

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CAMPUS APARECIDA DE GOIÂNIA
ENGENHARIA CIVIL

CLAUDIA CHRISTINE BORGES SANTOS

**ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DE DRENAGEM URBANA NO CONTROLE DE
ENCHENTES NO MUNICÍPIO DE APARECIDA DE GOIÂNIA - GOIÁS**

APARECIDA DE GOIÂNIA

2021

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☒ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo da Autora: **Claudia Christine Borges Santos.**

Matrícula: **20201090040104.**

Título do Trabalho: **Estudo de Caso: Análise de drenagem urbana no controle de enchentes no município de Aparecida de Goiânia - Goiás.**

Autorização - Marque uma das opções

1. ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção 2 ou 3, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Aparecida de Goiânia, 01/09/2021.

Claudia Christine Borges Santos

Assinatura da Autora e/ou Detentora dos Direitos Autorais

CLAUDIA CHRISTINE BORGES SANTOS

**ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DE DRENAGEM URBANA NO CONTROLE DE
ENCHENTES NO MUNICÍPIO DE APARECIDA DE GOIÂNIA - GOIÁS**

Trabalho de Conclusão de Curso, no formato de artigo científico, apresentado ao curso de Engenharia Civil, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - Campus Aparecida de Goiânia/IFG, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Wilson Marques Silva.

APARECIDA DE GOIÂNIA

2021



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS APARECIDA DE GOIÂNIA

Termo de Aprovação

CLAUDIA CHRISTINE BORGES SANTOS

ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DE DRENAGEM URBANA NO CONTROLE DE ENCHENTES NO MUNICÍPIO DE APARECIDA DE GOIÂNIA - GOIÁS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - Campus Aparecida de Goiânia/IFG, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, sob orientação da Prof. Wilson Marques Silva.

Aprovado em 1º de agosto de 2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Wilson Marques Silva

Presidente da banca / Orientador(a)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Ricardo Fernandes de Andrade

Membro

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof.^a Simone Gonçalves Sales Assunção

Membro

Universidade Federal de Goiás

Aparecida de Goiânia – GO

2021

Documento assinado eletronicamente por:

- **Simone Gonçalves Sales Assunção, SIMONE GONÇALVES SALES ASSUNÇÃO - VISITANTE - UFG (01567601000143)**, em 20/10/2021 11:59:33.
- **Ricardo Fernandes de Andrade, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 18/10/2021 16:35:47.
- **Wilson Marques Silva, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 14/10/2021 14:23:09.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 24/08/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 193549

Código de Autenticação: c3127a5709



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Avenida Universitária Vereador Vagner da Silva Ferreira, Qd. 1, Lt. 1-A, Parque Itatiaia, APARECIDA DE GOIÂNIA / GO, CEP 74968-755
(62) 3507-5958 (ramal: 5985)

ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DE DRENAGEM URBANA NO CONTROLE DE ENCHENTE NO MUNICÍPIO DE APARECIDA DE GOIÂNIA – GOIÁS¹

CASE STUDY: ANALYSIS OF URBAN DRAINAGE IN FLOOD CONTROL IN THE CITY OF APARECIDA DE GOIÂNIA – GOIÁS

Claudia Christine Borges Santos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG
ccbsquimica@gmail.com

Wilson Marques Silva, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG
wilson.silva@ifg.edu.br

RESUMO

Drenagem urbana é um processo que depende de vários fatores, muito além do campo técnico da engenharia. A urbanização caótica e o uso inadequado do solo provocam a redução da capacidade de armazenamento natural dos deflúvios e estes, por sua vez, demandarão outros lugares para ocupar. Esse cenário demonstra a importância do planejamento integrado e abrangente dos sistemas de drenagem urbana e expõe os conflitos, aos quais o engenheiro civil no papel de planejador deve fornecer respostas apropriadas. Várias cidades no Brasil passam constantemente por problemas relacionados à drenagem urbana de águas pluviais, sendo estes refletidos em forma de impactos ao meio ambiente e à sociedade que está inserida no mesmo. O município de Aparecida de Goiânia não foge dessa realidade. Para tanto, foi escolhido a rua Niterói, presente no Setor Jardim Paraíso, devido inúmeros casos de inundação e enchentes na região e a mesma se situar na planície de inundação do Córrego Santo Antônio, onde se constatou a insuficiência da quantidade de bocas de lobo e subdimensionamento de algumas galerias de águas pluviais, conduzindo ao redimensionamento do sistema e apresentação de soluções dentro da premissa da drenagem integrada sustentável, de não apenas lançar a água pluvial a jusante.

Palavras-chave: Drenagem urbana. Enchente. Aparecida de Goiânia. Controle.

ABSTRACT

Urban drainage is a process that depends on several factors, far beyond the technical field of engineering. Chaotic urbanization and inadequate land use lead to a reduction in the natural storage capacity of the runoffs and these, in turn, will demand other places to occupy. This scenario demonstrates the importance of integrated and comprehensive planning of urban drainage systems and exposes the conflicts to which the civil engineer in the role of planner must provide appropriate responses. Several cities in Brazil are constantly experiencing problems related to urban rainwater drainage, which are reflected in the form of impacts on the environment and the society that is part of it. The municipality of Aparecida de Goiania does not escape this reality. For this purpose, Niteroi Street was chosen, present in the Jardim Paraíso Sector, due to numerous cases of flooding and flooding in the region and it is located in the floodplain of Stream Santo Antonio, where it was found that the number of sewers and mouths was insufficient. under-dimensioning of some rainwater sewers, leading to the resizing of the system and presentation of solutions within the premise of sustainable integrated drainage, of not just releasing rainwater downstream.

Keywords: Urban drainage. Flood. Aparecida de Goiania. Control.

¹ SANTOS e SILVA. **Estudo de Caso: Análise de drenagem urbana no controle de enchentes no município de Aparecida de Goiânia - Goiás.** Aparecida de Goiânia: IFG, 2021.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento urbano acelerou-se na segunda metade do século vinte, com uma grande concentração de população em pequenos espaços e muitas vezes inadequados, causando impactos nos ecossistemas terrestre e aquático e à população com inundações, doenças e perda materiais e de qualidade de vida. Devido a redução da área permeável pelo aumento da urbanização, a bacia hidrográfica passa a ter um aumento expressivo do escoamento superficial das águas pluviais que se dão através das sarjetas das ruas, bocas de lobo, canalizações e galerias até serem lançadas em corpos hídricos.

Segundo Montes e Leite (2016) a falta de um planejamento urbano relacionado, principalmente, à drenagem urbana, somadas às alterações que o meio sofre em decorrência do uso inadequado do solo, constituem ingredientes favoráveis à geração de problemas urbanos muitas vezes de difíceis soluções e, na maioria das vezes, que requerem medidas estruturais com obras onerosas.

De acordo com Souza (2013), os sistemas de drenagem urbana no Brasil ainda seguem um padrão antigo baseado apenas na eficiência hidráulica de condutos, apesar de já haver um reconhecimento de que este tipo de abordagem é apenas uma ação pontual e que age sobre os efeitos e não sobre as causas.

Todo esse sistema de drenagem urbana, segundo Montes e Leite (2016) quando não implantado e gerenciado de forma planejada e sustentável, acaba gerando múltiplos impactos sócio-ambientais como, por exemplo, a alteração da qualidade das águas dos córregos provenientes da carga de poluentes, assim como de resíduos sólidos lançados com as águas pluviais, surgimento de erosões, escorregamento de encostas, além de problemas relacionados à saúde pública (com veiculação de doenças) e interdição de vias.

Apesar de haver grande avanço acadêmico no desenvolvimento de técnicas e abordagens mais integradoras, com foco na bacia hidrográfica e nos impactos da urbanização sobre os processos naturais, ainda existe pouca apropriação desse conhecimento na prática.

O presente artigo é motivado pela expansão urbana do município de Aparecida de Goiânia sobre regiões muito próximas a córregos e rios, que por sua vez apresentam suas margens erodidas devido ao processo de descarte desordenado de materiais de construção civil e lixo, que assoreiam leitos próximos às áreas urbanizadas e pelos inúmeros relatos de enchentes acontecidas na rua Niterói.

Possui como objetivo principal a análise e diagnóstico dos principais problemas de drenagem urbana existentes na rua Niterói do Setor Jardim Paraíso, município de Aparecida de Goiânia, estado de Goiás, a fim de subsidiar ações corretivas, no que tange os aspectos técnico da drenagem urbana em consonância com uma gestão integrada e sustentável.

2. A DRENAGEM URBANA E A URBANIZAÇÃO

Para Tucci (2005), com a urbanização são introduzidas as alterações no ciclo hidrológico como a redução da infiltração no solo. O volume que deixa de infiltrar fica na superfície, aumentando o escoamento superficial. Com os condutos pluviais aumenta a velocidade do escoamento superficial, reduzindo o tempo de deslocamento. As vazões máximas também aumentam, antecipando seus picos no tempo. A vazão máxima média de inundação pode aumentar de seis a sete vezes.

Segundo o Ministério das Cidades, em IPT (2007, p.90), enchente ou cheia pode ser entendida como a elevação temporária do nível de água em um canal de drenagem devida ao aumento da vazão ou descarga. Esse fenômeno é natural e ocorre periodicamente, mas pode ser causado, entre outros motivos, pela impermeabilização de grandes superfícies, ocupação de áreas irregulares, entupimento de canalizações ou obras de drenagem inadequadas. Já a inundação é um extravasamento da água no canal de drenagem quando a enchente ultrapassa a margem do canal e transborda, invadindo ruas e construções (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2007).

Por fim, Castro (2003, p. 51), caracteriza os alagamentos como “águas acumuladas no leito das ruas e nos perímetros urbanos por fortes precipitações pluviométricas, em cidades com sistemas de drenagem deficientes”. O mesmo autor deixa claro, ainda, que os alagamentos são comuns em cidades mal planejadas, ou que crescem de forma muito rápida, e geram danos ambientais e humanos.

Segundo Paz (2004), com a redução da infiltração, o aquífero tende a diminuir o nível do lençol freático por falta de alimentação (principalmente quando a área urbana é muito extensa), reduzindo o escoamento subterrâneo. Devido a substituição da cobertura natural por áreas impermeáveis ocorre uma redução da evapotranspiração, já que a superfície urbana não retém água e não permite a evapotranspiração.

A ausência do planejamento urbano na grande maioria das cidades brasileiras traz inúmeros problemas para a população que nelas residem, em decorrência dos impactos da urbanização sobre o meio ambiente (PORTO, 1999).

Porto (1999) diz que a urbanização e seus impactos sobre os recursos hídricos e o meio ambiente, requerem abordagem integrada, trazendo para um mesmo núcleo de ações a quantidade e qualidade da água, os aspectos de planejamento urbano, as interações entre os diversos usos do solo urbano e os aspectos institucionais e legais necessários para a sustentabilidade das ações de prevenção e controle.

As enchentes urbanas são um problema crônico no Brasil, devido principalmente a gerência inadequada do planejamento da drenagem e à filosofia errônea dos projetos de engenharia (TUCCI, 2005).

Segundo a Constituição Federal, as ações de combate a enchentes são de responsabilidade da União, mas com autonomia municipal em áreas como habitação, saneamento, meio ambiente, sendo que, algumas das medidas não estruturais são realizadas pelo poder público municipal (BASSO et al., 2018).

De acordo com Tucci e Genz (1995), o controle das enchentes urbanas é um processo permanente, que deve ser mantido pelas comunidades, visando à redução do custo social e econômico dos impactos. O controle não deve ser visto como uma ação isolada, mas como uma atividade em que a sociedade, como um todo, deve participar de forma contínua.

2.1 Gestão de Drenagem Urbana

Segundo Costa e Teuber (2001), as águas pluviais, tão necessárias a sobrevivência humana e fundamental para o equilíbrio dos ecossistemas com os quais interagimos são, muitas vezes, entregues pela natureza com o rigor dos eventos naturais extremos, isto é, pela ocorrência de estiagens prolongadas, onde a escassez é o fator relevante, ou pelas enchentes, onde a abundância das águas concentradas no tempo e no espaço, gera desconfortos, preocupações, prejuízos e, eventualmente, perda de vidas humanas.

A gestão da drenagem urbana, de acordo com Tucci (2012), envolve o manejo do escoamento no tempo e no espaço, visando a minimizar danos à sociedade e ao ambiente. A visão moderna da gestão desenvolve a integração dos recursos hídricos na bacia hidrográfica e das águas urbanas (incluída a drenagem urbana).

Conforme Neto (2009), drenagem são as instalações destinadas a escoar o excesso de água, seja em rodovias, na zona rural ou na malha urbana.

Controlar as enchentes e diminuir seu poder muitas vezes devastador sobre os bens públicos e privados, assegurar a integridade física e garantir o bem-estar do cidadão, é dever constitucional das autoridades estabelecidas, embora haja necessidade de estreita colaboração e envolvimento da própria sociedade (COSTA; TEUBER, 2001).

Os sistemas de drenagem urbana no Brasil consoante Souza (2013) sempre se basearam na busca do sistema hidraulicamente mais eficiente. Focado em uma visão higienista, a noção do saneamento (no sentido de tornar o ambiente são) representa a necessidade de “sempre drenar”, criando estruturas de micro e macrodrenagem para conduzir a água.

Este sistema compõe-se de três partes que são as ruas pavimentadas, com guias e sarjetas; rede de tubulações e sistemas de captação e áreas alagáveis, denominado sistema de drenagem urbana clássico (SILVA; HORA, 2013).

Em uma visão simplista e errônea, a problemática gestão de drenagem urbana sempre foi encarada como apenas de calcular vazões e dimensionar os condutos e galerias para transportá-las, como destaca Botelho (1998), os sistemas de drenagem pluvial devem ser dimensionados com base na máxima “pegar e largar depressa”, ou seja, recolher as águas da chuva e conduzi-las rapidamente para jusante.

O resultado dessa abordagem segundo Souza (2013) é uma desunião entre o planejamento das cidades e o desenvolvimento (sustentável) dos sistemas de drenagem: com raras exceções, a cidade ignorou os cursos d'água na ocupação do espaço, ocupando áreas de várzeas naturalmente alagadiças e deixou para a técnica de drenagem resolver (hidraulicamente) os alagamentos e inundações urbanas.

De acordo com Tucci (2003), essa visão higienista de sistema de drenagem urbana foi abandonada nos países desenvolvidos no início da década de 1970. A consequência imediata dos projetos baseados nesse conceito é o aumento das inundações a jusante devido à canalização. Na medida em que a precipitação ocorre e a água não é infiltrada, este aumento de volume, da ordem de seis vezes, escoar pelos condutos.

Uma das causas dos problemas existentes na gestão dos recursos hídricos é a falta de integração destes dois níveis gestão, ou seja, o externo à cidade (cidade-bacia) e

o interno à cidade (serviços de saneamento e metas de sociedade) (TUCCI, 2012).

Para tentar reverter esse quadro, é importante avaliar e adaptar novas estratégias no controle de enchentes já em andamento em outros países (COSTA; TEUBER, 2001).

Nessas novas concepções, na visão de Costa e Teuber (2001) os interesses locais de proteger a própria área devem ser harmonizados aos interesses de toda a bacia, incluindo a proteção de toda a população, considerando os aspectos sociais e econômicos, o ecossistema e as necessidades do próprio rio. Somente medidas em harmonia com a natureza, e não contra ela, terão sucesso.

A consideração sobre as perspectivas de longo prazo no aproveitamento dos recursos e o equilíbrio entre alternativas de expansão de capacidade e gestão da demanda são atributos que vêm sendo associados a uma visão mais recente da gestão de recursos hídricos, conhecida como gestão integrada (SILVA; PORTO, 2003).

Em lugar de direcionar e acelerar as águas das enchentes, deve-se restabelecer a retenção natural nas cabeceiras, nas matas, nas áreas ribeirinhas e conservar as áreas de inundação ainda existentes de forma a promover a sustentabilidade (COSTA; TEUBER, 2001).

Essa nova abordagem da drenagem pluvial, ou gestão integrada, leva em consideração a capacidade de absorção do solo a ser aproveitada (SILVA; PORTO, 2003).

A gestão integrada defende a criação de reservatórios a céu aberto dentro da cidade, em áreas escolhidas adequadamente, reduzindo o impacto de chuvas intensas, de modo que o escoamento ocorra em tempos maiores. Muitos destes reservatórios podem possuir usos múltiplos, em períodos sem chuvas intensas podem ser utilizados como áreas recreativas tais como: campos de futebol, teatros de arena, ou mesmo parques. Dentro desta abordagem mais sustentável, incentiva-se a drenagem com o uso de arranjos o mais próximo possível do cenário natural (SILVA; HORA, 2013).

Como Costa e Teuber (2001) cita, é impossível evitar as enchentes excepcionais, porém, é possível conter o agravamento contínuo das mesmas e reduzir os prejuízos. Precisamos aprender a conviver com o fenômeno, divulgar medidas preventivas e conscientizar a população sobre os riscos aos quais está exposta.

Em concordância com Souza (2013), a pesquisa brasileira tem avançado na adaptação e no desenvolvimento de soluções de drenagem mais integradas de um ponto de vista global: integração urbanística com visão integral da bacia hidrográfica (efeitos nos processos hidrológicos e nas interações entre as soluções em diferentes escalas), o curso d'água como elemento urbano (e não canal de drenagem ou esgoto), os efeitos de quantidade e qualidade da água, entre outras questões.

Para uma correta gestão da drenagem urbana é preciso ter claro seus conceitos e um deles é a distinção entre microdrenagem e macrodrenagem. Silveira (2002) define a microdrenagem urbana como o sistema de condutos pluviais a nível de loteamento ou de rede primária urbana, já macrodrenagem abrange córregos, rios, canais e galerias.

As medidas de controle podem ser classificadas de acordo com o componente da drenagem em medidas de gestão integrada de recursos hídricos sobre o controle moderno e sustentável (TUCCI, 2003):

- Na fonte: que envolve o controle em nível de lote ou qualquer área primária de desenvolvimento;

- Na microdrenagem: medidas adotadas em nível de loteamento;
- Na macrodrenagem: soluções de controle nos principais rios urbanos.

Para Tucci (2003), as principais medidas sustentáveis na fonte têm sido a detenção de lote (pequeno reservatório) que controla apenas a vazão máxima, o uso de áreas de infiltração para receber a água de áreas impermeáveis e recuperar a capacidade de infiltração da bacia e os pavimentos permeáveis. Estas duas últimas medidas minimizam também os impactos da poluição.

Segundo Matos (2014), as medidas de microdrenagem e macrodrenagem são as detenções e as retenções.

As detenções são reservatórios urbanos mantidos secos com uso do espaço integrado à paisagem urbana, enquanto que as retenções são reservatórios com lâmina de água utilizados não somente para controle do pico e volume do escoamento, como também da qualidade da água (MATOS, 2014).

Conforme Tucci (2003), atualmente, a maior dificuldade no projeto e implementação dos reservatórios é a quantidade de lixo transportada pela drenagem que obstrui a entrada dos reservatórios. Para uma gestão de drenagem urbana assertiva é necessário compreender um conjunto de técnicas que pode ser proposta no conceito de 3P: Planejamento, Procedimento e Preparo.

Martins (2012) enfatiza que dos três conceitos, o Planejamento é o mais fácil de ser explicado e entendido no âmbito técnico, porém, é o mais difícil em relação à sua observância ao longo do tempo. O Planejamento inclui a elaboração dos planos diretores, projeto e implantação de sistemas de redução de risco e exige o uso maciço de todo o elenco de medidas, estruturais e não estruturais.

Os chamados procedimentos são as operações que visam as manutenções das estruturas, monitoramento, previsão de eventos, antecipação de extremos e campanhas de conscientização, capacitação e fortalecimento da instituição responsável (MARTINS, 2012).

Já o preparo são as respostas às emergências em relação ao sistema de drenagem urbana que exigem uma antecipação e treinamento, considerando os sistemas de previsão e alerta afim de antecipar impactos, o mapeamento prévio de impactos e dimensionamento dos recursos para redução de perdas fatais e minimizar os danos materiais (MARTINS, 2012).

2.2 Medidas de controle

Prejuízos e fatalidades decorrentes de chuvas intensas são diretamente proporcionais aos períodos de retorno das vazões de pico e dos volumes gerados, do nível de proteção, do uso do solo, da conscientização e preparação da população para o risco.

As medidas de correção e/ou prevenção que visam minimizar os danos das inundações são classificadas de acordo com sua natureza, em medidas estruturais e não estruturais (CANHOLI, 2014).

Tucci e Genz (1995) justificam que as medidas estruturais e não-estruturais dificilmente estão dissociadas. As medidas estruturais envolvem recursos que a maioria das cidades não possuem para investir, além disso, resolvem somente

problemas localizados. Isso não significa que esse tipo de medida seja totalmente descartável. A política de controle de enchentes, certamente, poderá chegar a soluções estruturais para alguns locais, mas dentro da visão de conjunto de toda a bacia, onde essas estão racionalmente integradas com outras medidas preventivas (não-estruturais) e compatibilizadas com o esperado desenvolvimento urbano.

Lambertucci et al. (2016) afirmam que a combinação de medidas estruturais e não estruturais num contexto de planejamento integrado com o crescimento urbano, bem como, a própria utilização de estruturas da paisagem urbana com funções hidráulicas, permitem uma composição capaz de equacionar o problema do incremento do escoamento superficial e consequentes alagamentos e inundações de forma mais harmônica e sustentável.

Basso et al. (2018) relatam que o desenvolvimento sustentável da drenagem deve imitar o ciclo hidrológico natural. As estratégias de drenagem urbana sustentável englobam as ações estruturais, que consistem dos componentes físicos ou de engenharia como parte integrante da infraestrutura, e as ações não estruturais, que integram todas as atividades envolvendo as práticas de gerenciamento e mudanças de comportamento.

2.3 Histórico de Ocupação do Município de Aparecida de Goiânia

Segundo Aguiar e Romão (2009), para entender o processo histórico de ocupação de Aparecida é necessário primeiramente contextualizar o surgimento da capital Goiânia, uma vez que a cidade de Aparecida até o ano de 1963 com uma população de 7.472 habitantes, era distrito da capital, sendo que sua consolidação se deu em reflexo principalmente da construção de Goiânia no ano de 1933 e também da construção de Brasília, em 1960. Sendo assim, na criação de Goiânia, durante a década de trinta, planejou-se a cidade para comportar 50 mil habitantes, porém, depois de vinte anos, a cidade de Goiânia já superava a quantidade demográfica pré-estabelecida.

Durante a década de 1960 a criação de Brasília intensificou o sonho de “conquista do Oeste”, causando um surto migratório para Goiás e para Goiânia. Após a década de 1970 a área urbana do município chegou a extrapolar seus limites municipais, adentrando no município vizinho, Aparecida de Goiânia (PINTO, 2006).

No ano de 1970, Aparecida possuía 17.554 habitantes, um crescimento decenal na ordem de 235%. Já em 1980 foram registrados pelo IBGE 43.632 habitantes, crescimento decenal de 248% (PINTO, 2006).

A área urbana do município localiza-se em sua grande maioria sobre um relevo naturalmente favorável a urbanização, com exceção do avanço da urbanização sobre as planícies fluviais, com constantes aterramentos e ocupações em áreas de proteção permanente (APP) e, sobre a área de morros da “Serra da Areia”.

Assim, para Aguiar e Romão (2009), a cidade de Aparecida de Goiânia, em poucos anos de existência passou por um vertiginoso crescimento populacional, mas ainda existem muitas áreas de vazios urbanos. A sua expansão urbana se deu majoritariamente sem a imediata ocupação dos loteamentos criados, intensificado a partir da década de 1980, principalmente em áreas próximas aos fundos de vale, influenciou na deflagração e aceleração de processos de enchente em todo município.

2.4 Caracterização do Município de Aparecida de Goiânia

Aparecida de Goiânia localiza-se no Estado de Goiás, região centro-oeste do Brasil sendo integrante da Região Metropolitana de Goiânia. Está localizada na porção ao sul da capital de Goiás, Goiânia (Figura 1).

Figura 1 - Mapa esquemático da localização do Município

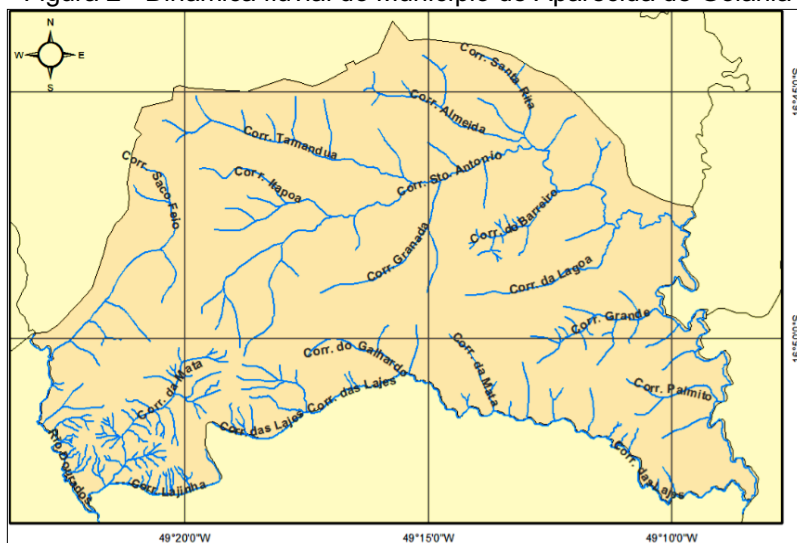


Fonte: Google Maps (2021).

Segundo IBGE (2021), Aparecida de Goiânia conta com uma população de 455.657 pessoas no último censo de 2010, uma densidade demográfica de 1.580,27 hab/km² e com cerca de 99,9% da população residente em área urbana. Possui 35,7% de domicílios com esgotamento sanitário, 86,9% de domicílios urbanos em vias com arborização e 8,3% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio).

O município é banhado principalmente pelos Rios Meia Ponte e Dourados, Córregos Santo Antônio, da Lagoa, Tamanduá, Grande, Palmito, Itapoã, Saco Feio, Galhardo, da Mata, destaque, para os córregos Santo Antônio, Pipa, São Nicolau e Santa Rita, todos, afluentes do Rio Meia Ponte, com exceção dos Córregos Saco Feio e da Mata que são afluentes do Rio Dourados, como mostrado na Figura 2 (PINHO; FERNANDES; FERNANDES, 2017).

Figura 2 - Dinâmica fluvial do Município de Aparecida de Goiânia



Fonte: adaptado de Prefeitura Municipal de Aparecida de Goiânia (2021).

Segundo Rodrigues (2005), a maior parte da rede hidrográfica do município de Aparecida de Goiânia apresenta um sentido de drenagem de oeste para leste, representado pelos córregos Santo Antônio e Lajes, sendo que parte da porção oeste é drenada para o mesmo quadrante, através dos córregos da Mata e Rodeio, afluentes do Rio Dourados, sendo o Rio Meia Ponte o exutório de todo fluxo superficial.

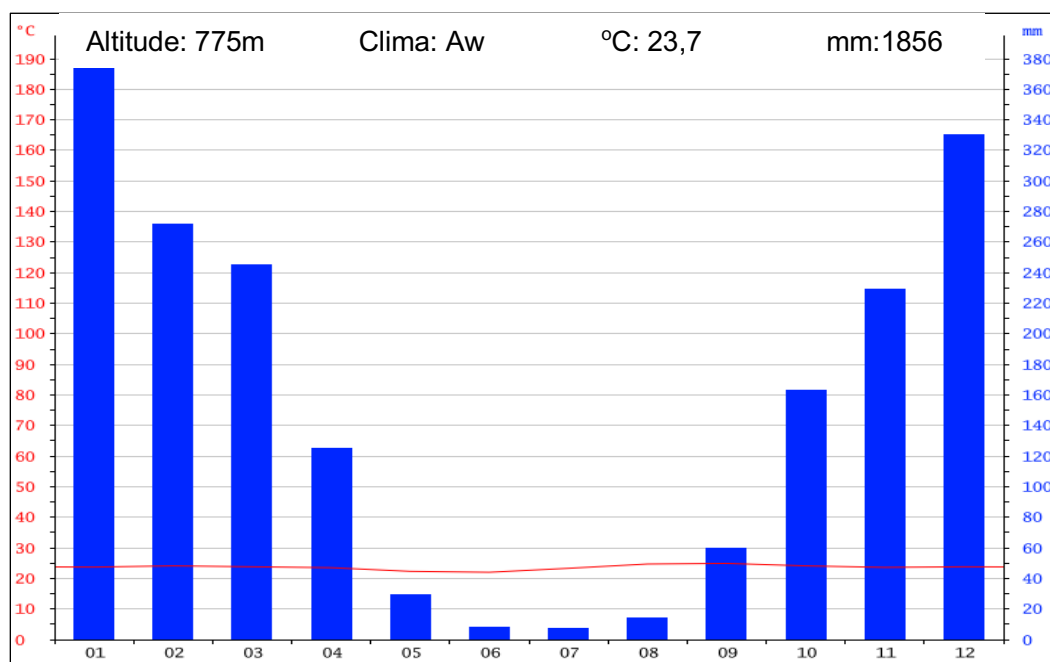
Rodrigues (2005) salienta que o controle estrutural é evidente na maior parte das drenagens, com exceção do baixo curso dos córregos Santo Antônio, das Lages e do Rio Meia Ponte. O padrão retilíneo não paralelo das drenagens é gerado em virtude da grande variação de direções das falhas e fraturas, enquanto os sistemas não retilíneos são marcados pelo padrão meandrante em zonas de baixa energia.

Com exceção do Rio Meia Ponte, que apresenta vazão mínima (no período seco) superior a 10 m³/s, os demais cursos fluviais são de baixa vazão com descarga inferior a 1m³/s na maior parte do ano. Apesar das restritas vazões a maior parte da rede de drenagem é perene (RODRIGUES, 2005).

O clima de Aparecida de Goiânia, segundo a classificação de Köppen e Geiger que é baseada em dados termométricos e pluviométricos é do tipo Aw² que não somente abrange o município, mas também boa parte do Estado de Goiás, caracterizado por períodos de chuvas no verão e de intensa estiagem entre junho e agosto, também denominado como Tropical com Estação Seca de Inverno (CLIMATE, 2021).

Tem uma temperatura média de 23,7 °C e uma pluviosidade média anual de 1856 mm (milímetros). Os meses de mais pluviosidade são dezembro, janeiro e fevereiro, estações de verão. A temperatura média do mês de setembro, o mês mais quente do ano é 24,9 °C. A temperatura média em junho, mais baixa do ano, é de 22,0 °C (Figura 3) (CLIMATE, 2021).

Figura 3 – Climograma de Aparecida de Goiânia



Fonte: (CLIMATE, 2021).

²Aw: clima tropical com estação seca de inverno (CLIMATE, 2021).

3. METODOLOGIA

Para a realização deste estudo foi definida a temática da drenagem urbana diante da realidade e dos problemas enfrentados por várias cidades brasileiras relacionadas ao assunto, tendo como foco o município de Aparecida de Goiânia, local que se situa o câmpus do IFG. A análise do sistema de drenagem foi iniciada pela definição do local de estudo. A escolha do local de estudo para este artigo se deu devido a vários registros de inundações a cada evento de precipitação na região do bairro Jardim Paraíso, mais precisamente na rua Niterói, onde existem relatos de seguidas inundações no período chuvoso.

Questões como a importância social desta rua, numerosos eventos de falhas na drenagem urbana e localização de grandes indústrias muito próximas também foram aspectos decisivos para a escolha do local de estudo. O próximo passo metodológico foi a verificação da rede de drenagem pluvial. A análise da região subsidiaria uma possível execução de projetos de drenagem, no âmbito da micro e macro drenagem, drenagem sustentável e uma gestão integrada, fazendo-se a verificação de falhas no sistema já instalado.

Para a elaboração deste artigo, as falhas no sistema foram constatadas a partir de visitas *in loco* e através de entrevistas a órgãos municipais, que proveram projetos e imagens relativas ao contexto da região em estudo.

De acordo com a Superintendência de Proteção e Defesa Civil de Aparecida de Goiânia foram levantados 22 pontos de alagamento no município até o mês de setembro de 2020. No município foi identificado apenas um setor de inundação grave, localizado ao longo dos bairros Vila Maria e Jardim Paraíso, proveniente das moradias estarem localizadas na planície de inundação do córrego Santo Antônio somado a um mal dimensionamento da galeria pluvial (PREFEITURA DE APARECIDA DE GOIÂNIA, 2020).

Foram avaliadas as características topográficas da região, a sub-bacia de contribuição para o sistema de drenagem (córrego Santo Antônio), avaliação do índice pluviométrico regional, determinação e avaliação do coeficiente de escoamento superficial, dimensionamento hídrico dos condutos e verificações hidráulicas da rede existente (elementos que compõe o sistema pluvial). Sendo assim, foi possível a proposição de medidas que venham a atender a demanda de resolução dos problemas locais no aspecto de manejo de águas pluviais. Ainda foram propostas medidas mitigadoras do processo de drenagem pluvial de acordo com a gestão integrada de drenagem urbana e através de medidas sustentáveis de drenagem urbana, não se atendo apenas a medidas de controle estruturais.

3.1 Caracterização da área de estudo de caso

O local escolhido para o referido estudo de caso e consequente análise de drenagem urbana no controle de enchente no município de Aparecida de Goiânia, foi a Rua Niterói, localizada no Setor Jardim Paraíso. O Setor Jardim Paraíso foi criado na década de 70, através do Decreto número 186, aprovado em: 18/11/1977. O setor se encontra na planície de inundação do córrego Santo Antônio, onde a margem direita é ocupada por chácaras e algumas indústrias e na margem esquerda a ocupação é feita por residências.

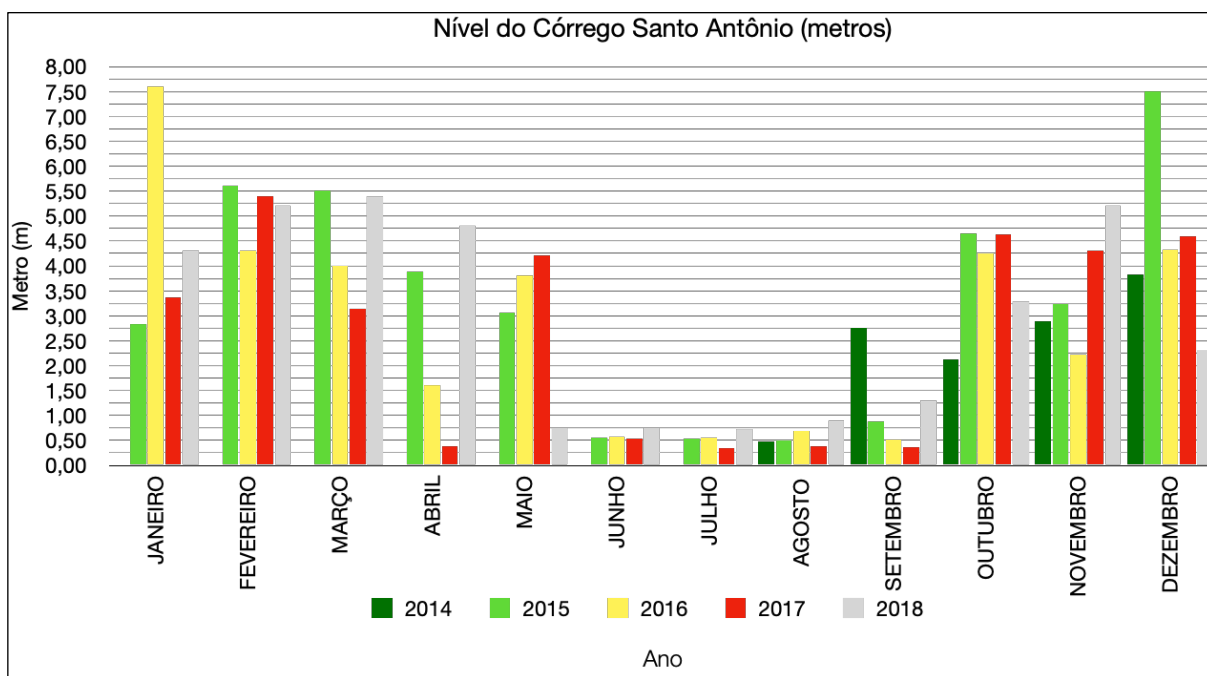
Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD) e pela Defesa Civil, que analisa de forma simultânea dados de dez pluviômetros, de um radar hidrológico remoto por satélite e de duas estações meteorológicas.

O radar hidrológico do município mede em tempo real o índice de chuvas e a profundidade do Córrego Santo Antônio, um dos principais da cidade. Assim, a Defesa Civil consegue mapear em quais regiões da cidade chove com maior frequência e qual a quantidade de chuva registrada a cada ano.

Ainda segundo a Prefeitura de Aparecida de Goiânia (2020), estão instalados desde outubro de 2014, nove pluviômetros automáticos remotos, duas estações meteorológicas e um radar hidrológico.

O radar hidrológico do Córrego Santo Antônio, situa-se no Setor Jardim Paraíso e vem fazendo medições do nível do Ribeirão desde o mês de agosto de 2014, como evidenciado no Gráfico 1. Os meses de mais baixo nível do córrego são os meses de junho até setembro, correspondente a meses de seca.

Gráfico 1- Dados estação hidrológica Ribeirão Santo Antônio – GO.



Fonte: Adaptado de CIHMEGO, 2021.

Os pluviômetros estão instalados na Vila Brasília, Parque Flamboyant, Cidade Vera Cruz, Setor Garavelo, Jardim Alto Paraíso, Serra das Areias, Veiga Jardim, Aterro Sanitário e Centro. Esses aparelhos são usados para recolher e medir, em milímetros, a quantidade de chuva precipitada durante um determinado tempo e local.

Segundo a Superintendência Municipal de Proteção e Defesa Civil - SUPDEC (2021), de Aparecida de Goiânia, no segundo semestre de 2020, a Rua Sergipe, esquina com a Rua Atlântida, também situadas no Setor Jardim Paraíso (nos fundos da Indústria Mabel – Pepsico), sofreu um transbordamento do Córrego Santo Antônio. Relatos contam que em 2009 houve um grande evento de inundação, e em 2014 a água chegou até 1,20 metros nas casas mais próximas do córrego, na Rua Niterói, localizada de acordo com a Figura 6.

Figura 6 - Localização da Rua Niterói no bairro Jardim Paraíso

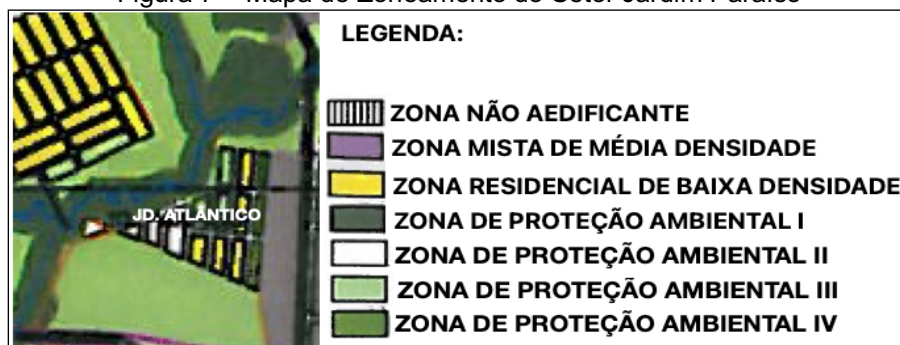


Fonte: adaptado de Google Maps (2021).

A Rua Londrina é possível verificar uma depressão topográfica, onde se pode concluir que há o escoamento de água pluvial.

Definidas as zonas de uso do município de Aparecida de Goiânia, o Plano Diretor apresenta, através do texto e do mapa de zoneamento (Figura 7), o Setor Jardim Paraíso que possui zona residencial de baixa densidade, zona de Proteção ambiental II, zona de Proteção III e zona de Proteção IV.

Figura 7 - Mapa de Zoneamento do Setor Jardim Paraíso



Fonte: adaptado de Oliveira (2005).

Segundo Oliveira (2005), a Zona Residencial de Baixa Densidade é a zona destinada prioritariamente à moradia, com no máximo 36 (trinta e seis) unidades habitacionais por hectare. Nesta zona nenhum lote admitirá um número de unidades residenciais superior à relação de uma unidade habitacional para cada 180 (cento e oitenta) metros quadrados da sua área. A área mínima dos lotes nessa zona é de 360 m² com índice de permeabilidade de 30%.

Ainda, para Oliveira (2005), Zona de Proteção Ambiental II (ZPA – II) é a zona destinada à preservar e restaurar os processos ecológicos e combater a degradação ambiental em todas as suas formas, garantindo o desenvolvimento sustentável viabilizado por meio de atividades recreativas, técnico-científicas compatíveis.

Quanto a localização a ZPA – II correspondem as Unidades de Conservação. Consideram-se como Unidades de Conservação os sítios ecológicos de relevante importância cultural, como Parques municipais; Estações e reservas ecológicas; Reservas biológicas; Jardim Botânico; Área de Proteção Ambiental (APA); Reserva Particular de Patrimônio Natural (RPPN); Bosques e matas definidos a ser protegidos nos projetos de parcelamento do solo urbano; Florestas municipais; Jardim Zoológico; Horta florestal; Os topos e encostas do Conjunto da Serra da Lajinha e da Serra das Areias.

Para Oliveira (2005), Zona de Proteção Ambiental III (ZPA – III) é aquela destinada à função complementar do processo natural de recarga do lençol freático e a ventilação da cidade, reduzindo os impactos que o ambiente construído das demais zonas possam causar às áreas de proteção permanente.

Já a Zona de Proteção Ambiental IV (ZPA – IV), compreende de espaços abertos, não edificadas e com arborização e paisagem cultivada ou nativa com no mínimo 50% de área permeável, e é destinada ao desenvolvimento de atividades de lazer, como praças, parques infantis, parques esportivos, rótulas e ilhas do sistema viário e espaços para vegetação nos logradouros públicos e à recarga do lençol freático, garantindo o desenvolvimento sustentável.

O Setor Jardim Paraíso, conta ainda com a presença de fossas no que tange o quesito de saturação do solo, não possui áreas de instabilidade geotécnica como trincas nas moradias, feições erosivas, inclinação de árvores, poste e muros, trincas nos terrenos. Possui uma vegetação acima de 50%, com uma consolidação de 50% construída. É ocupado por casas de alvenaria, não possuindo edifícios. Segundo a SUPDEC (2021) o setor possui um grau de risco alto para a tipologia do processo de inundação, com 15 imóveis em risco e com 60 pessoas em risco.

No início da Rua Niterói, próximo a rua Dr. Omar Carneiro, na chácara ali existente (Spazio Vital Eventos) e em residências, a água alcançou a altura de 0,80 metros no último evento de cheia de 2019. Como evidenciado nas Figuras 8, 9, 10 e 11.

Figura 8 – Inundação residencial na Rua Niterói, Setor Jardim Paraíso, em frente à chácara para eventos Spazio Vital Eventos - 2019



Fonte: Acervo institucional da SUPDEC – Aparecida de Goiânia.

Figura 9 – Inundação da Rua Niterói, Setor Jardim Paraíso, em frente à chácara para eventos Spazio Vital Eventos - 2019



Fonte: Acervo institucional da SUPDEC – Aparecida de Goiânia.

Figura 10 – Inundação da chácara para eventos Spazio Vital Eventos, na Rua Niterói - 2019



Fonte: Acervo institucional da SUPDEC – Aparecida de Goiânia.

Figura 11 – Inundação da Rua Niterói, Setor Jardim Paraíso, na chácara para eventos Spazio Vital Eventos - 2019



Fonte: Acervo institucional da SUPDEC – Aparecida de Goiânia.

3.2 Metodologia do Cálculo

Segundo Azevedo Netto e Fernández y Fernández (2015) são consideradas pequenas bacias hidrográficas, áreas com até 2 ha (hectares) ou 20 mil metros quadrados, que denominam as bacias urbanas de micro-drenagem, e pode ser utilizado o Método Racional para o cálculo de vazão. A simplicidade de sua aplicação e a facilidade do conhecimento e controle dos fatores a serem considerados o torna de uso bastante difundido no estudo das cheias de pequenas bacias hidrográficas.

3.2.1 Período de Retorno

De acordo com Azevedo Netto e Fernández y Fernández (2015), o período de retorno é o inverso da probabilidade de um determinado evento hidrológico ser igualado ou excedido em um ano qualquer.

Ao decidir-se que uma obra será projetada para uma vazão com Período de Retorno " T_R ", decide-se o risco que se pretende correr durante a vida útil da obra, levando em conta considerações econômicas, uma vez que, quanto maior o Período de Retorno, maiores as dimensões da obra e menores os riscos de que ela venha a falhar durante o período recomendado.

Para esta análise ficaram definidos Períodos de Retorno de 2, 5 e 10 anos para o dimensionamento das galerias neste estudo.

3.2.2 Coeficiente de *Run-Off*

Para Azevedo Netto e Fernández y Fernández (2015), do volume total precipitado sobre a bacia, apenas uma parte atinge a seção de vazão sob a forma de escoamento superficial. Uma outra parte está sujeita a infiltração e evaporação. O volume escoado é, então, um resíduo do volume precipitado e a relação entre os dois é o que se denomina de Coeficiente de *Run-Off*.

A definição do coeficiente a ser adotado apresenta valores em função do tipo de ocupação da área de acordo com a Zona de concentração de prédios comerciais e/ou residenciais: 0,85.

3.2.3 Tempo de Concentração

Para Azevedo Netto e Fernández y Fernández (2015), tempo de concentração é o intervalo de tempo contado a partir do início da precipitação, para que toda a bacia hidrográfica correspondente passe a contribuir na seção em estudo. Corresponde a duração da trajetória da partícula de água que demora mais para atingir a seção considerada.

A Aplicação do método racional tem como base que a máxima vazão ocorre quando toda a bacia está contribuindo na seção em estudos, isto é, quando a duração da chuva é igual ou superior ao tempo de concentração. O Tempo de Concentração é constituído de duas parcelas (Equação 1):

$$T_c = t_i + t_p \quad (1)$$

onde: T_c = tempo de duração em minutos; t_i = tempo de escoamento superficial, em

minutos e tp = tempo de percurso dentro da galeria, em minutos.

O tempo de percurso, tp , (Equação 2) foi definido em função das características hidráulicas, sendo:

$$tp = L/V \quad (2)$$

onde: L = comprimento do trecho, em metros (m) e V = velocidade, em metros por segundo (m/s).

3.2.4 Determinação do Traçado da Rede

O traçado das redes procurou obedecer ao sentido natural de escoamento das águas no terreno, em função da sua topografia, definida através de métodos computacionais (Google Earth) e comparadas com o projeto de drenagem pluvial. Uma vez definido o traçado da rede e a localização dos PV's (poços de visita) e bocas-de-lobo, partiu-se para o dimensionamento propriamente dito das estruturas de drenagem.

3.2.5 Vazões de Projeto

Para Azevedo Netto e Fernández y Fernández (2015), o cálculo das vazões de dimensionamento das estruturas de drenagem foi feito através da aplicação do Método Racional, no qual a vazão de enchente é determinada em função da precipitação, da área e das características de recobrimento da bacia, sendo expressa pela (Equação 3):

$$Q = C . i . A \quad (3)$$

onde: Q = vazão de enchente na seção de drenagem (m^3/s); C = coeficiente de escoamento superficial da bacia hidrográfica (*run-off*); i = intensidade média da precipitação sobre toda a área da bacia, com duração igual ao tempo de concentração (mm/s por hectare) e A = área da bacia hidrográfica em hectare (ha).

As áreas contribuintes do trecho da rede da rua Niterói foram determinadas pela análise do levantamento planialtimétrico da área ao redor da rua em estudo através do Google Earth, onde se observou a declividade do terreno para cada boca de lobo e seu respectivo poço de visita (PV), considerando a contribuição da pista em toda extensão de acordo com a sua seção transversal de 7,5 metros, assim como praticado por CMTC, 2013.

3.2.6 Intensidade Pluviométrica

Para determinação da precipitação utilizou-se o método da equação da curva IDF (Intensidade Duração - Frequência) específica da região do Município de Aparecida de Goiânia, proposta por Costa e Prado (2002).

A Equação 4 é válida para $1 \text{ ano} \leq T_R \leq 8 \text{ anos}$:

$$i = \frac{B_1 \left(T_R \frac{\alpha + \beta}{T_R} \right)^\delta}{(t+c)^b} \quad (4)$$

Já a Equação 5 é válida para $8 \text{ anos} \leq T_R \leq 100 \text{ anos}$:

$$i = \frac{B_2 T_R^\alpha}{(t+c)^b} \quad (5)$$

em que i é a intensidade da chuva (mm h^{-1}), t é o tempo de concentração (minutos), T_R é o período de retorno em anos; B_1 , b e c são parâmetros regionais que descrevem características locais; α , β , δ e γ são parâmetros regionais que dependem do período de retorno.

O tempo de concentração adotado foi de 5 minutos iniciais e o tempo de retorno de 2, 5 e 10 anos.

De acordo com Costa e Prado (2002), para o município de Aparecida de Goiânia - Goiás, tem-se que $b = 0,96253$, $c = 23,908$ e $B_1 = 53,1178$.

3.2.7 Velocidade de Projeto

Conforme Azevedo Netto e Fernández y Fernández (2015), para se evitar que haja sedimentação de material sólido em suspensão na água e que as condições de alto limpeza da galeria sejam preservadas a velocidade mínima de projeto se restringiu ao valor de $v = 0,75 \text{ m/s}$. A fim de se evitar danos erosivos à tubulação, a velocidade máxima de projeto foi restringida ao valor de $v = 5,0 \text{ m/s}$.

3.2.8 Cálculo dos Coletores

Foi adotada a fórmula de *Manning* para o cálculo dos coletores. Para tanto foi considerada que a lâmina d'água nas galerias circulares deverá ficar entre $20\% \leq h/D \leq 85\%$ (altura sobre o diâmetro), o que permite que o tubo trabalhe como conduto livre e também possibilite o transporte de materiais em suspensão.

3.2.9 Bocas de Lobo

A boca de lobo guia com depressão, presente na rua Niterói, comporta-se como um vertedouro de seção retangular, cuja capacidade de esgotamento é dada pela Equação 6, segundo Azevedo Netto e Fernández y Fernández (2015).

$$Q = 1,7 \cdot L \cdot y^{3/2} \quad (6)$$

onde: Q representa a vazão drenada (m^3/s), L é o comprimento da respectiva soleira (m) e y refere-se à altura que a lâmina d'água atinge no ponto da abertura do dispositivo (m). Para os cálculos, utilizou-se dois fatores de redução, um para a capacidade de esgotamento em função da declividade das sarjetas (0,8), e outro para a obstrução por detritos e irregularidades do pavimento próximo às sarjetas (0,8).

4. RESULTADOS

Através de métodos computacionais fornecidos pelo Google Earth foi possível traçar as cotas montante e jusante de cada ponto nas ruas contribuintes da drenagem.

A Figura 12 demonstra a Rua Niterói no Setor Jardim Paraíso e o seu perfil de elevação, evidenciando a sua menor cota de 738 metros e uma inclinação do terreno de 3,5%.

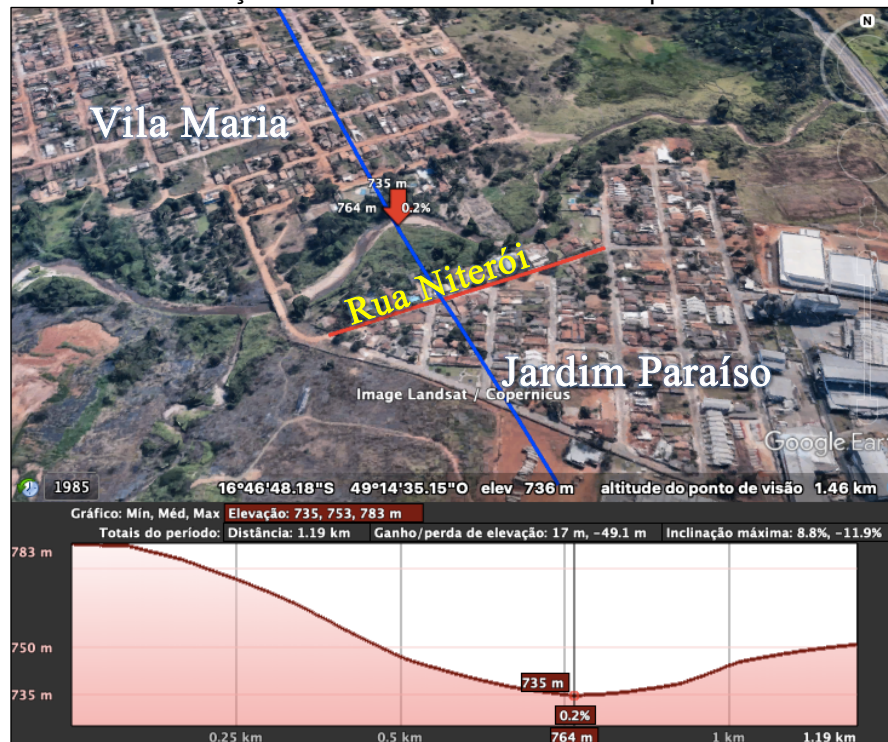
Figura 12 – Perfil de Elevação da Rua Niterói.



Fonte: Google Earth (2021).

A rua Niterói, encontra-se na planície de inundação do Córrego Santo Antônio além de situar em local pouco elevado. Devido ao setor vizinho ao setor Jardim Paraíso (Setor Vila Maria) se encontrar em uma cota de elevação muito acentuada, a drenagem pluvial do Setor Vila Maria é lançado no Córrego Santo Antônio, o que contribui para o aumento do nível do córrego e seu transbordamento. As ruas do setor Jardim Paraíso também são drenadas naturalmente para o córrego Santo Antônio, sendo a Rua Niterói a de cota mais baixa, fazendo com que a sua rede de drenagem pluvial deva atender as ruas a montante dela.

Figura 13 – Perfil de Elevação no sentido do Setor Vila Maria para o Setor Jardim Paraíso



Fonte: Adaptado de Google Earth (2021).

A Tabela 1 resume os equipamentos de drenagem urbana da rua Niterói em estudo.

Tabela 1 - Relação de equipamentos de drenagem da Rua Niterói

Equipamento	Quantidade
Tubulações (m)	243,4
Bocas de lobo duplas (unid.)	5
Poços de visita (unid.)	5

Fonte: Autora (2021).

As bocas de lobo presentes na rua são todas do tipo boca de lobo de guia com depressão, como evidenciado na Figura 14.

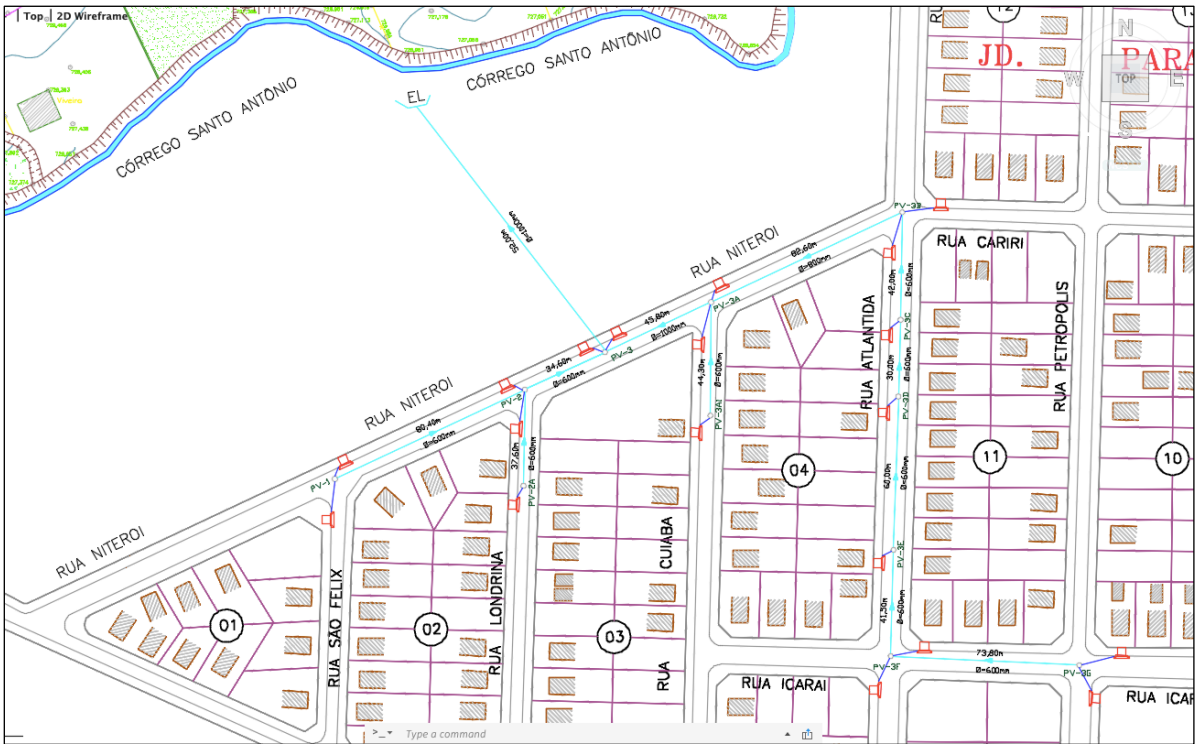
Figura 14 – Foto das bocas de lobo de guia com depressão na rua Niterói.



Fonte: Autora (2021).

Foram realizados os cálculos de projeto de drenagem pluvial pelo método racional, considerando a localização e quantidades de equipamentos de drenagem já existentes na rua Niterói e demais áreas de contribuição, a fim de se constatar falhas no projeto. A Figura 15 apresenta o traçado da rede de drenagem da área de estudo.

Figura 15 – Trecho da rede de drenagem urbana existente no Setor Jardim Paraíso



Fonte: Adaptado de Prefeitura de Goiânia (2021).

As fórmulas e os cálculos foram baseados na literatura presente em Azevedo Netto e Fernández y Fernández (2015).

Resumindo, foram considerados para os cálculos de dimensionamento hidráulico os tempos de retorno de 2, 5 e 10 anos para o município de Aparecida de Goiânia.

Tabela 2 - Relação de equipamentos de drenagem da Rua Niterói

Intensidade (l/s·ha)	
TR = 2 ANOS	2,42
TR = 5 ANOS	2,87
TR = 10 ANOS	3,31

Fonte: Autora (2021).

O Coeficiente de escoamento utilizado para os cálculos foi de 0,85, correspondente a regiões urbanizadas. O Coeficiente de Rugosidade (n) adotado foi de 0,013 para vias públicas asfaltadas. A velocidade real da água no coletor foi encontrada correlacionando a vazão do projeto pela vazão à seção plena com sua respectiva velocidade de projeto pela velocidade à seção plena, através de tabela, encontrando-se assim a velocidade real do escoamento no coletor. Para o cálculo da área de contribuição considerou-se a largura total da pista de rolamento, já que o sentido de escoamento é só para um lado da pista e a mesma possui 7,5 metros multiplicado pela extensão do trecho. As cotas a montante e a jusante do projeto foram obtidas através do método computacional do programa Google Earth, devido a indisponibilidade de dados planialtimétricos da região.

Na Tabela 3 são apresentadas as memórias de cálculo das galerias de águas pluviais com o tempo de retorno de 2 anos, utilizando as nomenclaturas e extensões dos postos de visitas do projeto da prefeitura de Aparecida de Goiânia.

Tabela 3 – Memorial de Cálculo de Drenagem Pluvial – Tempo de Retorno de 2 anos.

Rua	Trecho	Extensão L (m)	Área de Contrib. (ha)	Cota do Terreno		Declividade (%)	Diâmetro	Tempo esc. (min.)	Vazão Q (m³/s)	Velocidade Real
			Acumulada	Mont.	Jus.		φ comercial (mm)			V (m/s)
Niterói	PV 3B - PV 3A	82,6	2,47	739,0	738,0	1,2%	1500	0,89	1,28	1,54
	PV 3A - PV 3	45,8	3,15	739,5	738,0	3,3%	1500	0,41	0,71	1,84
	PV 2 - PV 3	34,6	0,89	739,0	738,0	2,9%	800	0,27	0,53	2,12
	PV 1 - PV 2	80,4	0,60	739,0	738,0	1,2%	800	0,82	1,24	1,63
Icarai	PV 3G - PV 3F	73,8	0,55	750,0	749,0	1,4%	800	0,75	1,14	1,64
Atlantida	PV 3F - PV 3E	41,5	0,86	752,0	751,0	2,4%	800	0,41	0,64	1,69
	PV 3E - PV 3D	60,0	1,31	751,0	748,0	5,0%	800	3,34	0,93	0,30
	PV 3D - PV 3C	30,0	1,54	748,0	743,0	16,7%	800	0,16	0,46	3,06
	PV 3C - PV 3B	42,0	1,85	743,0	739,0	9,5%	800	0,25	0,65	2,78
Cuiabá	PV 3A1 - PV 3A	44,3	0,33	739,0	732,8	14,1%	400	0,21	0,68	3,48
Londrina	PV 2A - PV 2	37,6	0,28	749,0	743,0	16,0%	400	0,18	0,58	3,50
FIM	PV 3 - CÓRREGO	52,0	4,43	739,0	736,0	5,8%	1200	0,38	0,80	2,28

Fonte: Autora (2021).

Na Tabela 4 são apresentadas as memórias de cálculo das galerias de águas pluviais, com o tempo de retorno de 5 anos. Nota-se um ligeiro aumento da vazão e da velocidade de escoamento, com aumentos no diâmetro de alguns coletores

Tabela 4 – Memorial de Cálculo de Drenagem Pluvial – Tempo de Retorno de 5 anos.

Rua	Trecho	Extensão L (m)	Área de Contrib. (ha)	Cota do Terreno		Declividade (%)	Diâmetro	Tempo esc. (min.)	Vazão Q (m³/s)	Velocidade Real
			Acumulada	Mont.	Jus.		φ comercial (mm)			V (m/s)
Niterói	PV 3B - PV 3A	82,6	2,47	739,0	738,0	1,2%	1500	0,85	1,51	1,61
	PV 3A - PV 3	45,8	3,15	739,5	738,0	3,3%	1500	0,40	0,84	1,92
	PV 2 - PV 3	34,6	0,89	739,0	738,0	2,9%	800	0,26	0,63	2,22
	PV 1 - PV 2	80,4	0,60	739,0	738,0	1,2%	1000	0,79	1,47	1,70
Icarai	PV 3G - PV 3F	73,8	0,55	750,0	749,0	1,4%	800	0,72	1,35	1,72
Atlantida	PV 3F - PV 3E	41,5	0,86	752,0	751,0	2,4%	1000	0,39	0,76	1,77
	PV 3E - PV 3D	60,0	1,31	751,0	748,0	5,0%	1000	3,34	1,10	0,30
	PV 3D - PV 3C	30,0	1,54	748,0	743,0	16,7%	800	0,16	0,55	3,19
	PV 3C - PV 3B	42,0	1,85	743,0	739,0	9,5%	1000	0,24	0,77	2,90
Cuiabá	PV 3A1 - PV 3A	44,3	0,33	739,0	732,8	14,1%	500	0,20	0,81	3,64
Londrina	PV 2A - PV 2	37,6	0,28	749,0	743,0	16,0%	400	0,17	0,69	3,65
FIM	PV 3 - CÓRREGO	52,0	5,90	739,0	736,0	5,8%	1500	0,36	0,95	2,38

Fonte: Autora (2021).

Por último, na Tabela 5 são apresentadas as memórias de cálculo das galerias de águas pluviais, com o tempo de retorno de 10 anos. Um ligeiro aumento na vazão e na velocidade de escoamento se comparado aos demais períodos de retorno (2 e 5 anos), com aumentos no diâmetro de alguns coletores.

Tabela 5 – Memorial de Cálculo de Drenagem Pluvial – Tempo de Retorno de 10 anos.

Rua	Trecho	Extensão L (m)	Área de Contrib. (ha)	Cota do Terreno		Declividade (%)	Diâmetro	Tempo esc. (min.)	Vazão Q (m³/s)	Velocidade Real
			Acumulada	Mont.	Jus.		φ comercial (mm)			V (m/s)
Niterói	PV 3B - PV 3A	82,6	2,47	739,0	738,0	1,2%	1500	0,82	1,74	1,67
	PV 3A - PV 3	45,8	3,15	739,5	738,0	3,3%	1500	0,38	0,97	1,99
	PV 2 - PV 3	34,6	0,89	739,0	738,0	2,9%	1000	0,25	0,73	2,30
	PV 1 - PV 2	80,4	0,60	739,0	738,0	1,2%	1000	0,76	1,70	1,76
Icarai	PV 3G - PV 3F	73,8	0,55	750,0	749,0	1,4%	1000	0,69	1,56	1,78
Atlantida	PV 3F - PV 3E	41,5	0,86	752,0	751,0	2,4%	1000	0,38	0,88	1,83
	PV 3E - PV 3D	60,0	1,31	751,0	748,0	5,0%	1000	3,34	1,27	0,30
	PV 3D - PV 3C	30,0	1,54	748,0	743,0	16,7%	800	0,15	0,63	3,31
	PV 3C - PV 3B	42,0	1,85	743,0	739,0	9,5%	1000	0,23	0,89	3,00
Cuiabá	PV 3A1 - PV 3A	44,3	0,33	739,0	732,8	14,1%	500	0,20	0,94	3,77
Londrina	PV 2A - PV 2	37,6	0,28	749,0	743,0	16,0%	400	0,17	0,79	3,79
FIM	PV 3 - CÓRREGO	52,0	4,43	739,0	736,0	5,8%	1500	0,35	1,10	2,46

Fonte: Autora (2021).

4.1 Constatação de Falhas e solução

Ao se comparar os valores obtidos do diâmetro dos coletores calculados e dos coletores existentes no projeto de drenagem pluvial da região, onde todos os poços de visita situados nas Ruas Niterói, Icarai, Atlantida e o final da drenagem (PV 3 – Córrego) estão subdimensionados. Já os poços de visita das ruas Cuiabá e Londrina

estão superdimensionados em um valor aceitável, como mostrado na Tabela 6.

Tabela 6 – Comparação entre os diâmetros dos coletores PV's calculados e o projetado

Rua	Trecho	Diâmetro Comercial Calculado $\varnothing$ (mm) TR = 2 anos	Diâmetro Comercial Calculado $\varnothing$ (mm) TR = 5 anos	Diâmetro Comercial Calculado $\varnothing$ (mm) TR = 10 anos	Diâmetro Projetado Existente $\varnothing$ (mm)
Niterói	PV 3B - PV 3A	1500	1500	1500	800
	PV 3A - PV 3	1500	1500	1500	1000
	PV 2 - PV 3	800	800	1000	600
	PV 1 - PV 2	1000	1000	1000	600
Icarai	PV 3G - PV 3F	800	800	1000	600
Atlantida	PV 3F - PV 3E	1000	1000	1000	600
	PV 3E - PV 3D	1000	1000	1000	600
	PV 3D - PV 3C	800	800	800	600
	PV 3C - PV 3B	1000	1000	1000	600
Cuiabá	PV 3A1 - PV 3A	500	500	500	600
Londrina	PV 2A - PV 2	400	400	400	600
FIM	PV 3 - CÓRREGO	1500	1500	1500	1000

Fonte: Autora (2021).

No que tange a distância entre os poços de visita, Azevedo Netto e Fernández y Fernández (2015) aconselham que a distância entre eles não ultrapasse 70 metros, fazendo com que as distâncias entre os PV's da Rua Niterói (PV 3B - PV 3A) e (PV 1 - PV 2) e os PV's da Rua Icarai (PV 3G - PV 3F) não estejam de acordo. Para solução, deveria ser construído entre cada um desses trechos outro PV, para facilitar a manutenção da rede de drenagem. Recomenda-se também manter uma distância máxima de 60 metros entre cada boca de lobo, caso não seja analisada a capacidade de escoamento da sarjeta.

Quanto a velocidade de escoamento nos coletores, têm-se que ela deve estar entre 0,75 m/s e 5,0 m/s. Todos os trechos da Rua Niterói possuíam velocidade de escoamento plausível e dentro do intervalo correto, nos tempos de retorno de 2, 5 e 10 anos. O único trecho que não alcançou a velocidade mínima de escoamento foi na rua Atlantida no trecho (PV 3E - PV 3D), com uma velocidade de 0,30 m/s. Como solução deveria-se aumentar a declividade deste trecho.

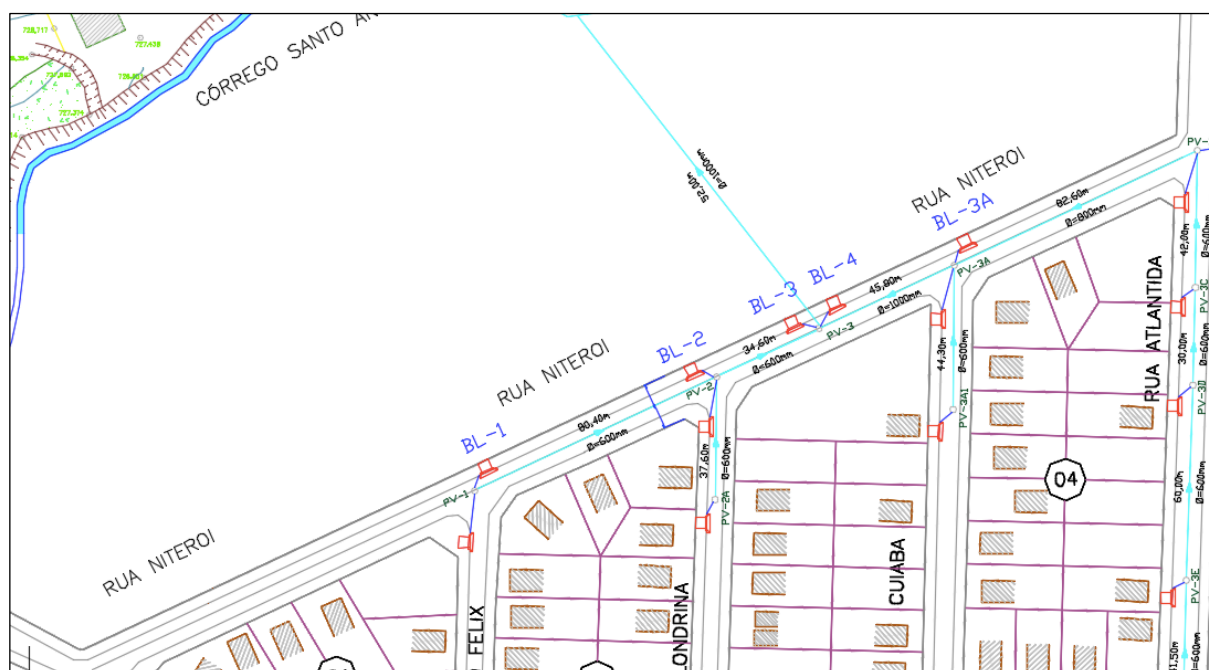
A análise de capacidade de engolimento/esgotamento das bocas de lobo da rua Niterói é apresentada na Tabela 7. As bocas de lobo da rua Niterói são de 1,50 metros de soleita por 0,15 metros de altura de lâmina d'água. As bocas de lobo foram nomeadas conforme os PV's do projeto, mostrados na Figura 16.

Tabela 7 – Bocas de Lobo da rua Niterói e a capacidade de esgotamento

Rua	Boca de Lobo	Vazão existente	CAPACIDADE DE ESGOTAMENTO (l/s)
Niterói	3A	127,51	94,81
	3	70,70	94,81
	4	53,41	94,81
	2	124,12	94,81
	1	65,70	94,81

Fonte: Autora (2021).

Figura 16 – Localização e nomenclatura das bocas de lobo existentes na rua Niterói



Fonte: Autora (2021).

Conforme a Tabela 7, as bocas de lobo 2 e 3A estão subdimensionadas. Para se adequarem a vazão existente, deveriam ser redimensionadas as larguras das soleiras, em 2,8 metros ao invés dos 1,5 metros existentes.

Em relação à área inundada, as inundações que ocorrem no Jardim Paraíso, na Rua Niterói, decorre do transbordamento do córrego Santo Antônio, em virtude da ocupação da cota de inundação do córrego e do subdimensionamento do sistema de drenagem pluvial. Como medidas sustentáveis de gestão de drenagem integrada deveria ser feitas melhorias nas margens do córrego, com plantação de mata ciliar para melhoria do processo de infiltração do solo. Também poderiam ser substituídas as calçadas de concreto da rua Niterói por passeios gramados com trincheiras de infiltração (Figura 17), ou com pisos drenantes. **Tempo verbal**

Figura 16 – Trincheira de infiltração em passeio gramado



Fonte: adaptado de (TASSI et al., 2016).

Poderiam também incentivar a população do setor Jardim Paraíso a reservarem a água da chuva captada pelos telhados por meio de reservatórios de retenção, que

poderiam ser feitos com caixas d'água ou tambores (Figura 17), para diminuir o lançamento de água no córrego Santo Antônio e assim diminuir o seu extravasamento.

Figura 17 – Reservatório de retenção



Fonte: (TASSI et al., 2016).

Ao longo da margem do córrego Santo Antônio, próximo à rua Niterói, poderia-se fazer valas de infiltração com materiais permeáveis para reservar a água extravasada no período de cheia até a infiltração natural da água (Figura 18).

Figura 17 – Vala de infiltração



Fonte: (TASSI et al., 2016).

Acredita-se que além dos eventos de cheia, o que pode colaborar para o aumento dessas águas, seja o mau dimensionamento da galeria que passa sob a BR-153, o qual deve ser redimensionado o seu vão hidráulico, para dar maior vazão em épocas de cheias.

No fundo da empresa Matsui, localizada também na Rua Niterói, no período da vistoria da Defesa Civil, em 2020, foi verificado que se estava realizando uma obra de alteamento e melhorias das margens direita do córrego Santo Antônio, o que deve impedir a entrada da água na empresa por esse ponto. Acredita-se que além dos eventos de cheia, o que pode colaborar para o aumento dessas águas, seja o mau dimensionamento da galeria que passa sob a BR-153.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo analisou o sistema de drenagem pluvial urbana já consolidado na rua Niterói do setor Jardim Paraíso, no município de Aparecida de Goiânia, Estado de Goiás. Concluiu-se que existem falhas na drenagem pluvial da região, porém de possíveis soluções. A adoção de um ou outro método compensatório de drenagem pluvial depende de custos e de características socioeconômicas e de desenvolvimento local. Por fim, a constatação das falhas verificadas possui ligação direta com a crescente urbanização da área de estudo aliada ao subdimensionamento do sistema de microdrenagem, tanto das bocas de lobo quanto das galerias de águas pluviais (GAPs). O fato da rua Niterói se encontrar na planície de inundação do córrego Santo Antônio, que é um processo natural nas cheias, colabora para o processo de enchente e inundação local. A ocupação da área inundável da planície do córrego não deveria acontecer se existisse um plano Diretor de Drenagem Urbana no município e se ele fosse cumprido. Medidas estruturais são onerosas e nem sempre o município terá condições de arcar com os custos, porém, como já existem ocupações em lugares indevidos, melhorias devem ser realizadas a fim de mitigar o problema, devendo-se dar prioridades a ações sustentáveis de drenagem integrada.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, V. G.; ROMÃO, P. A. **A dinâmica espacial da Bacia do Córrego Granada em Aparecida de Goiânia (GO) e a fragilidade do relevo aos processos erosivos antrópicos**. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

AZEVEDO NETTO, J. M. de, FERNÁNDEZ Y FERNÁNDEZ, M. **Manual de hidráulica**. 9. ed. – São Paulo: Blucher, 2015.

BASSO, L.; WEIXTER, C. A.; SILVA, B. M.; ALMEIDA, F. C. **Gerenciamento da drenagem urbana: Um desafio multidisciplinar e multissetorial**. Revista Conexão Eletrônica – Três Lagoas, MS - Volume 15 – Número 1, 2018.

BOTELHO, M. H. C. **Águas de chuva: engenharia das águas pluviais nas cidades**. 2.ed. São Paulo. Ed. Edgar Blucher Ltda., 1998.

CANHOLI, A. P. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

CASTRO, A. L. C. de. **Manual de desastres: desastres naturais**. Brasília (DF): Ministério da Integração Nacional, 2003.

CLIMATE. **Dados Climáticos para Cidades Mundiais**. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org>>, acesso em 03 de janeiro de 2021.

COMPANHIA METROPOLITANA DE TRANSPORTES COLETIVOS – CMTc. **Projeto Executivo de Implantação do Corredor Norte – Sul com a Solução do Tipo “Bus Rapid Transit” – BRT-NS**. Material para análise prévia. Projeto de Drenagem. Goiânia, 2013.

COSTA, A. R. da; PRADO, L. de A. **Espacialização de equações de chuva no cerrado goiano e sul do Estado do Tocantins**. Anais XXXI CONBEA-Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola da SBEA. Anais em CD, Salvador, BA, 2002.

COSTA, H.; TEUBER, W. **Enchentes no Estado do Rio de Janeiro – Uma Abordagem Geral**. Rio de Janeiro: SEMADS (Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável), 2001.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/aparecida-de-goiania/pesquisa/19/29765>>. Acesso: acesso em 06 de janeiro de 2021.

LAMBERTUCCI, E. P. R., RODRIGUES, C. A., SUKADA, M.M., DIAS, L. S. **Soluções em drenagem urbana e controle de enchentes: Métodos de gerenciamento e suas tecnologias**. 16º Congresso Nacional de Iniciação científica. Faculdade de Jaguariúna, 2016.

MARTINS, J. R. S. **Gestão da drenagem urbana: só tecnologia será suficiente?** Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. Artigo Científico, 2012.

MATOS, R. A. **Estudo de Caso sobre o Processo de Planejamento, Implantação e Controle dos Procedimentos Construtivos decorrentes do Sistema de Drenagem**

Urbana na Rua Leonildes Coelho do Município de São José – SC. Lages, Santa Catarina, 2014.

MINISTÉRIO DAS CIDADES / INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT – **Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios.** Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007. 176 p.

MONTES, R. M.; LEITE, J. F. **A drenagem urbana de águas pluviais e seus impactos. Cenário atual da Bacia do Córrego Vaca – Brava, Goiânia – GO.** Universidade Católica de Goiás, Goiânia – GO, 2016.

NETO, A. C. **Sistemas Urbanos de drenagem.** São Paulo: Abrade, 2009.

OLIVEIRA, C. J. F. **Erosão urbana na bacia do córrego Santo Antônio em Aparecida de Goiânia/Goiás: análise e diretrizes para controle.** 2005. 230 f. Dissertação (mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2005.

PAZ, A. R. **Hidrologia Aplicada: Texto básico.** Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - Caxias do Sul, 2004.

PINHO, D., FERNANDES, R. L. G., FERNANDES, V. A. C. **Ação emergencial para reconhecimento de áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massa e enchentes.** MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Superintendência Regional de Goiânia – SUREG – GO. Departamento de Gestão Territorial – DEGET. Aparecida de Goiânia – Goiás, 2017.

PINTO, J. V. C. **Impactos socioambientais na serra das areias decorrentes do crescimento urbano desordenado em Aparecida de Goiânia.** Anais... XIV Encontro Nacional de Geógrafos. 16 a 21 de julho de 2006 – Rio Branco – AC. 2006.

PORTO, R. M. **Hidráulica Básica.** São Carlos – SP. Publicação EESC – USP, 1999.

PREFEITURA DE APARECIDA DE GOIÂNIA. **Moradores de Aparecida passam a receber alerta de desastres naturais da Defesa Civil.** Disponível em: <<http://www.aparecida.go.gov.br/moradores-de-aparecida-passam-receber-alerta-de-desastres-naturais-da-defesa-civil/>>. Acesso: acesso em 20 de dezembro de 2020.

RODRIGUES, A. P. **Caracterização do Meio Físico, dos Recursos Minerais e Hídricos do Município de Aparecida de Goiânia.** Goiânia: Superintendência de Geologia e Mineração, 2005.

SILVA, G. F. N., HORA, K. E. R. **O Plano Diretor Municipal e sua interface com a drenagem urbana.** Revista LABVERDE n°7 – Artigo n°07, 2013.

SILVA, R. T.; PORTO, M. F. A. **Gestão urbana e gestão das águas: caminhos da integração.** Estudos Avançados 17 (47), 2003.

SILVEIRA, A. L. L. **Drenagem Urbana: Aspectos de Gestão.** Instituto de Pesquisas Hidráulicas Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Fundo Setorial de Recursos Hídricos (CNPq), 1 Ed., 2002.

SOUZA, V. C. B. **Gestão de drenagem urbana no Brasil: desafios para a sustentabilidade.** Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA), v.1, n.1, p. 057-072, Alagoas, 2013.

SUPERINTENDÊNCIA MUNICIPAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL - SUPDEC, 2021. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/1ZY2qanwVgbp2-5iJFazzeTCuR2tMLjty/view>>, acesso em: 27/06/2021.

TASSI, R.; ALLASIA PICCILLI, D. G.; BRANCHER, S. C.; ROMAN, C. A.
Preferências da população de diferentes estratos sociais no manejo das águas pluviais urbanas. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 16, n. 3, p. 39-52, jul./set. 2016.

TUCCI, C. E. M. **Drenagem urbana.** In Artigo. São Paulo: Cienc. Cult. vol. 55 no.4. São Paulo Oct./Dec, 2003.

_____. **Gestão da drenagem urbana.** Brasília, DF: CEPAL. Escritório no Brasil/IPEA, 2012.

_____. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas.** Ministério das Cidades – *Global Water Partnership - Wolrd Bank* – Unesco 2005.

TUCCI, C. E. M., GENZ, F., 1995, **Controle do Impacto da Urbanização**, in: TUCCI, C. E. M., PORTO, R. L., BARROS, M. T., *Drenagem Urbana*, Porto Alegre, Editora da Universidade, 428p., pp 277-347, 1995.



**INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
GOIÁS

Documento Digitalizado Público

TCC Versão Final

Assunto: TCC Versão Final
Assinado por: Gracielly Prado
Tipo do Documento: Documento de Oficialização da Demanda
Situação: Finalizado
Nível de Acesso: Público
Tipo do Conferência: Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Gracielly Silva Prado, AUX EM ADMINISTRACAO**, em 03/11/2021 09:14:53.

Este documento foi armazenado no SUAP em 03/11/2021. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 213625

Código de Autenticação: 02810c8884

