sistema de drenagem, as águas que escoam pelas ruas são captadas pelas sarjetas laterais das vias, que dessa forma a conduzem para pontos de coleta, chamados de bocas de lobo. Essas águas que são captadas por esse sistema de drenagem pluvial

devem ser conduzidas a tubulação, onde essas conduzem para galerias podendo ter diversas formas, ou a canais a céu aberto, conhecidos como emissários.

O local estudado encontra-se em uma área baixa da avenida, com menor altimetria, e em virtude de pequeno número de coletores, boca-de-lobo, é notável a insuficiência desses para com a capacidade adequada de drenagem na localidade, causando assim os problemas detalhados durante o trabalho.

Nos pontos estudados, é possível observar que diversas ruas contribuem para o escoamento dessas águas e, apenas esses 2 pontos de drenagem coletam toda a água. A exemplo a Rua Valdemir Pereira, Rua Teobaldo Andrade, Rua Trinta e Um de Março, Rua Major Ferreira etc. Com base em relatos obtidos junto aos comerciantes e moradores da área de estudo, o problema das inundações é constante após fortes chuvas, em um curto período de tempo.

Desse modo, são necessárias soluções para esse problema, tendo em vista que existem diversos relatos de acidentes com motociclistas e pedestres que transitam pela avenida, bem como alagamento de lojas e residências nas proximidades dos pontos de coleta. A ocorrência desses eventos acarreta em prejuízos financeiros e transtornos constantes quando se inicia o período chuvoso.

Em vista disso, as intervenções visam proporcionar segurança, melhoria de vida e bem-estar para todos que utilizam essa avenida para seus mais diversos motivos, tendo em vista que a avenida estudada é considerada uma das mais importantes no município, pelo seu grande potencial comercial.

PROPOSTA DE INTERVENÇÃO PARA SOLUÇÃO DOS PROBLEMAS

As propostas apresentadas neste trabalho têm como objetivo indicar os principais problemas na localidade, e propor melhorias/intervenções necessárias. Essas propostas são apresentadas de forma sucinta, havendo assim a necessidade de estudos mais aprofundados nas localidades para que dessa forma possam apresentar maiores detalhes sobre os problemas no sistema de drenagem dos trechos estudados.

A primeira proposta é a intervenção no cruzamento da Av. Barão do Rio Branco com a Rua Valdemir Pereira (Trecho P1), onde após visita no local, foi detectado a existência de apenas um coletor (Coletor n°1), logo, durante os períodos de grandes precipitações, o mesmo se torna insuficiente para realizar a drenagem que chega no

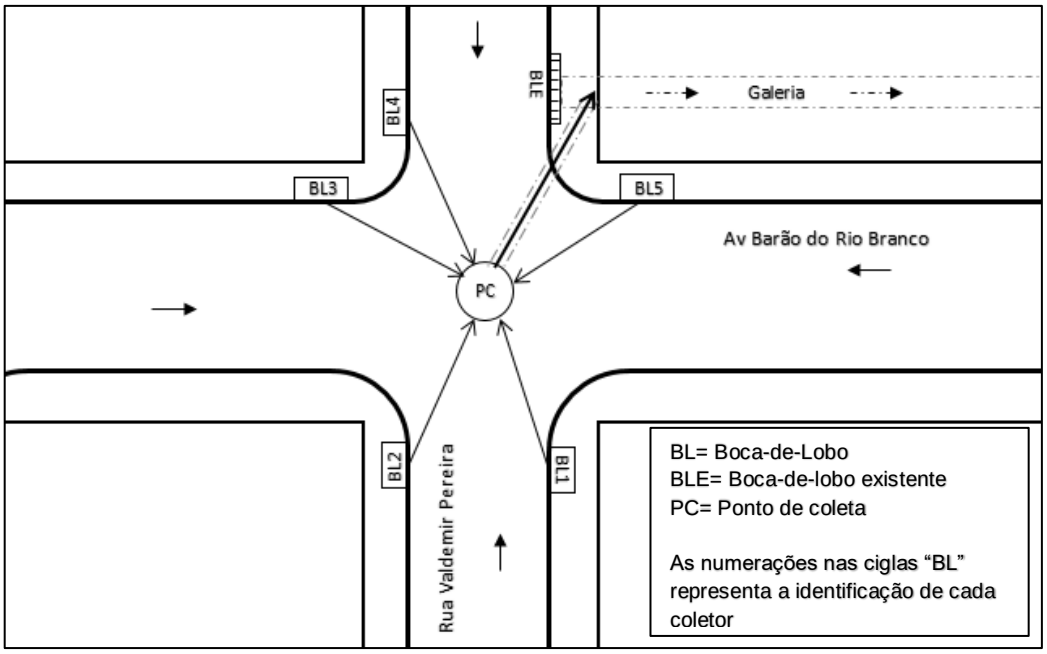
coletor em um curto espaço de tempo. Para isso, a proposta sugere a instalação de novos coletores (boca-de-lobo) de águas pluviais no cruzamento, onde esses novos coletores serão determinados como montante, e irão descarregar na rede de drenagem já existente, que é demonstrado em pontos tracejados denominado de galeria na figura 14, que é utilizado pela jusante do coletor n°1.

A proposta busca diminuir a demanda e sobrecarga sobre o único coletor existente no local, facilitando assim a drenagem do escoamento superficial, diminuindo as ocorrências de alagamentos que são identificados todos os anos naquela localidade, a figura 13 apresenta o mapa de localização do trecho, logo a seguir a figura 14 apresenta o croqui com a proposta desses novos coletores.

Figura 13 – Localização do trecho 1

Fonte: Fonte: Adaptado do Google Maps (2021)

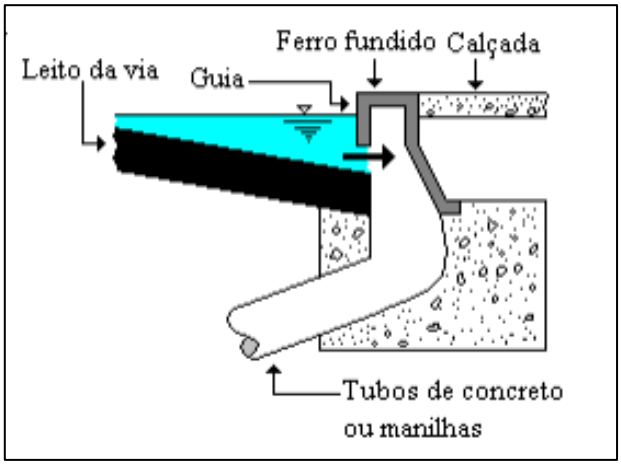
Figura 14 - Proposta de intervenção n°1



Fonte: Autores, (2021).

O Croqui (Figura 14) apresenta a localização dos novos coletores no cruzamento, que são caracterizados como boca-de-lobo de guia, onde é detalhado na figura 15, logo, propõem-se que os coletores desse trecho deverão ser interligados em um ponto de coleta (montante), contudo, o ponto de coleta será responsável por guiar a água coletada pelo sistema de drenagem até uma galeria (jusante) existente.

Figura 15 – Caracterização da boca-de-lobo de guia



Fonte: Neto (2009)

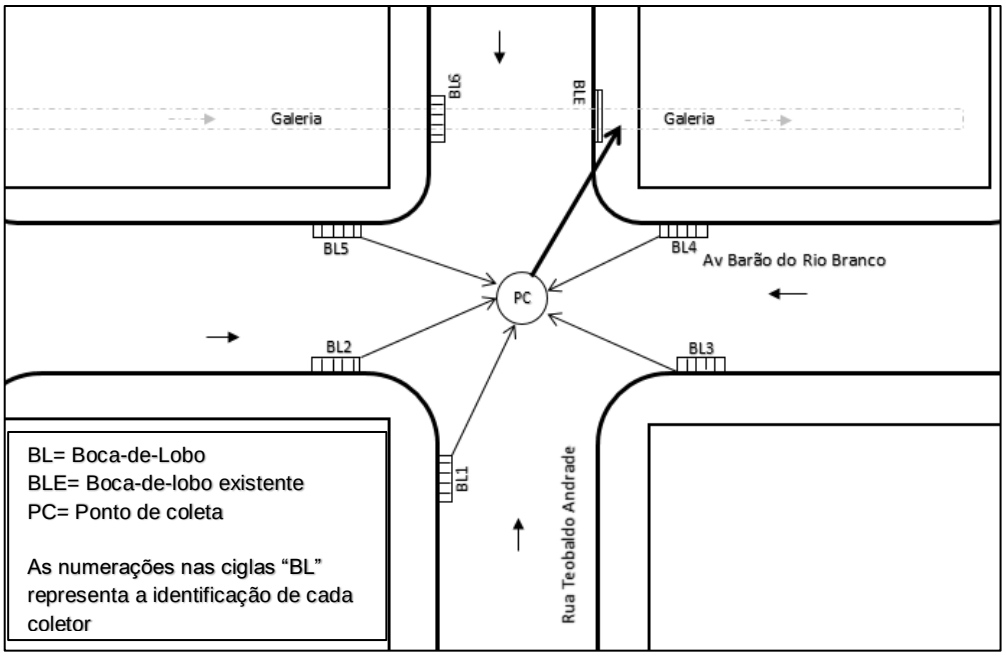
A segunda proposta diz respeito a intervenção no cruzamento da Av. Barão do Rio Branco com a Rua Teobaldo Andrade, trecho 2, onde nesse local apresenta-se a existência de apenas 1 coletor, igualmente ao cruzamento discutido acima, esse coletor foi denominado de coletor n°2.

Figura 16 – Localização do trecho 2

Fonte: Fonte: Adaptado do Google Maps (2021)

Logo, é possível notar que a quantidade de dispositivos que contemplam a estrutura é insuficiente para a drenagem de todo o escoamento despejado no local, sobrecarregando seu montante, diminuindo dessa forma a capacidade de drenar toda a água em um curto espaço de tempo, causando assim os constates alagamentos. Desta forma, a proposta se resume também na construção de novos coletores (boca-de-lobo) no cruzamento, conforme croqui apresentado na figura 12 a seguir.

Figura 17 - Proposta de intervenção n°2



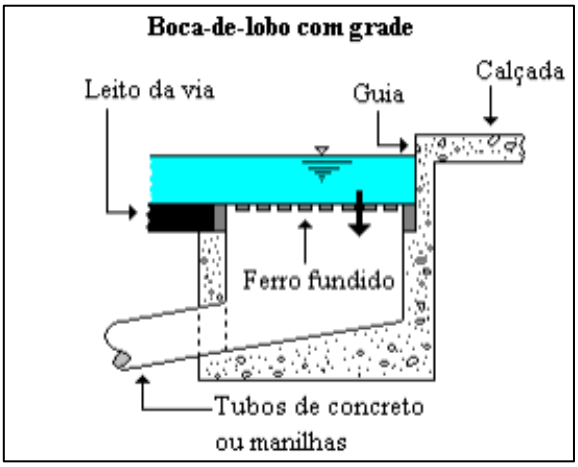
Fonte: Autores, (2021).

O mapa apresentado acima determina a localização dos novos coletores no cruzamento, nessa proposta esses coletores serão boca-de-lobo combinada com grelha, pois diferente do outro cruzamento estudado, as guias das vias nesse local não apresentam altura e características que submetem a utilização dos mesmos coletores do trecho anterior.

Segundo Neto (2009), a determinação do tipo de boca-de-lobo deve levar em conta que as tensões de cisalhamento junto às paredes da sarjeta são irregulares, devido à profundidade transversalmente variável, o que ocasiona um escoamento não-uniforme, mesmo quando em regime permanente.

Logo, as bocas-de-lobo propostas deverão ser interligadas em um poço de coleta, responsável por receber toda a água drenada pelo novo sistema, e encaminha-la para a galeria já existente no local, para que dessa forma o escoamento superficial alcance o sistema de macrodrenagem.

Figura 18 – Característica da boca-de-lobo combinada



Fonte: Neto (2009)

Da mesma forma descrita na proposta para o cruzamento anterior estudado, a presente proposta visa proporcionar também o aumento da capacidade de escoamento nesse ponto, diminuindo assim a sobrecarga sobre o único coletor existente, proporcionado um melhor escoamento, transportando maior volume de água para a galeria existente, diminuindo os alagamentos também nesse ponto.

As propostas citadas, apresentam vantagens no que se refere ao aumento do número de coletores nos cruzamentos, eliminando a situação de apenas 2 coletores (1 em cada cruzamento) sejam responsáveis por drenar toda a água nas localidades nos períodos de chuva.

É de grande importância que sejam realizadas as desobstruções das calhas, sarjetas, boca-de-lobo em todo o sistema de drenagem do município, onde desta forma, o lixo transportado pelas enxurradas não obstrua a entrada dos coletores, diminuindo também a ocorrência de alagamentos em diversos pontos da cidade.

Importante ressaltar que a escolha da proposta de implementação das bocas-de-lobo se dá em consideração a recomendações descritas por Departamento De Esgotos Pluviais (2005), que são elas:

- As bocas-de-lobo devem ser locadas em ambos os lados da rua, quando a saturação da sarjeta assim o exigir ou quando forem ultrapassadas as suas capacidades de engolimento;
- Devem ser locadas nos pontos baixos da quadra;

- A melhor solução para a instalação de bocas-de-lobo é que esta seja feita em pontos pouco a montante de cada faixa de cruzamento usada pelos pedestres, junto às esquinas.

O presente estudo visou apresentar os trechos mais afetados por alagamentos em períodos chuvosos no município, bem como identificar e apresentar o sistema de drenagem nos trechos estudados, e propor possíveis intervenções que possam ser necessárias para resolução dos problemas.

Mas vale ressaltar que para determinar as dimensões desses novos coletores, bem como sua capacidade de engolimento é necessário a realização de estudos mais aprofundados, com a criação de uma carta topográfica, para que seja possível elaborar uma planta com a área de contribuição para cada trecho, identificando a demanda e determinando assim suas dimensões.

Segundo Netto (1998), para determinar a localização das bocas-de-lobo, é necessário que seja feito o cálculo da capacidade hidráulica da sarjeta, considerando-se uma altura do meio-fio de 0,15 m e uma largura da lâmina d'água variável.

Orzenn (2016) analisou o sistema de drenagem, na cidade de Campo Mourão-PR, em um trecho de uma avenida do município, e propôs a instalação de novos coletores no trecho estudado, e determinou as vazões necessárias e capacidade de engolimento das boca-de-lobo, as quais, se em perfeito estado de funcionamento, são capazes de suportar chuvas elevadas e atender o sistema com eficiência.

Logo, acredita-se que com o aumento do número de coletores no cruzamento, bem como seu direcionamento à galeria existente (importante destacar que não existe cadastro do sistema de drenagem na secretaria de infraestrutura) responsável pela condução da água escoada até o sistema de macrodrenagem, será possível aumentar a vazão de engolimento nas boca-de-lobo no local, proporcionando assim um maior volume de água drenada em um menor tempo, diminuindo as ocorrências de alagamentos no local.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando se debatem sobre o tema de planejamento urbano, seja ele para novas cidades, bairros, loteamentos, é necessário que tenham instrumentos reguladores para o sistema de drenagem pluvial e de sistema de esgoto das localidades.

Onde a sua ausência, possibilita a existência de diversos problemas em relação a alagamentos, inundações, fragilizando bastante os pontos críticos das suas localidades, dificultando dessa forma um desenvolvimento adequado das localidades, bem como a segurança e conforto no local.

A presente pesquisa apresentou os problemas relacionados a drenagem urbana no cruzamento da avenida Barão do Rio Branco com as ruas Teobaldo Andrade e Valdemir Pereira, onde após visitas nos locais, foram encontrados apenas 2 coletores, imaginando dessa forma que as ocorrências dos alagamentos estão relacionadas a quantidade de coletores, tornando assim insuficiente o sistema de drenagem do local.

Desta forma, as propostas apresentadas indicam a implantação de novos coletores (boca-de-lobo) que serão utilizados como montante, recebendo toda a água escoada superficialmente pelas vias, e descarregarão nesta galeria, onde a mesma terá a função de jusante para a macrodrenagem.

Conclui-se que após análise dos problemas encontrados, é possível afirmar que a implementação de novos coletores nos trechos 1 e 2 proporciona um aumento da vazão na área de estudo, causando uma expansão da capacidade de engolimento das boca-de-lobo, onde em perfeito estado de funcionamento, essas intervenções podem proporcionar melhorias e soluções para esses problemas.

Considerando a necessidade de quantificar as vazões de contribuição e dimensionar as novas estruturas de drenagem, elementos não contemplados pelo presente trabalho, sugere-se para trabalhos futuros:

- Análise topográfica dos trechos, visando identificar e quantificar a área de contribuição de cada local, e a demanda dos coletores;
- Determinar a quantidade e dimensões dos novos coletores e sua viabilidade econômica;
- Analisar a galeria no local, responsável por guiar as precipitações do sistema de microdrenagem para o sistema de macrodrenagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGERSA - **RELATÓRIO DE FISCALIZAÇÃO SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO MUNICÍPIOS DE GUANAMBI, PINDAÍ E CANDIBA**: Disponível em: http://www.agersa.ba.gov.br/wp-content/uploads/2014/12/relatorio-guanambi_pindai_candiba.pdf. Acesso em: 11 abr 2021.

ANA. **Agência Nacional de Águas**. Uso múltiplos – Prevenção de inundações. Disponívelem:<http://www.ana.gov.br/GestãoRecHidricos/UsosMultiplos/Inundacoes Acesso em: 01 abr de 2021.

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.

BRASIL. **Lei nº 11.445/2007** – Saneamento Básico, de 5 de janeiro de 2007. Brasília. 2007.

Chuva de 85 mm causou vários pontos de alagamentos em Guanambi: https://agenciasertao.com/2021/02/21/chuva-de-85-mm-causou-varios-pontos-de-alagamentos-em-guanambi. Acesso em:.12 abr. 2021.…

COSTA, Gustavo Andrade Moreno. **Viabilidade da construção de um sistema de drenagem por meio do método racional no meio urbano de São Luís**: estudo de caso da Avenida dos Africanos. 2018.

QUEIROZ, Luciene Rodrigues et al. **AVALIAÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO NO MUNICÍPIO DE GUANAMBI E SEUS LIMÍTROFES**. Revista Argumentos, v. 24, n. 2, p. 63-77, 2018.

DEPARTAMENTO DE ESGOTOS PLUVIAIS – DEP, **Plano de drenagem urbana**. Porto Alegre, 2005. Disponível em: <http://lproweb.procemba.com.br/pmpa/prefpoa/dep/uso_doc/manual_de_drenagem_ultima_versão.pd>.Acesso em: 11 abril de 2021.

Forte chuva provoca alagamentos em casas e lojas de Guanambi: https://atarde.uol.com.br/portalmunicipios/sul/noticias/2156695-forte-chuva-provoca-alagamentos-em-casas-e-lojas-de-guanambi. Acesso em: 12 abr. 2021....

GEOHIDRO. ELABORAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS E ESGOTAMENTO SANITÁRIO – PEMAPES: **Estudo de áreas críticas quanto a risco de enchentes e proposição de soluções** - Cidades com mais de 30.000 habitantes. Volume 10 - Setor produtivo parte a – Guanambi, integrante da Região de Desenvolvimento Sustentável do Sertão Produtivo – RDS 13. 2010. Disponível em: <

http://www.sihs.ba.gov.br/arquivos/File/RDS13AreascriticasGuanambi.pdf>. Acesso de 21 de abril de 2020.

IBGE **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas**. Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/ acessado em: 28 março de 2021.

MUNICÍPIO DE TOLEDO. **Manual de drenagem urbana**. Toledo, 2017. 37 p. Disponível em: https://www.toledo.pr.gov.br/ sites/default/files/ manual_de_ drenagem_urbana_-_volume_i.pdf. Acessado em: 11 abril de 2021.

CARDOSO-NETO, Antônio. Sistemas urbanos de drenagem. 2009.

OLIVEIRA, R. C. de. **Medidas não estruturais na prevenção e controle de enchentes em área 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.

PORTO, R.; ZAHED FILHO, K.; TUCCI, C. E. M.; BIDONE, F. **Drenagem Urbana**. In:TUCCI, C. E. M. (org), Hidrologia: Ciência e Aplicação, Editora da Universidade, Porto Alegre, p. 805-847, 2007.

TUCCI, C. E. M. ; PORTO, R. L. (Org.) ; BARROS, M. T. (Org.) **. Drenagem Urbana**. Porto Alegre: Editora da Universidade (UFRGS) e ABRH Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1995.