

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

RENAN RICARDO KREITLOW COSTA

**AVALIAÇÃO DE QUATRO PONTOS DE LANÇAMENTO DE
EMISSÁRIOS DE GALERIA DE ÁGUAS PLUVIAIS CONTRIBUINTES
DO RIO DO CAMPO NO MUNICÍPIO DE CAMPO MOURÃO,
PARANÁ**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO 2

CAMPO MOURÃO, PR

2017

RENAN RICARDO KREITLOW COSTA

**AVALIAÇÃO DE QUATRO PONTOS DE LANÇAMENTO DE
EMISSÁRIOS DE GALERIA DE ÁGUAS PLUVIAIS CONTRIBUINTES
DO RIO DO CAMPO NO MUNICÍPIO DE CAMPO MOURÃO,
PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior em Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, para obtenção do título de bacharel em engenharia civil.

Orientadora: Prof^ª. Ma. Paula Cristina de Souza

CAMPO MOURÃO, PR

2017



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Campo Mourão
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Departamento Acadêmico de Construção Civil
Coordenação de Engenharia Civil



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso

AValiação de Quatro Pontos de Lançamento de Emissários da Galeria de Águas Pluviais Contribuintes do Rio do Campo no Município de Campo Mourão, Paraná

por

Renan Ricardo Kreitlow Costa

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 10h20min do dia 23 de junho de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Helton Rogério Mazzer

(UTFPR)

Prof. Dr. Eudes José Arantes

(UTFPR)

Prof^ª. Ma. Paula Cristina de Souza

(UTFPR)

Orientadora

Responsável pelo TCC: **Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:

Prof. Dr. Ronaldo Rigobello

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família, minha mãe Ediméia Kreitlow Costa, meu pai Ricardo Kreitlow Costa e minha irmã Nicolly Priscila Kreitlow Costa por todo suporte e carinho durante todos estes anos de graduação que, apesar de distantes, sempre se fizeram presentes, seja por mensagens, ligações ou raras mas muito bem-vindas visitas.

Ao meu companheiro Jack Young, que apesar de também estar fisicamente distante, sempre me deu apoio e suporte que certamente foram imprescindíveis para que eu vencesse os obstáculos com que me deparei.

Aos meus leais e queridos amigos, Leandro, Daniel, Débora, Taciane, Sheila, Ana Raissa, Ana Paula, Gabriel, Rafael, Bruna, Haddan, Túlio, Stephanie, Fernando, Thayná e muitos outros que fizeram parte de momentos e histórias que não serão esquecidos.

E por fim, a todos os professores que compartilharam de seus conhecimentos e de diversas maneiras me instruíram e me ajudaram nesse período de crescimento profissional e pessoal. Dentre estes, agradeço especialmente a Professora Paula Cristina de Souza pela atenção e suporte na orientação deste trabalho de conclusão de curso.

RESUMO

COSTA, RENAN R. K. **Análise de emissários da galeria de águas pluviais contribuintes do Rio do Campo na região central do município de Campo Mourão, Paraná.** 2016. 52 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em engenharia civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2017.

A atual realidade dos meios urbanos sinaliza que é imprescindível aos gestores dos municípios estabelecerem planos e estratégias objetivando o controle e redirecionamento das águas pluviais para os corpos hídricos receptores, uma vez que transtornos causados pelas chuvas se acumulam, como alagamentos, inundações, erosão e desgaste das áreas urbanizadas. O correto dimensionamento do sistema de galerias de drenagem urbana traz como benefícios a rápida e eficiente remoção das águas pluviais dos centros urbanos, conseqüentemente aumentando o conforto e segurança da população, e reduzindo os impactos ambientais. Baseando-se nestes argumentos, o presente trabalho teve por objetivo principal a análise do dimensionamento e das atuais condições de quatro emissários finais do sistema de galerias de drenagem contribuintes do Rio do Campo no município de Campo Mourão, Paraná, através do recálculo das frações da malha de drenagem referentes aos quatro emissários e da observação das condições de execução, preservação e manutenção destes. Foi observado que todos os emissários analisados apresentaram problemas relacionados à execução ou manutenção e que 50% dos emissários possuem diâmetro final insuficiente, indicando problemas no dimensionamento original.

Palavras chave: Drenagem urbana, galerias de drenagem, águas pluviais

ABSTRACT

COSTA, RENAN R. K. **Analysis of the outfall pipes in the storm sewer system of the flow contributing to the River Campo, located in the central region of the municipality of Campo Mourão, Paraná, Brazil.** 2017. 52 f. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2017.

The current reality of urban environments indicates that it is vital for city and town managers to establish plans and strategies aiming to control and redirect rainwater to the receiving water bodies, as issues caused by rains accumulate, such as flooding, inundation, soil erosion and deterioration of urbanized areas. The proper design of the urban storm sewer systems has as benefits the rapid and efficient removal of rainwater from urban centers, consequently increasing the comfort and safety of the population, and reducing environmental impacts. Based on the previous arguments, the main objective of this work was to analyze the design and the current conditions of four final storm sewer outfall pipes whose flows contributes to Campo River in the municipality of Campo Mourão, Paraná, by redesigning the fractions of the storm sewer network connected to the four outfall pipes and by observing the conditions of their building, preservation and maintenance. It was observed that all analyzed outfall pipes presented problems related to the building or maintenance procedures and that 50% of the outfall pipes have inaccurate final diameter, indicating problems with the original design.

Key words: urban drainage, storm sewer, rainwater

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	2
2 OBJETIVOS	4
2.1 Objetivo Geral	4
2.2 Objetivos Específicos.....	4
3 JUSTIFICATIVA	5
4 REFERENCIAL TEÓRICO	6
4.1. Água, Sociedade e Drenagem Urbana.....	6
4.2. Inundações	9
4.3. Plano Diretor De Drenagem Urbana	10
4.4. Microdrenagem e Macrodrenagem	11
4.4.1 Medidas Estruturantes e Não Estruturantes.....	14
4.6. Equações de chuva	16
5.1 Localização	17
5.2 Levantamento teórico	18
5.3 Visitas <i>in loco</i>	18
5.4 Análise de impactos	18
5.5. Redimensionamento da galeria de drenagem	19
5.6 Verificações e sugestões de resolução de possíveis problemas	25
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
6.1 Identificação dos emissários do estudo	25
6.2 Caracterização dos emissários	27
6.2.1 Sugestões de reparo dos emissários	36
6.3 Verificação do dimensionamento de projeto	36
7 CONCLUSÃO	42
7. REFERENCIAS	48

Lista de Figuras

Figura 1 Crescimento da População Urbana nas últimas décadas.	6
Figura 2. Hidrogramas Hipotéticos.	7
Figura 3. Enchente de rio no estado de Alagoas.	8
Figura 4. Alagamento impede utilização de vias na zona norte da cidade do Rio de Janeiro. 9	
Figura 5. Microdrenagem Tradicional.	12
Figura 6. Poço de Visita.	13
Figura 7. Corte de Projeto de Boca de Lobo	13
Figura 8. Localização do Município de Campo Mourão	17
Figura 9. Equação de Chuva de Cianorte, PR.	16
Figura 10. Vista superior da área de estudo no município de Campo Mourão, Paraná 25	
Figura 11. Vista superior da área de estudo no município de Campo Mourão, Paraná 26	
Figura 12. Mapa das galerias de águas pluviais com os pontos identificados..... 27	
Figura 13. Ponto final da galeria obstruído 28	
Figura 14. Rachaduras na tubulação 28	
Figura 15. Estagnação da água 28	
Figura 16. Emissário 2 parcialmente submerso e servindo de base para a estrutura da plataforma..... 33	
Figura 17. Emissário 3 parcialmente submerso 34	
Figura 18. Emissário 4..... 34	
Figura 19. Água estagnada e acúmulo de resíduos em frente ao emissário 4 35	
Figura 20. Malha do emissário 1 37	
Figura 21. Malha do emissário 2..... 38	
Figura 22. Malha do emissário 3..... 39	
Figura 23. Malha do emissário 4..... 40	

Lista de Tabelas

Tabela 1. Causas e efeitos da urbanização sobre as inundações urbanas	10
Tabela 2. Medidas Estruturantes.....	14
Tabela 3. Medidas não Estruturantes	15
Tabela 7. Valores de C (coeficiente de runoff) com base no tipo de ocupação	20
Tabela 6. Dados pertinentes no dimensionamento de galerias de águas pluviais	23
Tabela 4. Compilado de características dos emissários	35
Tabela 5. Ocorrência de impactos ambientais	36
Tabela 8. Diâmetros do emissário 1	37
Tabela 9. Diâmetros do emissário 2.	39
Tabela 10. Diâmetros do emissário 3.	40
Tabela 11. Diâmetros do emissário 4.	41

1 INTRODUÇÃO

Compreender o comportamento das águas pluviais no meio urbano e os diversos aspectos dessa interação faz-se essencial no planejamento e desenvolvimento de políticas que promovam bem-estar, segurança e saúde pública. Entre as principais variáveis nesta relação, tem-se o aumento e intensificação da densidade populacional, que como registrado no último século culminou na ocupação desordenada de ambientes naturais e conseqüentemente na alteração de diversas de suas características (ALMEIDA & COSTA, 2014).

Com a expansão da urbanização, observaram-se impactos significativos gerados pelas construções de moradias e infraestrutura, pavimentação e demais edificações que modificaram as configurações originais de escoamento com a alteração das declividades naturais e impermeabilização original dos solos interferindo diretamente nas respostas do ciclo hidrológico (SILVA, 2010).

Devido a estas mudanças, os centros urbanos são acometidos periodicamente pela incidência de alagamentos, enchentes e de problemas correlacionados, tais como danos aos patrimônios públicos e privados, deslizamento de encostas e veiculação hídrica de patógenos, causando impactos econômicos, ambientais e em diversas ocasiões a perda da vida humana (JUSTINO et al, 2011).

Aliados aos impactos gerados pelo comportamento das águas pluviais nos meios urbanos estão os deficientes planejamento e gestão da drenagem das águas pluviais por parte dos municípios brasileiros. Os Planos Diretores de Drenagem Urbana (PDDU) tem por objetivo minimizar a intensidade de tais impactos através da implantação de políticas, desenvolvimento de projetos e execução de obras que garantam a drenagem das águas urbanas de forma rápida, eficiente e respeitando as características das bacias hidrográficas e corpos receptores das águas drenadas (FEAM, 2006).

Este trabalho, então, visa observar e analisar os pontos finais das galerias de águas pluviais do Rio do Campo e, aliados as teorias e cálculos de drenagem

urbana, determinar se a malha de rede de drenagem referente aos pontos escolhidos comporta a atual demanda de escoamento gerada pelos índices de precipitação do município de Campo Mourão, Paraná, identificando os possíveis problemas relacionados ao projeto, execução e manutenção das estruturas, assim como listar as soluções para tais possíveis problemas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo geral a avaliação dos pontos de lançamentos dos emissários de galeria de água pluvial contribuintes do rio do Campo, compreendido no perímetro urbano da cidade de Campo Mourão, Paraná.

2.2 Objetivos Específicos

- a. Estudo e levantamento de campo com a finalidade de caracterizar os emissários do rio do Campo – município de Campo Mourão, Paraná.
- b. Com base nos dados obtidos, realizar a identificação dos possíveis impactos decorrentes da drenagem urbana das águas pluviais.
- c. Comparar os dados do redimensionamento referentes aos diâmetros finais dos emissários aos diâmetros reais executados e verificar se estes atendem ao projeto ou se há irregularidades nos pontos de lançamento observados..
- d. Baseando-se nos resultados do estudo de campo, apontar alternativas para os problemas identificados, caso existentes.

3 JUSTIFICATIVA

O crescimento da população mundial tem sido variável importante nos estudos e previsões de diversas áreas da ciência nas últimas décadas, pois traz consigo preocupações com relação à demanda do consumo dos recursos naturais e a ocupação de ambientes naturais com a finalidade de acomodar a expansão populacional, que, mais frequentemente em países em desenvolvimento, ocorrem de forma desordenada em meios urbanos sem estudos prévios de análises de impactos e previsão de possíveis complicações futuras à ocupação de tais ambientes.

Observa-se que, aliado ao crescimento populacional, à urbanização desordenada de cidades e à fatores climáticos, problemas de ordem social, de gestão e infraestrutura fazem-se presentes, principalmente aos ligados às águas pluviais – enchentes, alagamentos e inundações. O desenvolvimento ideal das áreas urbanas, para que ofereçam condições próprias de vida para a população, deveria ser planejado e a infraestrutura das áreas urbanas ser expandida e adaptada de acordo com o aumento das populações.

Os municípios brasileiros, no entanto, são carentes de planos diretores eficientes e projetos nas áreas de drenagem urbana que contemplem a união do desenvolvimento sustentável e meio ambiente (TUCCI, 2005).

Este trabalho visa observar e analisar os pontos finais das galeria de águas pluviais do Rio do Campo, no município de Campo Mourão, identificando os possíveis problemas relacionados ao projeto, execução e manutenção das estruturas, assim como listar as soluções para tais possíveis problemas.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1. Água, Sociedade e Drenagem Urbana

A água, considerando-se sua ocorrência nas várias etapas do ciclo hidrológico, faz-se presente e é protagonista nas diversas atividades essenciais para o desenvolvimento da humanidade, desde o início das civilizações até o presente momento. Tratando-se do coletivo, tem-se em mente a presença de água na indústria, na agricultura, no abastecimento populacional, entre outras inúmeras atividades, e a administração deste recurso são preocupação e responsabilidade constantes dos gestores dos municípios e estados brasileiros. A gestão da água advinda de uma das etapas do ciclo hidrológico, a precipitação, também faz parte do conjunto de responsabilidades dos gestores que culmina na implantação de políticas e execução de obras de elementos de infraestrutura com a finalidade de drenagem para garantir o conforto, saúde e segurança da população. No entanto, o crescimento populacional e a exponencial intensificação da densidade demográfica nos meios urbanos tem-se tornado um difícil obstáculo no planejamento urbano de países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil (ALMEIDA & COSTA, 2014).

Segundo o Censo IBGE (2010), a população Brasileira, que na década de 50 possuía uma a maioria de seus residentes em áreas rurais, com uma população total (rural e urbana) inferior a 70 milhões de habitantes, mudou drasticamente, como pode ser visto na Figura 1.

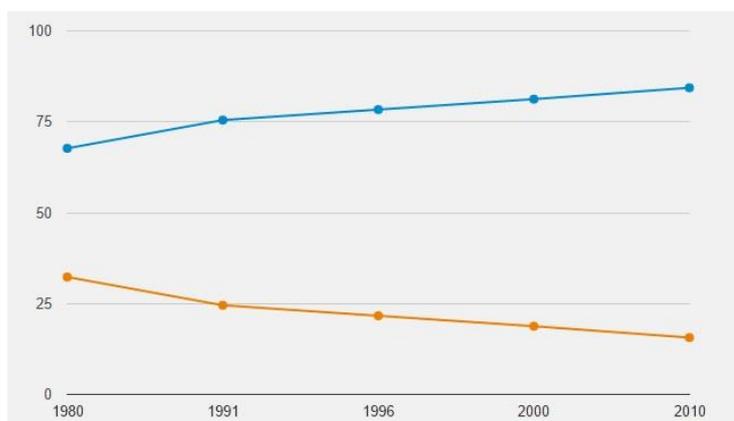


Figura 1 Distribuição das populações urbanas e rurais (%)

Fonte: IBGE, Censo 2010

Os dados do IBGE (2010) mostram que a população brasileira, demais de 200 milhões de habitantes, possui a parcela de 85% de residentes em regiões urbanas que expandiram sem a devida gestão de planejamento urbano, ocupando inúmeras vezes áreas em faixas de alagamento de rios e locais de baixa altitude nos cursos de escoamento das águas das chuvas.

Outro agravamento na relação urbanização e escoamento de águas pluviais é a impermeabilização do solo que interfere diretamente nas respostas do ciclo hidrológico, mais especificamente aumentando o escoamento superficial das águas pluviais e reduzindo a taxa de infiltração da mesma no solo. Das etapas do ciclo hidrológico, precipitação, interceptação, evaporação, evapotranspiração, infiltração, escoamento superficial e escoamento subterrâneo, a principal fase para os estudos e dimensionamentos hidráulicos para drenagem assim como a gestão de bacias hidrográficas é o escoamento superficial (JUSTINO *et al*, 2011).

Na Figura 2, pode-se observar um comparativo de áreas urbanizadas e não urbanizadas baseado na relação vazão no tempo de águas pluviais. Em áreas não urbanizadas, apesar de apresentar um tempo maior de escoamento do volume total de água, há um pico menor de vazão se comparado ao de áreas urbanizadas. Estima-se que o pico de vazão de áreas urbanas pode ser de 2 à mais de 10 vezes maiores do que no cenário não urbanizado da mesma área (SILVA, 2010).

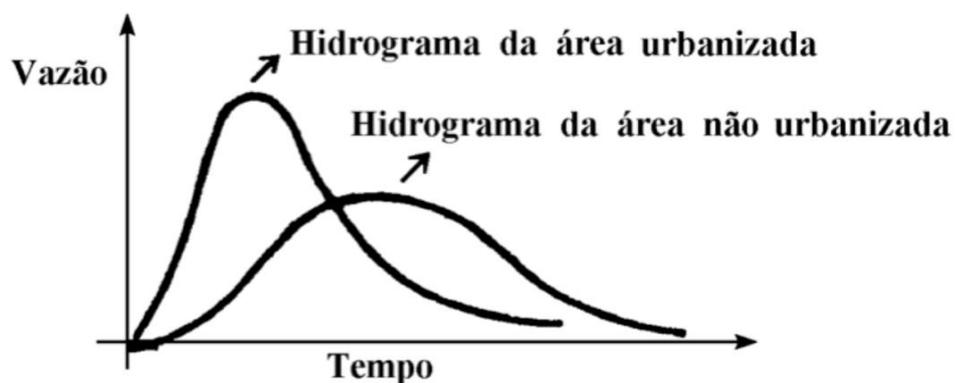


Figura 2. Hidrogramas Hipotéticos.

Fonte: Silva, 2014.

O escoamento superficial abrange todo o excesso de água pluvial, ou seja, toda a vazão que não é absorvida pelo solo e, que conseqüentemente, não é escoada subterraneamente, sendo transportada por gravidade até os rios. Observa-

se que mudanças nas características do solo, sejam elas por alterações das declividades naturais ou na impermeabilização do mesmo na execução de pavimentos ou nas construções de quaisquer edificações geram interferência nas configurações originais de escoamento das bacias hidrográficas (PAZ, 2004).

Os grandes centros urbanos têm sido acometidos por agravantes incidências de alagamentos e enchentes, que tem causas baseadas na localização e padrões geográficos de ocupação e planejamento urbano e particularidades climáticas referentes aos padrões de distribuição pluviométricos aliados ao aumento do escoamento superficial causado pelo fenômeno de impermeabilização do solo e precárias instalações de sistemas de drenagem de águas pluviais (JUSTINO *et al*, 2011).



Figura 3. Enchente de rio no estado de Alagoas.
Fonte: UFSC (2012).

Segundo a Câmara dos Deputados (2013), o Brasil é o 6º país mais acometido por catástrofes naturais de cunho climático. Inundações e alagamentos bruscos são os desastres de maior incidência no país até 2013. Estima-se que, em 2011, houve mais de 13000 incidências de inundações bruscas em 1574 municípios brasileiros gerando um número de desabrigados e desalojados superior a 750.000 pessoas. Enchentes graduais também causaram transtornos, afetando 1543 municípios em quase 9.000 incidentes.

4.2. Inundações

Como visto, há uma relação direta entre a forma que se ocorreu urbanização de um local e a taxa de incidência de inundações. Pode se listar as seguintes consequências e impactos gerados pela urbanização, especialmente se tratando da urbanização associada com um precário Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (TUCCI, 2007):

- Picos de vazão aumentados e com maiores frequências devido à impermeabilização do solo
- Arraste de sedimentos desprendidos das superfícies e aumento da produção de resíduos sólidos
- Águas superficiais e subterrâneas com qualidade diminuída devido ao arraste de sedimentos e impurezas da superfície, ligações clandestinas de esgoto e contato de diversos contaminantes com rios, lagos e aquíferos.
- escoamento deficiente de águas pluviais geradas por obras de infraestrutura inadequadas que bloqueiam ou reduzem a seção de escoamento, obstrução de rios pela presença de resíduos e obras de infraestrutura de drenagem urbana com cálculo de diâmetros inadequados.



Figura 4. Alagamento impede utilização de vias na zona norte da cidade do Rio de Janeiro. Fonte: UOL (2013).

A FEAM (Fundação Estadual do Meio Ambiente de Belo Horizonte) apresenta os tópicos acima os relacionando em causas e feitos das inundações advindas do processo de urbanização, como pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1. Causas e efeitos da urbanização sobre as inundações urbanas

Causas	Efeitos
Impermeabilização	Maiores picos de vazões
Redes de drenagem	Maiores picos a jusante
Resíduos sólidos urbanos	Entupimento de galerias e degradação da qualidade das águas
Redes de esgotos	Degradação da qualidade sanitários deficientes das águas e doenças de veiculação hídrica
Desmatamento e desenvolvimento	Maiores picos e volumes, maior erosão e assoreamento
Ocupação das várzeas	Maiores picos de vazão, maiores prejuízos e doenças de veiculação hídrica

Fonte: Censo (FEAM, 2006)

4.3. Plano Diretor De Drenagem Urbana

O principal elemento, no que se diz respeito ao controle e gestão de águas pluviais é o Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU), que reúne as condutas e procedimentos necessários para que um município possa reduzir as possíveis adversidades geradas pelo escoamento destas águas nas superfícies urbanas. É importante atentar-se ao fato de que as ações advindas do Plano Diretor de Drenagem Urbana devem contemplar não apenas as estruturantes, mas também, e as não estruturantes, além de focar no envolvimento da comunidade em planos de conscientização e integrar o PDDU com o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (TUCCI, 2005).

Para que um Plano Diretor de Drenagem Urbana seja efetivo, é importante se fazer estudos e considerações de inúmeros aspectos técnicos, políticos, sociais e econômicos. Realizar estudos das bacias hidrográficas nas quais os PDDUs estão atrelados faz-se primordial, assim como compreender o comportamento da macrodrenagem, registrar e posteriormente identificar a frequência nas quais enchentes ocorrem e o potencial de erosão do solo provocado por estes elementos.

Minimizar os possíveis impactos causados pelas águas pluviais é o principal objetivo dos Planos Diretores, dentre estes impactos pode-se destacar os de risco à comunidade, na relação água e veiculação hídrica de patógenos que acometem a saúde da população, inundações e deslizamento de encostas; e os de risco ao patrimônio público e privado no que se refere aos danos ou impossibilidade de uso de edificações e vias de transporte. Para isso, deve-se considerar a implantação de medidas preventivas ao invés de atuar de forma corretiva, isto é, após a ocorrência dos problemas. Assim, é imprescindível zonedear as áreas de várzea e fundos de vale bem como verificar a possibilidade do poder público adquirir essas áreas ou encontrar formas de protegê-las, sempre visando à opinião pública e o envolvimento comunitário na formulação de planos e no debate dos problemas que a afligem e utilizando o curso natural da água no processo de integração urbana, social e paisagística (FEAM, 2006).

Para se entender as medidas aplicadas nos planos de drenagem urbana é importante diferenciar as definições de macrodrenagem e microdrenagem. Silveira (2002) e a Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, SUDERHSA (2002), denominam o termo microdrenagem como sendo o conjunto de elementos estruturais que drenam as águas pluviais nos domínios de lote ou rede primária de drenagem, onde o volume de água pluvial coletado nas áreas de influência é redirecionado através de condutos até o devido ponto jusante na macrodrenagem, seja esta um duto coletor principal, galeria ou riacho urbano.

4.4. Microdrenagem e Macrodrenagem

Os principais elementos construtivos que fazem parte da microdrenagem são listados abaixo (FEAM, 2006) e representados na Figura 5:

- Redes coletoras de água pluvial
- Poços de Visitas
- Sarjetas
- Bocas-de-Lobo
- Meios-fios

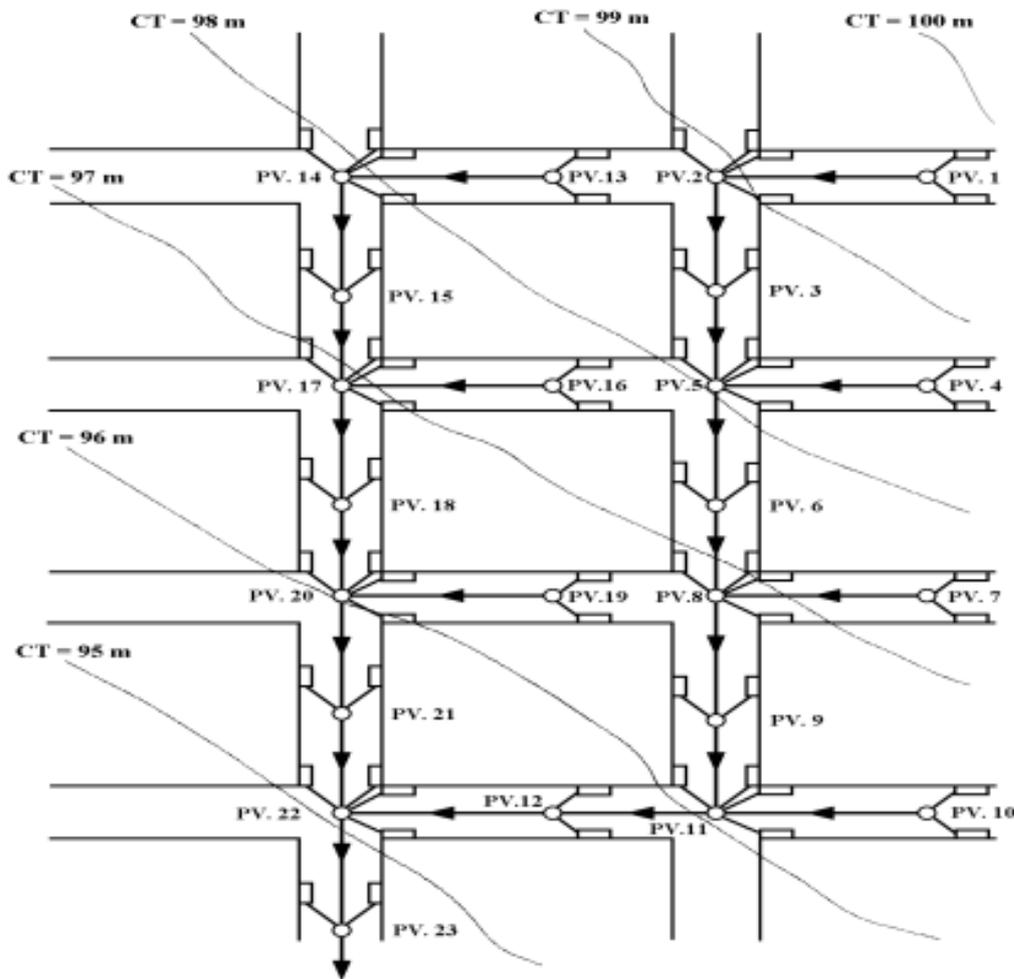


Figura 5. Microdrenagem Tradicional.
Fonte: Silveira (2002)

Os poços de visita são construídos com a finalidade de promover a ligação das bocas-de-lobo às redes coletoras de águas pluviais e possibilitar a utilização das direções e declividades necessárias de projeto além de ser um ponto onde se possa realizar vistorias para remoção de resíduos e realização de atividades de manutenção das redes coletoras, para tais finalidades é importante considerar em projeto a escolha de lugares conveniente para a construção dos poços de visita. Os poços de visita devem ser executados conforme as especificações ABNT e tem como elementos básicos na sua constituição uma câmara principal, geralmente construídas com blocos cerâmicos maciços ou concreto armado, acoplada à uma chaminé que é coberta com uma chapa de ferro (PREFEITURA MUNICIPAL DE IVOTI, 2014).

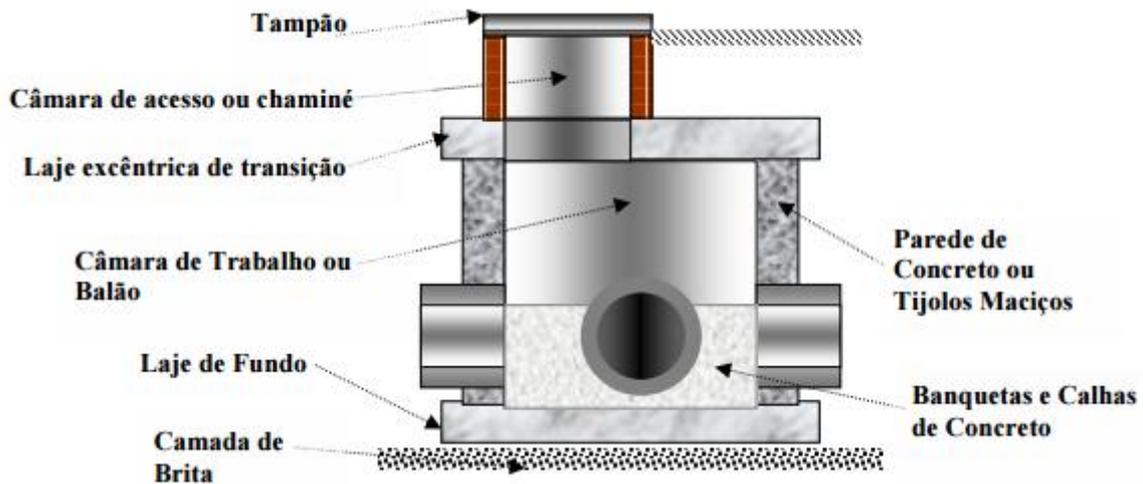


Figura 6. Poço de Visita.

Fonte: Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas (2004).

Os demais elementos de infraestrutura básica para a microdrenagem devem funcionar de modo que as águas pluviais cheguem às redes coletoras. As sarjetas e meios-fios então canalizam as águas de suas áreas de influência e as direcionam para as bocas de lobo que são os pontos diretos de acesso às redes coletoras (PREFEITURA MUNICIPAL DE IVOTI, 2014).

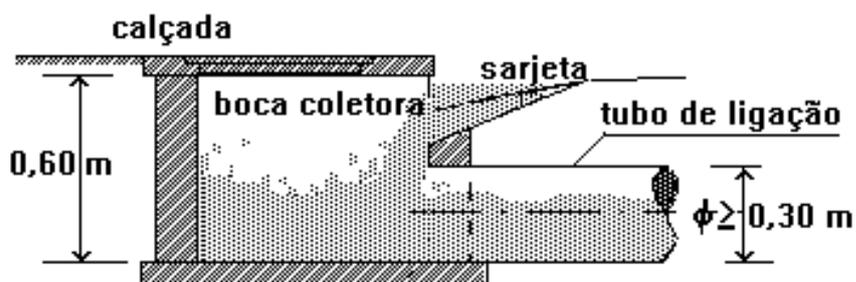


Figura 7. Corte de Projeto de Boca de Lobo .

Fonte: UFCG (2009).

A macrodrenagem, no entanto, compreende os corpos hídricos, tanto em suas formas naturais – rios, córregos, canais, etc – quanto quando associadas a obras de infraestrutura de grade porte cuja função é a de armazenar ou conduzir elevados volumes de água (CREA-MG, 2013). No geral, as principais obras ligadas à macrodrenagem são os reservatórios e as retificações do curso da água.

4.4.1 Medidas Estruturantes e Não Estruturantes

Associadas às micro e macrodrenagem, existem medidas específicas resultantes do PDDU. De acordo com José Martins (2012), as principais medidas estruturantes e não estruturantes podem ser listadas, como se vê a seguir, nas Tabelas 2 e 3:

Tabela 2. Medidas Estruturantes.

Medidas Estruturantes	Ampliação, modificação, retificação, revestimento, canalização dos cursos d'água naturais ou execução de galerias
	Armazenamento ou desvio das águas a montante da região sujeita a inundações
	Diques, muros e floodwalls
	Alterações em pontes e travessias
	Bacias de retenção, detenção e amortecimento
	Bacias de sedimentação, retenção de detritos e lixo
	Repermeabilização e permeabilização artificial do solo
	Relocação e demolição de estruturas

Fonte: Adaptado de: (JOSÉ MARTINS, 2012)

As medidas estruturantes são classificadas em intensivas e extensivas e englobam as obras de engenharia com finalidade de atuação na drenagem das águas pluviais. Nas intensivas, as obras podem ser classificadas de acordo com sua finalidade (CANHOLI, 2014):

- Obras que canalizam o fluxo da água
- Obras que retardam o fluxo da água (reservatórios de retenção e detenção)
- Obras que modifiquem o curso natural do corpo hídrico (Canais e Túneis)
- Obras em edificações com o intuito de torna-las resistentes a enchentes.

Já com relação as medidas extensivas, tem-se ações secundárias nos perímetros da bacia de drenagem, como o controle de erosão e reposição de vegetação.

Medidas não estruturantes, no entanto foca no instrução e orientação quanto à ocupação dos territórios e também podem ser agrupadas como pode-se observar a seguir (CANHOLI, 2014):

- Medidas que regulamentem a utilização territorial
- Controle de poluição, erosão e resíduos através de educação socioambiental
- Sistemas de alerta e prevenção de enchentes

Martins (2012) lista algumas ações específicas não estruturantes:

Tabela 3. Medidas não Estruturantes

Medidas Não-Estruturantes	Reserva de área para lazer e atividades compatíveis para os espaços abertos, margens e entorno de lagos e rios
	Controle do uso do solo fora da área de inundação
	Securitização da área de risco de inundação
	Sistema de Previsão, antecipação e alerta
	Tratamento das populações em encostas e áreas baixas
	Programa de manutenção e inspeção do sistema de drenagem
	Programa de ação emergencial
	Institucionalização da drenagem urbana como serviço do estado

Fonte: Adaptado de: (MARTINS, 2012)

4.6. Equações de chuva

A equação da chuva é um dos elementos essenciais para o dimensionamento de projetos de drenagem urbana, de rodovias e drenagem geral e de canalização de corpos hídricos, além de ser importante para os estudos referentes aos processos erosivos dos solos. A determinação de equações de chuva é realizada a partir da análise de dados coletados nas condições de precipitações máximas em uma bacia hidrográfica ou região determinada, levando-se em consideração situações extremas de duração e distribuição das precipitações. Para se chegar na equação de chuva de um determinado local, há a necessidade de se coletar dados referentes à precipitação por vários anos, e relacionar os dados levando em consideração a intensidade e duração das chuvas para se detectar a frequência de episódios críticos de precipitação, aqueles onde há intensa precipitação em uma curta duração de tempo. Obtidos os dados pluviográficos gerados da coleta, consegue-se determinar valores máximos de intensidade em função da duração e probabilidade (RECESA, 2007).

Para o processo de dimensionamento foi utilizado a equação de uma das cidades próximas, Cianorte, Paraná. No entanto, o município de Campo Mourão da possui equação de intensidade pluviométrica própria (ARANTES, 2009).

$$i_{\max} = \frac{2.115,18 * T_R^{0.145}}{(t + 22)^{0.849}}$$

Figura 8. Equação de Chuva de Cianorte, PR.
Fonte: Fendrich (1989).

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Localização

O município onde esta localizado o Rio do Campo, que recebe os pontos de emissão de águas pluviais a serem analisados, é o município de Campo Mourão localizado na região noroeste do estado do Paraná, região sul do Brasil. De acordo com contagem feita pelo IBGE (2014), o município é povoado por mais de 93.000 habitantes em sua área territorial total de de 766,44 km² e esta situado à 477 Km da capital do estado, Curitiba. O clima predominante da região onde Campo Mourão se localiza é o clima subtropical úmido e a média anual dos índices pluviométricos é entre 1.400mm e 1.500mm por ano (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPO MOURÃO, 2017).

O município fazer parte da região que está inserida na Bacia do Ivaí e tem como principal rio o Rio Mourão que se desmembra formando os rios Km 119 e Rio do Campo (SEMA, 2010)



Figura 9. Localização do Município de Campo Mourão .

Fonte: Skyscrapercity.

5.2 Levantamento teórico

Para que fosse possível embasar o presente trabalho, um levantamento teórico foi realizado primeiramente, utilizando artigos, estudos de caso, livros, manuais de drenagem urbana e de Planos Diretores de Drenagem Urbana, tendo como o principal autor Carlos Tucci.

5.3 Visitas *in loco*

Foram realizadas visitas aos pontos de emissários de águas pluviais a serem analisados com a finalidade de identificar possíveis problemas e patologias das estruturas, tais como erosão do solo, acúmulo de água, integridade das estruturas, ligação de esgotos clandestinos, utilizando-se de fotografias para registrar as informações de análise visual. Uma segunda etapa consistirá medir os diâmetro dos pontos para futuros cálculos de vazão, cujos resultados foram comparados aos de projeto original e observar a presença de técnicas de amortecimento ou de dissipação de energia na saída dos pontos dos emissários.

5.4 Análise de impactos

A partir do processamento dos valores adotados (roteiro de cálculo no item 5.5.), foram analisado o dimensionamento dos pontos presentes na plana de drenagem urbana do município para verificar se este condiz com a demanda exigida pelos níveis pluviométricos, de forma que possibilitem o escoamento das águas eficientemente com duração de tempo ideal para que não haja desconforto para a população urbana. O presente trabalho também analisou se há correlação entre os possíveis problemas de infraestrutura como erosão, acúmulo indevido de água e deterioração dos finais de galeria com o processo de execução da obra ou negligência quanto aos métodos de manutenção.

5.5. Redimensionamento da galeria de drenagem

Utilizando o método racional de cálculo descrito pelo manual da Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Esgoto Ambiental (2007), foi realizado o redimensionamento da malha de galerias que contribuem com a vazão dos pontos de emissão de águas pluviais a serem analisados. Segue os tópicos na ordem de considerações e equações para dimensionamento:

- a. Posicionamento de bocas-de-lobo, poços de visita e geração do mosaico: um posicionamento ideal de bocas-de-lobo leva em consideração a transito populacional no local de forma que não haja nenhum impedimento do fluxo livre de pessoas, exige-se que as distancias entre bocas-de-lobo sejam de no máximo 60 metros e que a entre poços de visita sejam de no máximo 100 metros para que se possibilite ações de inspeção, limpeza e manutenção ideais. Estando estes itens iniciais definidos, são criados bacias de contribuição nos lotes em torno dos poços de visita e delas são particionadas as áreas de influência.
- b. Dimensões e denominação de trechos: Os trechos serão enumerados de forma arbitrária em seus poços de visita. Uma tubulação que conecta o poço de visitação 10 ao 11, por exemplo, será denominado 10-11. Os valores de comprimento dos dutos da malha de galeria serão previamente identificados a partir da planta de galeria de água pluvial de Campo Mourão. Dois valores de área serão essenciais para o dimensionamento, são eles: i) área de contribuição gerada por cada poço de visita de interesse, obtida do mosaico e ii) área total montante que chega em um determinado trecho do sistema de drenagem.
- c. Determinação do coeficiente de escoamento superficial (Coeficiente de Runoff): este coeficiente é gerado pela razão entre os volumes de água escoada na superfície e o volume total de precipitação em determinada área.

Tabela 4. Valores de C (coeficiente de runoff) com base no tipo de ocupação

Descrição da área	Coeficiente de Runoff
Área Comercial	
Central	0.70 – 0.90
Bairros	0.50 – 0.70
Área Residencial	
Residências isoladas	0.35- 0.50
Unidades múltiplas (separadas)	0.40 – 0.60
Unidades múltiplas (conjugadas)	0.60 – 0.65
Lotes superiores a 2.000 m ²	0.30 – 0.45
Áreas com apartamentos	0.50 – 0.70
Área Industrial	
Indústrias leves	0.50 – 0.80
Indústrias pesadas	0.60 – 0.90
Parques, cemitérios	0.10 – 0.25
Playgrounds	0.20 – 0.35
Pátios ferroviários	0.20 – 0.40
Áreas sem melhoramentos	0.10 – 0.30

Fonte: Adaptado de: (SILVA, 2016)

- d. Tempo de Concentração: será adotado o tempo de concentração de 5 minutos para os primeiros poços, este valor corresponde ao tempo necessário para que uma gota de chuva percorra a distância entre o ponto mais distante da bacia até o poço de visita mais próximo. Para os demais poços será considerada a velocidade dentro dos dutos.
- e. Intensidade Pluviométrica para o Cálculo de Vazão Local e total: Utilizando-se dos valores de intensidade calculado no item 4.6 e de valores de áreas de bacias de contribuição de até 2 km², calcula-se a vazão local pela equação a seguir, posteriormente obtêm-se a vazão total pelo somatório de vazões locais, como indica a equação 1.

$$Q_{local} = C.i.A \quad (1)$$

Onde:

C = Coeficiente de Runoff

i = intensidade obtida da equação da chuva da região (m/s)

A = área de contribuição (m²)

- f. Cálculo de diâmetros: Inicia-se o dimensionamento utilizando o valor mínimo de 400 mm para o diâmetro que aumentará de acordo com a demanda da vazão e velocidade ao longo do sistema.
- g. Declividades e Cotas de profundidade das Dutos: A declividade é a relação da diferença de profundidades entre os poços de visitas jusantes e montantes pelo comprimento do trecho da distância entre eles. Para o cálculo da profundidade dos dutos das galerias ao saírem dos poços de visita, usa-se as equações 2, 3 e 4.

$$C_{im} = c_m - (r_m + D) \quad (2)$$

$$C_{ij} = C_{im} - (S_g \times L) \quad (3)$$

$$S_g = \frac{C_{im} - C_{ij}}{L} \quad (4)$$

Onde:

C_{im} = cota inferior da galeria a montante em metros

c_m = cota inferior do poço de visita a montante em metros

r_m = recobrimento mínimo em metros (1,4 metros)

D = diâmetro em metros

C_{ij} = cota inferior da respectiva galeria a jusante em metros

- h. Constante K: valor obtido utilizando-se dos valores de vazão, declividade e coeficiente de Manning. Equação 5.

$$K = Q \cdot n \cdot D^{-\frac{3}{8}} \cdot Sg^{-\frac{1}{2}} \quad (5)$$

Onde:

Q = vazão total (m³/s)

n = coeficiente de Manning - que varia de acordo com o material da tubulação – terá o valor constante de 0,015

D = diâmetro(m)

Sg = declividade (m/m)

- i. Ângulo Central da superfície livre. Equação 6:

$$\phi = 5915,8 \cdot K^5 - 5201,2 \cdot K^4 + 1786,6 \cdot K^3 - 298,89 \cdot K^2 + 32,113 \cdot K + 1,1487 \quad (6)$$

- j. Relação altura da lâmina de água e o diâmetro de seu duto de circulação. Equação 7.

$$\frac{h}{D} = \frac{1}{2} \cdot \left[1 - \cos\left(\frac{\phi}{2}\right) \right] \quad (7)$$

- k. Valores de área molhada obtidos com o ângulo central da superfície livre. Equação 8.

$$A_{molhada} = D^2 \cdot \frac{\phi - \text{sen}\phi}{8} \quad (8)$$

- l. Velocidade da água nos dutos: obtidos pela seguinte equação, que representa a razão entre a vazão total no duto e a área molhada, calculada no item anterior. Equação 9.

$$V = \frac{Q}{A_{molhada}} \quad (9)$$

- m. Tempo de Percurso: por fim, obtém-se através da razão entre o comprimento do duto e 60 vezes a velocidade calculada anteriormente para se identificar o tempo de percurso do fluido. Equação 10.

$$t_p = \frac{L}{60.V} \quad (10)$$

Para se alcançar o máximo de precisão possível nos cálculos de dimensionamento das galerias de águas pluviais é preciso compreender as variáveis que compõem o roteiro de cálculo assim como a obtenção dos mesmos. A Tabela 6 traz os dados necessários para os cálculos e identifica a origem destes.

Tabela 5. Dados pertinentes no dimensionamento de galerias de águas pluviais

Dados	Método de Obtenção
Área da Bacia de contribuição (A_{bacia})	Foi possível se estabelecer as áreas de contribuição a partir da planta de galerias de águas pluviais disponibilizada pela secretaria de planejamento do município de Campo Mourão.
Extensão da galeria	Valores também foram obtidos através da planta de galerias de águas pluviais do município.
Coeficiente de Runoff (c)	O valor utilizado é o de 0,65 com base nas informações da Tabela 6
Tempo de concentração (tc):	Todos os pontos iniciais das galerias terão tempo de concentração igual a 5 minutos que é subsequentemente acrescido de um valor em função da declividade da galeria.
Intensidade pluviométrica (i)	A intensidade pluviométrica é calculada a partir da equação da chuva do município de Cianorte como indicado na revisão bibliográfica deste trabalho. A equação esta em função do tempo de retorno, fixado em 20 anos e do tempo de concentração, tornando seu resultado variável ao longo da galeria.
Vazão superficial local (Q_{loc})	Calculado em função da área pertinente aos trechos isoladamente, da intensidade pluviométrica e do coeficiente de runoff. Vide Equação (1).

Vazão total (Q)	Somatório das vazões ao longo do percurso da galeria.
Declividade do terreno no trecho (St)	Obtida através da diferença das cotas montante e jusante dos PVs dividida pelo comprimento do trecho. Cotas do terreno Foram obtidas por meio do software Google Earth© portanto os valores podem não ser totalmente precisos.
Declividade da galeria (Sg)	Obtidos através da diferença das cotas montante e jusante das galerias pelo comprimento do trecho. As cotas das galerias estão em função da profundidade adotada para estas. Vide equação (5).
Constante K	Constante calculada em função da Vazão Total, coeficiente de Manning, diâmetro e declividade da galeria. Vide equação (5).
Ângulo central da superfície livre (θ)	Calculado em função da constante K. Vide equação (6).
Relação altura-diâmetro ($h.D^{-1}$)	Calculado em função do Ângulo Central e tem como limitantes os valores mínimo de 0,10 e máximo de 0,85. Vide equação (7).
Área molhada (A)	Calculado em função do Ângulo Central e do diâmetro da tubulação no trecho. Vide equação (8).
Velocidade de Escoamento	Obtido pela equação onde se divide a vazão total em determinado ponto pela Área Molhada. Terá como limitantes máximo e mínimo os valores de 0,75 m/s e 5 m/s. Vide equação (9).
Tempo de Percurso	Através dos valores do comprimento do trecho e a velocidade neste, obtêm-se o tempo de percurso. Vide equação (10).

Fonte: RNCETE (2017)

As malhas dimensionadas possuem características distintas que as diferenciam uma das outras requerendo atenção na coleta dos dados, entre elas as áreas de contribuição, extensão dos dutos entre Postos de Visitação (PV) e as vazões locais e totais nos trechos. No entanto o valor do Coeficiente de Runoff (C) será o mesmo para o cálculo de todos os trechos uma vez que as malhas estão situadas em áreas com mesmos perfil de ocupação. O valor adotado é o de 0,65 como indica a Tabela 7.

5.6 Verificações e sugestões de resolução de possíveis problemas

Com suporte da literatura, da planta de galerias de águas pluviais do município em questão, de *software* e dos resultados de cálculos obtidos dos itens listados anteriormente, será feita a comparação dos dados de projeto original e dos obtidos neste trabalho para verificar se os diâmetros são compatíveis e se os reais comportam a demanda atual de escoamento.

Caso o sistema não se mostre eficiente de acordo com as normas, o presente trabalho listará ainda sugestões de possíveis medidas viáveis ao município para a resolução dos possíveis problemas detectados.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Identificação dos emissários do estudo

Os emissários analisados neste trabalho foram escolhidos arbitrariamente usando-se como critério a acessibilidade dos locais. O Rio do Campo percorre o município em sua zona sul e apenas um dos lados do Rio do Campo é urbanizado na seção observada para o estudo, como mostra a figura.



Figura 10. Vista superior da área de estudo no município de Campo Mourão, Paraná
Fonte: Google Maps (2017)

Três dos quatro emissários (2, 3 e 4) direcionam as águas drenadas primeiramente ao lago localizado no Parque Municipal Joaquim Teodoro de Oliveira que é parte do corpo hídrico do Rio do Campo. Já o primeiro emissário localiza-se há aproximadamente 800 metros nordeste do lago em uma área onde ocorrem diversas obras devido ao consideravelmente recente processo de loteamento do local. Os pontos são representados na figura 11, gerada a partir da ferramenta Google Maps® e também na figura 12 extraída do projeto de drenagem do município.



Figura 11. Vista superior da área de estudo no município de Campo Mourão, Paraná
Fonte: Google Maps (2017)

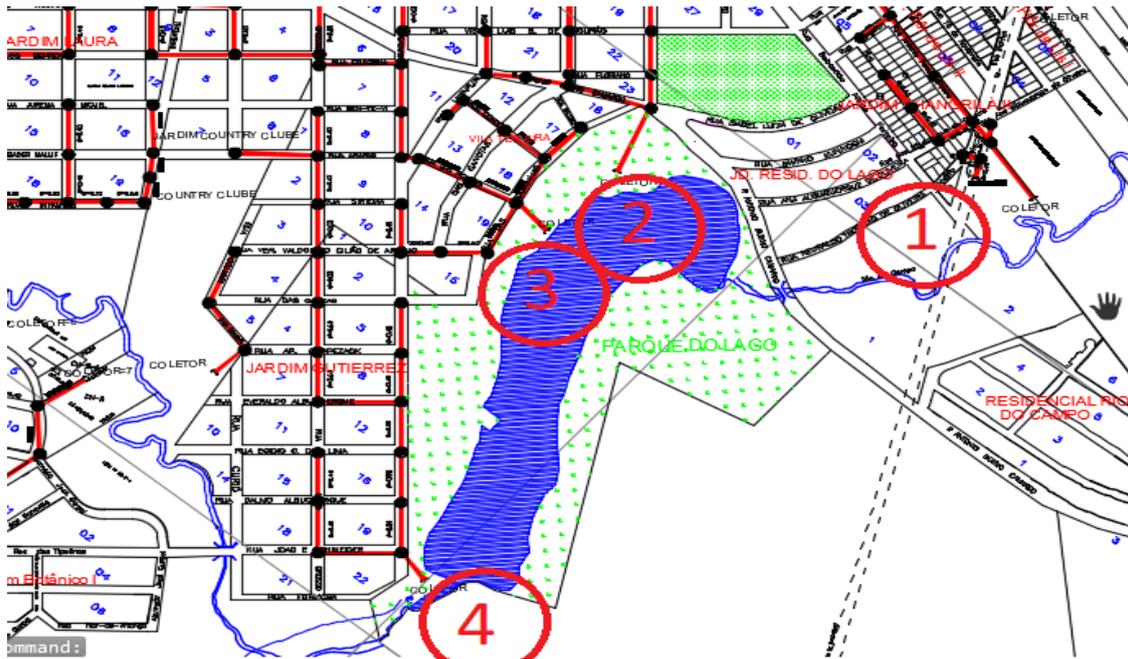


Figura 12. Mapa das galerias de águas pluviais com os pontos identificados
Fonte: Secretaria de Planejamento do município de Campo Mourão, Paraná.

6.2 Caracterização dos emissários

Dentre os emissários observados, todos apresentaram inconformidades que incluem a ocorrência de estagnação de água, erosão e soterramento da extremidade final do emissário e a ausência de estruturas dissipadoras de energia e concretagem de suporte e proteção nos pontos finais, resultando assim na necessidade de ações corretivas nos quatro emissários.

Imagens fotográficas registradas no mês de maio de 2017 ilustram as atuais condições de integridade dos pontos finais das galerias.

Emissário 1

O primeiro emissário está localizado em uma área desmatada porém coberta com vegetação rasteira. Encontra-se em situação de total abandono e não há indícios de que ações de manutenção tenham ocorrido recentemente à visita. A tubulação está aparente em alguns pontos e apresenta descontinuidade de seus elementos. O ponto final está soterrado e pela ocorrência de água estagnada nas

laterais da tubulação há a suspeita de entupimento fazendo com que a água drenada passe pelos pontos de descontinuidade.



Figura 13. Ponto final da galeria obstruído
Fonte: Autoria própria (2017)



Figura 14. Rachaduras na tubulação
Fonte: Autoria própria (2017)



Figura 15. Estagnação da água
Fonte: Autoria própria (2017)

Emissário 2

O emissário 2 esta localizado na borda norte do lago, possui apenas uma tubulação de 800 mm. Não possui estruturas dissipadoras de energia nem solo concretado para dar suporte ao duto. Não é possível determinar a existência de água parada, de efluente escuro ou erosão, pois o duto está parcialmente submerso.

Uma preocupante observação a ser destacada é a do fato do duto estar sendo utilizado como base estrutural de uma plataforma de madeira para visitantes já que as manilhas de concreto para sistemas de drenagem não possuem tal finalidade.

As observações podem ser conferidas na Figura 16.



Figura 16. Emissário 2 parcialmente submerso e servindo de base para a estrutura da plataforma
Fonte: Autoria própria (2017)

Emissário 3

O emissário 3 também esta localizado na borda norte do lago e nele foram detectadas as mesmas deficiências, tais como ausência de concretagem do solo e laterais dos dutos e estes estão parcialmente submersos (figura 17). Este, no entanto, é constituído de dois dutos de 600 mm.



Figura 17. Emissário 3 parcialmente submerso

Fonte: Autoria própria (2017)

Emissário 4

Dentre os emissários analisados, o de número 4 foi o que apresentou as melhores condições de integridade estrutural. Este emissário também está localizado na borda norte do lago e possui apenas um duto de 600 mm (figura 18).



Figura 18. Emissário 4

Fonte: Autoria própria (2017)



Figura 19. Água estagnada e acúmulo de resíduos em frente ao emissário 4
Fonte: Autoria própria (2017)

Foi observada a existência de solo e laterais concretados para maior proteção do duto e este não está submerso no lago. No entanto não há dissipadores de energia, há sinais de erosão nas laterais e parte superior da estrutura e deterioração da área frontal ao emissário assim como água estagnada, como pode ser observado nas figuras 17 e 18. As tabelas 4 e 5 apresenta a compilação de dados coletados *in loco* e das características verificadas.

Tabela 6. Compilado de características dos emissários

Emissário	Nº de tubulações	Distância até o rio (m)	Diâmetro (mm)	Solo concretado	Dissipador de energia	Rachadura
1	1	30	400			X
2	1	0	800			
3	2	0	600			
4	1	3	800	X		

Fonte: Autoria própria (2017)

No total, apenas o emissário 4 apresentou solo concretado e nenhum possuía estruturas de dissipação de energia. Apenas o emissário 1 apresentou rachaduras e descontinuidade da tubulação.

As distâncias dos pontos finais das galerias em relação ao rio ou ao lago também foram fatores preocupantes. Os emissários 2 e 3 estavam parcialmente

submersos o que propicia o processo de deterioração do duto final e dificulta possíveis ações de manutenção.

Tabela 7. Ocorrência de impactos ambientais

Emissário	Água parada	Efluente escuro	Erosão	Deposição de resíduos
1	X	*	X	X
2	*	*		
3	*	*		
4	X		X	

Fonte: Autoria própria (2017)

* impactos que não foram possíveis de serem avaliados pelas condições atípicas dos emissários

6.2.1 Sugestões de reparo dos emissários

Como sugestões para solucionar as irregularidades detectadas no emissário 1, pode-se listar a desobstrução dos dutos, o prolongamento o duto final para mais próximo do rio, a concretagem da base e laterais do emissário, o reparo e substituição dos dutos que apresentaram rachaduras e a construção de dissipadores de energia Para os emissário 2 e 3, o recuo do duto final para evitar que este esteja submerso, a concretagem da base e laterais do emissário e a construção de dissipadores de energia. Já para o emissário 4 pode-se indicar a construção de dissipadores de energia e a concretagem da vala frontal para eliminar a estagnação da água.

6.3 Verificação do dimensionamento de projeto

As malhas de drenagem das quatro galerias foram calculadas a fim de verificar se os diâmetros reais dos pontos finais estão de acordo com a demanda de chuva regional obtida pela equação de intensidade pluviométrica. Para dimensionamento será utilizada a equação da chuva do município de Cianorte, Paraná, por reproduzir características geográficas e climáticas semelhantes ao município de Campo Mourão.

Emissário 1

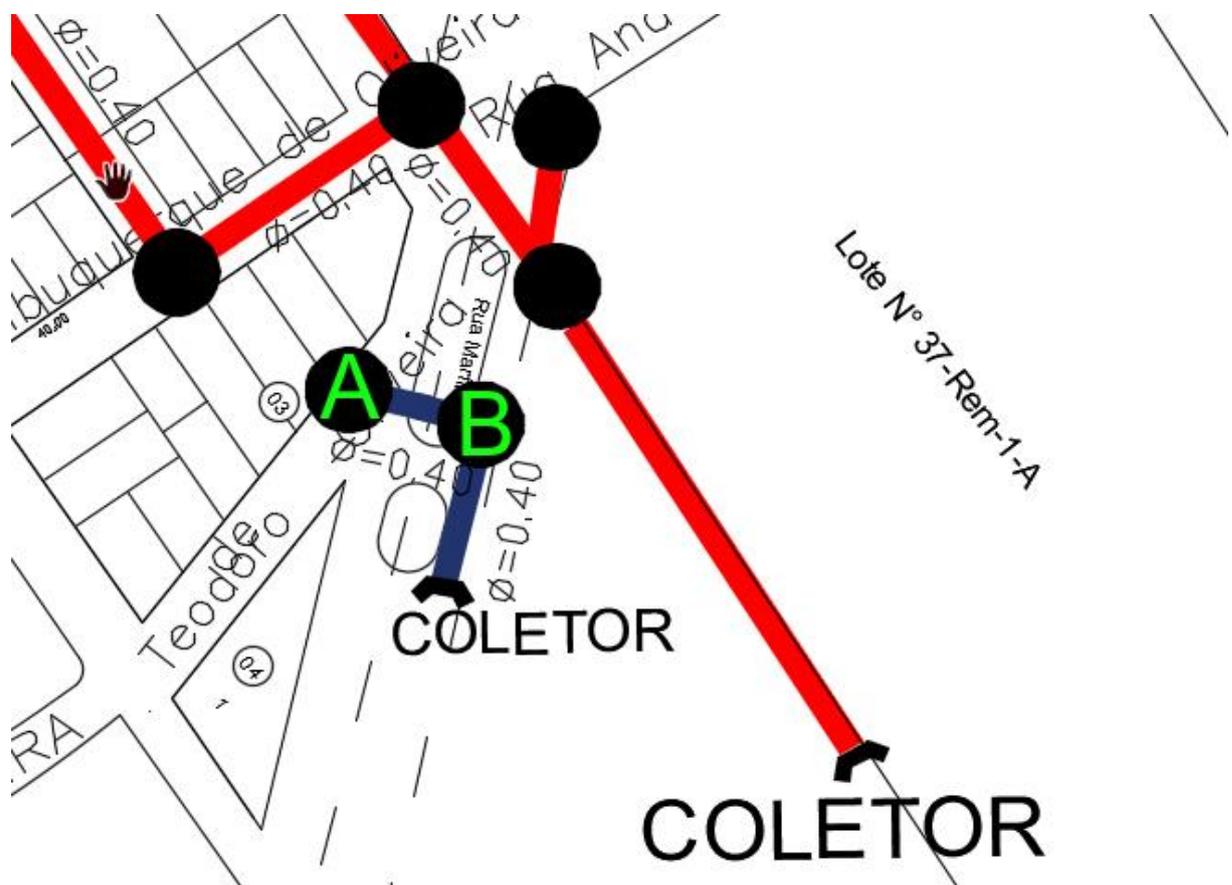


Figura 20. Malha do emissário 1 indicada pelo trecho em azul

Fonte: Secretaria de Planejamento do município de Campo Mourão, Paraná. Edição: autoria própria (2017)

O emissário 1 é composto pela menor malha estudada neste trabalho. Possui apenas dois trechos, com apenas 2 PVs consequentemente, como mostrado na Figura 20.

Tabela 8. Diâmetros do emissário 1

Diâmetro Calculado (mm)	Diâmetro Existen (mm)
400	400

O diâmetro final obtido no dimensionamento foi o de 400 mm, estando de acordo com o projeto e execução. Tabela de dimensionamento demonstrada no Anexo A.

Emissário 2

O emissário 2 (figura 21) é formado pelo maior número de PVs dentre as quatro malhas, totalizando 46 PVs. Uma das principais complicações no dimensionamento desta malha é o fato dos PVs não estarem de acordo com a norma que estabelece uma distância máxima de 100 metros entre dois deles. O fato da declividade do terreno se intensificar conforme se aproxima do emissário também foi um obstáculo, havendo a necessidade de se utilizar profundidades superiores à 3 metros para que se controle-se as velocidades de fluxo abaixo do limite de 5 m/s.

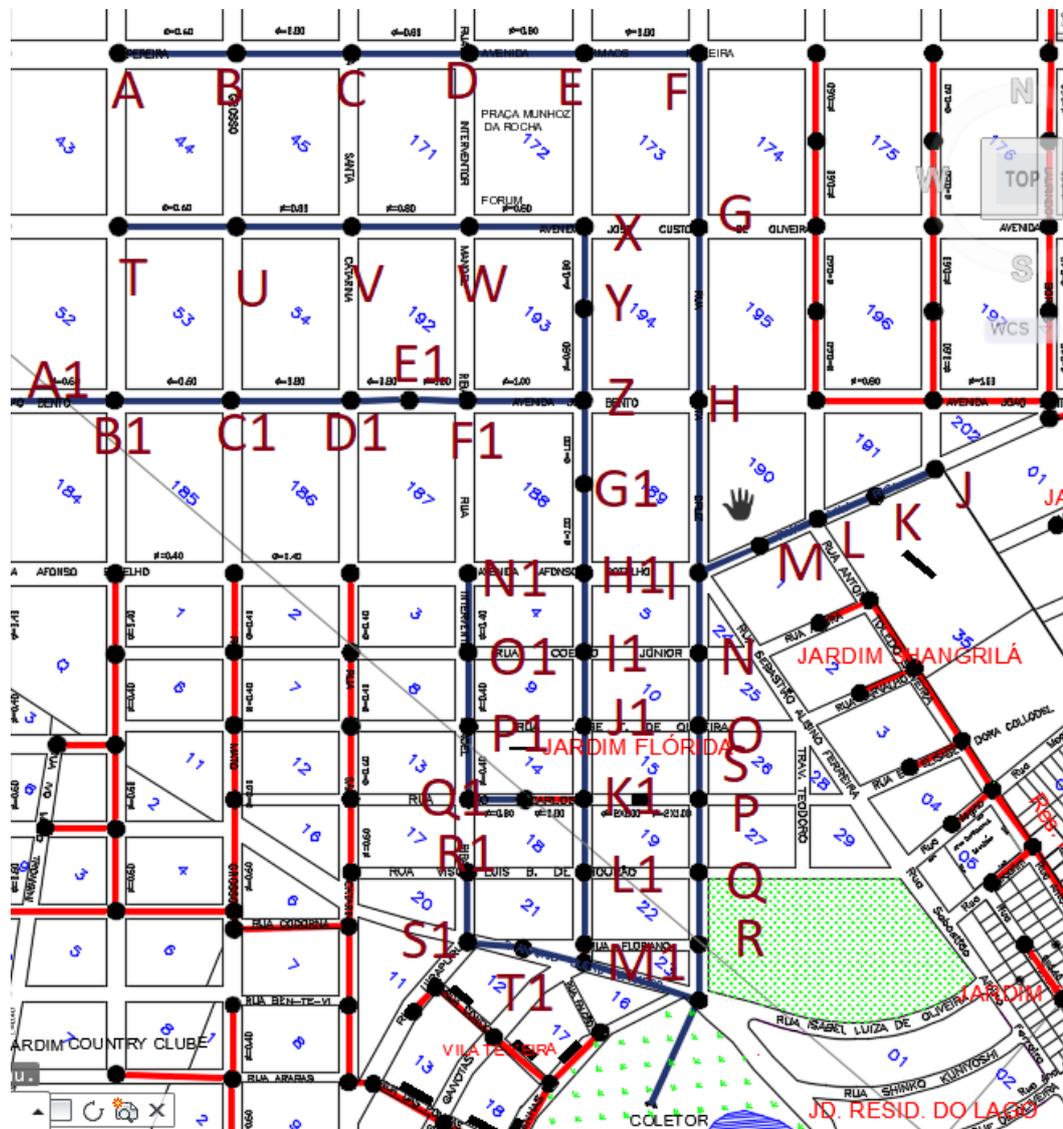


Figura 21. Malha do emissário 2 indicada pelo trecho em azul

Fonte: Secretaria de Planejamento do município de Campo Mourão, Paraná. Edição: autoria própria (2017)

Tabela 9. Diâmetros do emissário 2.

Diâmetro Calculado (mm)	Diâmetro Real (mm)
1300	800

O resultado do dimensionamento indica que a demanda pluviométrica exige um diâmetro final de 1300 mm, no entanto o diâmetro verificado *in loco* foi o de 800 mm. Tabela de dimensionamento demonstrada no Anexo B.

Emissário 3

Segunda maior malha com 35 PVs, como mostra a figura 21. Dificuldades com relação a declividade do terreno também ocorreram para o dimensionamento do emissário 3. Como mostra a figura 22.

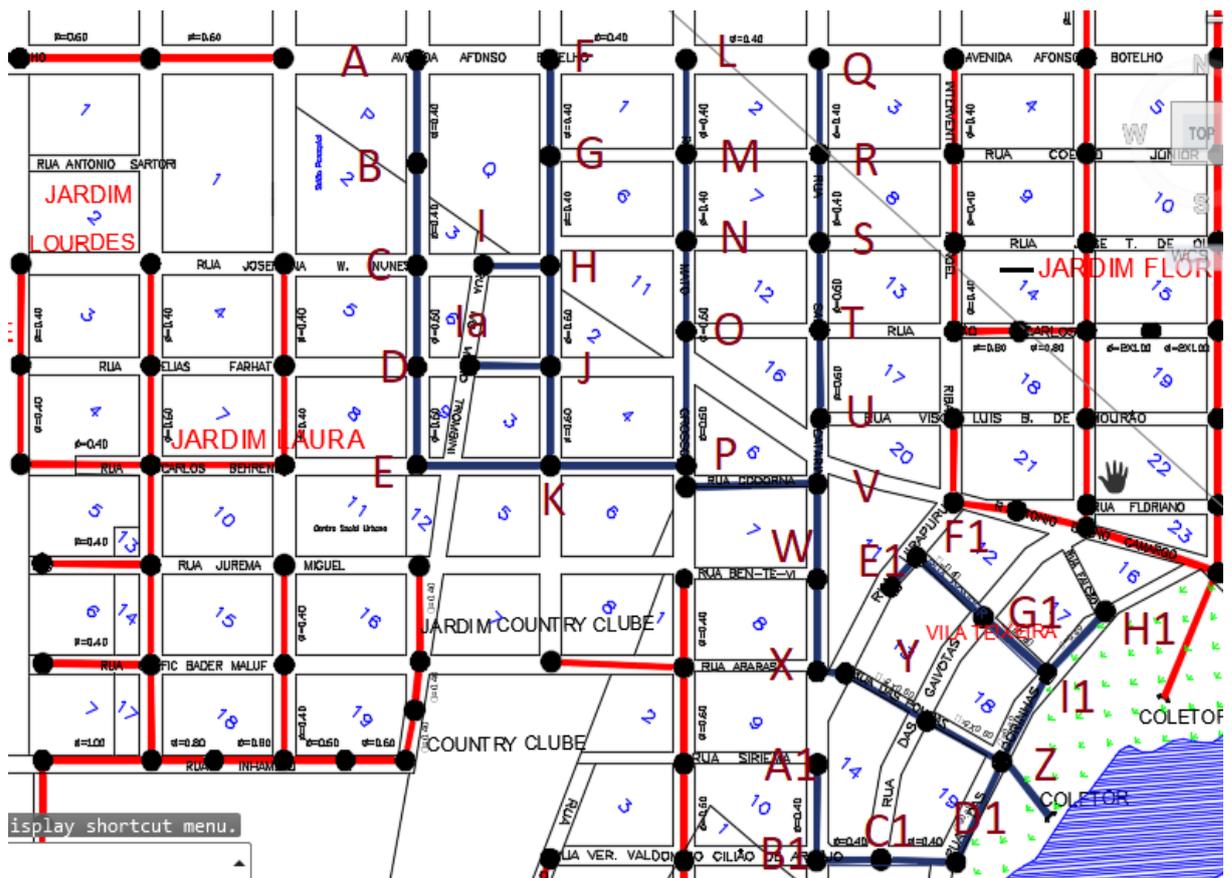


Figura 22. Malha do emissário 3 indicada pelo trecho em azul

Fonte: Secretaria de Planejamento do município de Campo Mourão, Paraná. Edição: autoria própria (2017)

Tabela 10. Diâmetros do emissário 3.

Diâmetro Calculado (mm)	Diâmetro Real (mm)
900	1200

O diâmetro final obtido no dimensionamento foi o de 900 mm indicando que o diâmetro final verificado *in loco* esta de acordo. Tabela de dimensionamento demonstrada no Anexo C.

Emissário 4

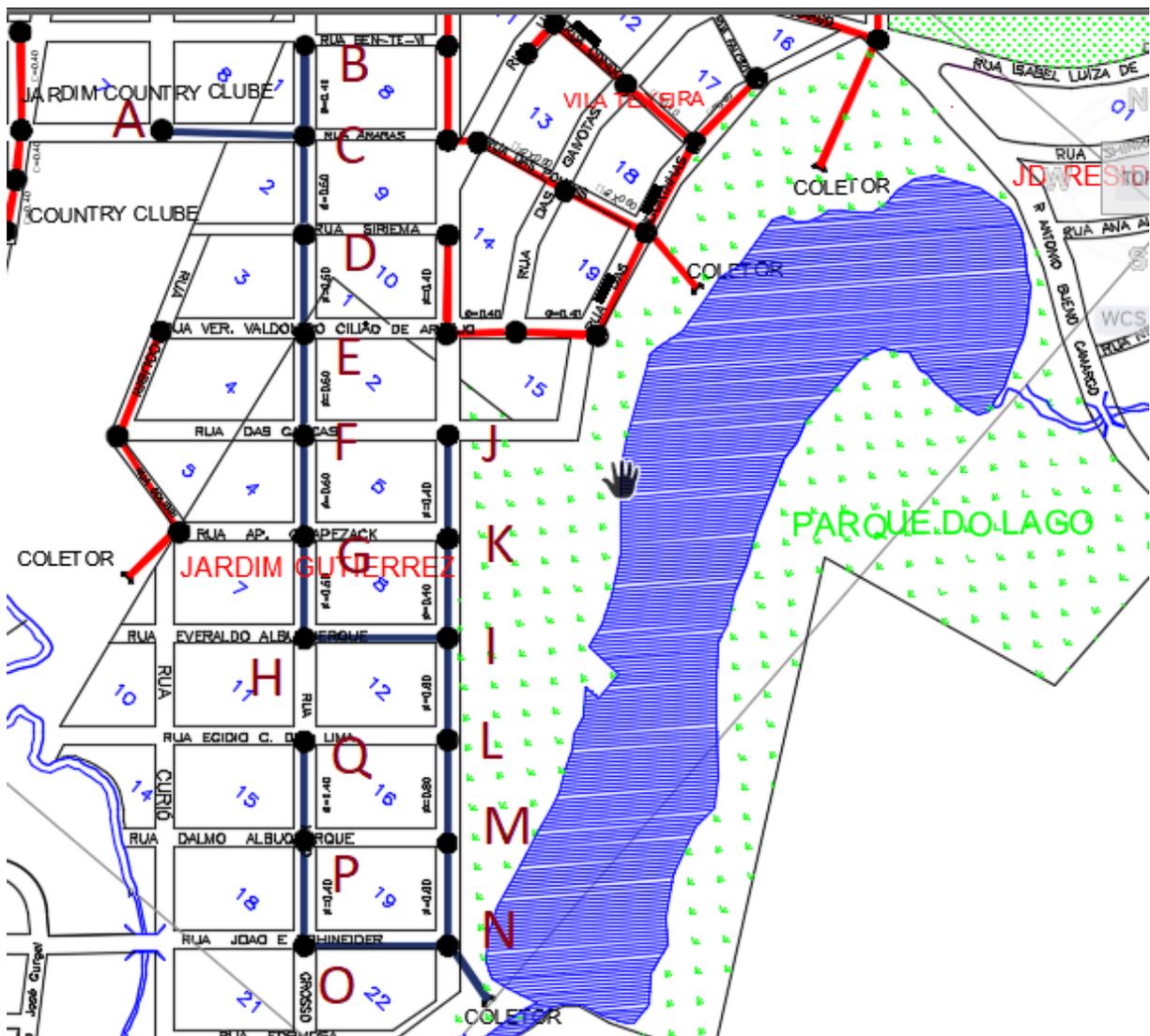


Figura 23. Malha do emissário 4 indicada pelo trecho em azul

Fonte: Secretaria de Planejamento do município de Campo Mourão, Paraná. Edição: autoria própria (2017)

Tabela 11. Diâmetros do emissário 4.

Diâmetro Calculado (mm)	Diâmetro Real (mm)
900	800

O quarto emissário obteve o diâmetro final de sua galeria no valor de 900 mm, indicando que há insuficiência de drenagem na área uma vez que o diâmetro observado em projeto e *in loco* foi de 800 mm. Tabela de dimensionamento demonstrada no Anexo D.

7 CONCLUSÃO

Baseando-se no referencial teórico, nas visitas *in loco* e utilizando-se de ferramentas dos softwares MS Excel®, AutoCAD® e Google Earth®, o presente trabalho avaliou a integridade estrutural de quatro emissários do sistema de drenagem do município de Campo Mourão, Paraná, assim como dimensionou as malhas de galerias referentes aos emissários alvos da análise.

Os resultados indicam que impactos ambientais são perceptíveis e que todos os emissários requerem ações interventivas para sanar patologias.

Em nenhum dos emissários havia estrutura dissipadora de energia para reduzir os impactos da velocidade da água e 50% deles estavam parcialmente submersos. Apenas 25% dos emissários apresentaram base e laterais concretadas enquanto outros 25% estavam completamente soterrados. Índícios de erosão do solo nas proximidades dos emissários foram detectados em 50% das amostras, e em outros 50% foi possível observar a ocorrência de água estagnada.

Devido às condições atípicas, como o fato de 2 emissários estarem parcialmente submersos, o estudo não permitiu estabelecer conclusões com relação a parte dos impactos ambientais listados na Tabela 5, sendo eles a observação de efluente escuro e deposição de resíduos.

Os quatro emissários alvos deste estudo também foram avaliados quanto a capacidade de suas respectivas malhas no sistema de drenagem de atender as demandas de intensidade pluviométrica da região. As malhas foram dimensionadas e os diâmetros finais reais foram verificados. 50% dos emissários tiveram diâmetros de cálculo compatíveis com os observados *in loco*. Já os outros 50%, referentes aos emissários 2 e 4, apresentaram diâmetros reais menores do que os demandados de acordo com o dimensionamento.

Utilizando-se os dados coletados e os resultados obtidos é seguro afirmar que ações que visam estabelecer o acompanhamento dos pontos finais das galerias de drenagem de águas pluviais do município faz-se prontamente necessária com o intuito de promover a adaptação dos emissários para que atendam os padrões definidos pelas normas e para se definir periodicidade de manutenção.

ANEXO

A - Tabela de dimensionamento do emissário 1

Trecho	Extensão 2 m	Área (m²)		tc	c	i	Ql	ΣQ	D	Cota do PV (m)		St	Cota da Galeria		Sg	Prof. da Gal. (m)		Θ	h/D	Am	V	tp	
		Trecho	Total							Mont	Jus		Mont	Jus		Mont	Jus						Mont
A	121,48	5250,00	5250,00	5,00	0,65	3,316	0,189	0,189	400	615	614	0,008	613,6	612,3	0,011	1,4	1,7	0,315	4,584	0,830	0,112	1,691	1,197
B	119,09	10500,00	15750,00	6,20	0,65	3,196	0,364	0,552	500	614	614	0,000	612,3	610,9	0,012	1,7	3,1	0,485	21,216	0,689	0,641	0,861	2,305
C	121,09	10500,00	26250,00	8,50	0,65	2,990	0,340	0,892	600	614	613	0,008	610,9	609,6	0,011	3,1	3,4	0,504	27,047	0,212	1,175	0,760	2,657
D	119,09	10500,00	36750,00	11,16	0,65	2,785	0,317	1,209	600	613	608	0,042	609,6	606,4	0,027	3,4	1,6	0,432	11,141	0,122	0,546	2,215	0,896
E	118,52	10500,00	47250,00	12,06	0,65	2,723	0,310	1,519	700	608	607	0,008	606,4	604,8	0,013	1,6	2,2	0,508	28,150	0,469	1,717	0,885	2,233
F	180,90	10500,00	57750,00	14,29	0,65	2,580	0,293	1,812	700	607	602	0,028	604,8	600,6	0,023	2,2	1,4	0,462	15,891	0,546	0,984	1,841	1,638
G	180,27	21260,00	79010,00	15,93	0,65	2,485	0,272	2,385	700	602	596	0,033	600,6	594,6	0,033	1,4	1,4	0,508	28,137	0,466	1,715	1,390	2,161
H	178,43	21260,00	100270,00	18,09	0,65	2,371	0,243	2,931	700	596	587	0,050	594,6	584,7	0,055	1,4	2,3	0,483	20,709	0,799	1,210	2,423	1,228
I	67,53	5982,92	5982,92	5,00	0,65	3,316	0,215	0,215	400	593	591	0,030	591,6	589,6	0,030	1,4	1,4	0,216	3,602	0,614	0,081	2,656	0,424
K	64,28	6860,66	12843,58	5,42	0,65	3,272	0,243	0,458	400	591	590	0,016	589,6	587,4	0,034	1,4	2,6	0,428	10,605	0,222	0,231	1,987	0,539
L	65,42	9218,11	22061,69	5,96	0,65	3,219	0,321	0,780	500	590	588	0,031	587,4	586	0,021	2,6	2,0	0,508	28,149	0,469	0,876	0,890	1,225
M	69,02	9947,89	32009,58	7,19	0,65	3,104	0,334	1,114	700	588	587	0,014	586	584,7	0,019	2,0	2,3	0,315	4,590	0,831	0,342	3,258	0,353
N	83,64	16940,84	149220,42	19,31	0,65	2,311	0,424	4,469	700	587	581	0,072	584,7	577,7	0,084	2,3	3,3	0,600	84,483	0,585	5,154	0,867	1,608
O	74,94	10765,62	159986,04	20,92	0,65	2,237	0,261	4,730	800	581	577	0,053	577,7	574,1	0,048	3,3	2,9	0,587	73,051	0,306	5,901	0,801	1,558
P	76,13	10765,62	170751,66	22,48	0,65	2,170	0,253	4,983	800	577	573	0,053	574,1	570,2	0,051	2,9	2,8	0,599	83,487	0,810	6,601	0,755	1,681
Q	74,86	10765,62	181517,28	24,16	0,65	2,103	0,245	5,228	800	573	569	0,053	570,2	566	0,056	2,8	3,0	0,600	84,943	0,470	6,805	0,768	1,624
R	75,48	10765,62	192282,90	25,78	0,65	2,042	0,238	5,466	800	569	563	0,079	566	561	0,066	3,0	2,0	0,578	65,689	0,429	5,233	1,045	1,204
S	57,43	10765,62	203048,52	26,99	0,65	2,000	0,233	5,700	800	563	558	0,087	561	556,6	0,077	2,0	1,4	0,560	53,459	0,513	4,281	1,331	0,719
T	121,48	10936,50	10936,50	5,00	0,65	3,316	0,393	0,393	800	610	610	0	606,6	606,4	0,002	3,4	3,6	0,263	3,984	0,704	0,378	1,038	1,950
U	119,09	21873,00	32809,50	6,95	0,65	3,125	0,741	1,133	800	610	609	0,008	607,4	605,3	0,018	2,6	3,7	0,232	3,730	0,645	0,343	3,306	0,600
V	121,09	21873,00	54682,50	7,55	0,65	3,071	0,728	1,861	800	609	608	0,008	605,3	604,1	0,010	3,7	3,9	0,508	28,478	0,551	2,294	0,811	2,488
W	119,09	21873,00	76555,50	10,04	0,65	2,868	0,680	2,541	800	608	606	0,017	604,1	601,9	0,018	3,9	4,1	0,508	28,446	0,543	2,289	1,110	1,788
X	84,98	21873,00	98428,50	11,83	0,65	2,738	0,649	3,190	800	606	603	0,035	601,9	599,2	0,032	4,1	3,8	0,487	21,658	0,583	1,706	1,869	0,758

ANEXO B - Tabela de dimensionamento do emissário 2.

Trecho	Extensão 2 m	Área (m²)		tc	c	i	QI	ΣQ	D	Cota do PV (m)		St	Cota da Galeria		Sg	Prof da Gal. (m)		k	Θ	h/D	Am	V	tp
		Trecho	Total							Mont	Jus		Mont	Jus		Mont	Jus						
Y Z	104,32	12942,00	111370,50	12,58	0,65	2,687	0,377	3,566	800	603	596	0,067	599,2	593,6	0,054	3,8	2,4	0,419	9,605	0,455	0,783	4,556	0,382
A1 B1	119,03	12600,00	12600,00	5,00	0,65	3,316	0,453	0,453	500	602	601	0,0084	600,6	599,4	0,010	1,4	1,6	0,429	10,811	0,181	0,369	1,228	1,615
B1 C1	121,48	21600,00	34200,00	6,62	0,65	3,156	0,739	1,191	700	601	600	0,008	599,4	598,3	0,009	1,6	1,7	0,486	21,499	0,622	1,288	0,925	2,189
C1 D1	119,09	21600,00	55800,00	8,80	0,65	2,965	0,694	1,885	800	600	599	0,008	598,3	597,1	0,010	1,7	1,9	0,511	29,280	0,741	2,410	0,782	2,538
D1 E1	60,70	21600,00	77400,00	11,34	0,65	2,772	0,649	2,534	800	599	598	0,016	597,1	596,1	0,016	1,9	1,9	0,537	40,460	0,405	3,207	0,790	1,280
E1 F1	59,03	12600,00	90000,00	12,62	0,65	2,685	0,366	2,900	800	598	597	0,017	596,1	594,7	0,024	1,9	2,3	0,512	29,818	0,849	2,465	1,176	0,836
F1 Z	119,68	12600,00	102600,00	13,46	0,65	2,631	0,359	3,259	1000	597	596	0,008	594,7	593,6	0,009	2,3	2,4	0,510	29,004	0,678	3,709	0,879	2,270
Z G1	87,6	12259,82	226230,32	12,97	0,65	2,663	0,354	7,179	1000	596	593	0,0342	593,6	590,7	0,033	2,4	2,3	0,592	77,297	0,209	9,544	0,752	1,941
G1 H1	92,66	9917,81	236148,13	14,91	0,65	2,543	0,273	7,453	1000	593	591	0,022	590,7	587,4	0,036	2,3	3,6	0,592	77,724	0,302	9,624	0,774	1,994
H1 I1	83,64	9917,81	246065,94	16,90	0,65	2,432	0,261	7,714	1000	591	585	0,072	587,4	583	0,053	3,6	2,0	0,504	27,084	0,220	3,269	2,359	0,591
I1 J1	74,94	9917,81	255983,75	17,49	0,65	2,401	0,258	7,972	1000	585	580	0,067	583	577,7	0,071	2,0	2,3	0,450	13,702	0,079	1,599	4,984	0,251
J1 K1	76,13	9917,81	265901,56	17,74	0,65	2,388	0,257	8,229	1000	580	575	0,066	577,7	572,1	0,074	2,3	2,9	0,455	14,634	0,244	1,719	4,786	0,265
M1 O1	83,64	21600,00	21600,00	5,00	0,65	3,316	0,776	0,776	400	587	580	0,0837	585,6	578,6	0,084	1,4	1,4	0,463	16,159	0,612	0,332	2,338	0,596
O1 P1	74,94	12120,00	33720,00	5,60	0,65	3,255	0,427	1,203	500	580	577	0,040	578,6	575,2	0,045	1,4	1,8	0,538	41,058	0,554	1,290	0,933	1,339
P1 Q1	76,13	9397,45	43117,45	6,93	0,65	3,127	0,318	1,522	700	577	576	0,013	575,2	573,9	0,017	1,8	2,1	0,452	14,122	0,144	0,804	1,893	0,670
Q1 K1	102,10	9397,45	52514,90	7,61	0,65	3,067	0,312	1,834	700	576	575	0,010	573,9	572,1	0,018	2,1	2,9	0,536	40,176	0,337	2,423	0,757	2,248
K1 L1	74,86	9397,45	327813,91	18,01	0,65	2,375	0,242	10,304	1000	575	570	0,0668	572,1	567,3	0,064	2,9	2,7	0,610	94,951	0,969	11,788	0,874	1,427
L1 M1	75,48	9397,41	337211,32	19,43	0,65	2,305	0,235	10,539	1000	570	560	0,132	567,3	558,1	0,122	2,7	1,9	0,453	14,233	0,164	1,655	6,369	0,198
R1 S1	72,26	9120,00	9120,00	5,00	0,65	3,316	0,328	0,328	400	566	563	0,0415	564,6	561,4	0,044	1,4	1,6	0,269	4,033	0,715	0,096	3,405	0,354
S1 T1	57,69	6850,44	15970,44	5,35	0,65	3,280	0,243	0,571	500	563	561	0,035	561,4	558,9	0,043	1,6	2,1	0,261	3,966	0,700	0,147	3,888	0,247
T1 M1	64,24	4698,71	20669,15	5,60	0,65	3,255	0,166	0,737	600	561	560	0,0156	558,9	558,1	0,012	2,1	1,9	0,387	7,030	0,966	0,286	2,578	0,415
M1 S	124,67	4698,71	362579,18	19,63	0,65	2,296	0,117	11,392	1300	560	558	0,016	558,1	554,7	0,027	1,9	3,3	0,514	30,520	0,951	6,612	1,723	1,206
S Fim	110,10	5224,62	570852,32	20,84	0,65	2,241	0,127	11,519	1300	558	546	0,109	554,7	542	0,115	3,3	4,0	0,253	3,894	0,684	0,967	4,564	0,402

ANEXO C - Tabela de dimensionamento do emissário 3

Trecho	Extensão 2 m	Área (m²)		tc min	c	i mm.min⁻¹	QI m³.s⁻¹	ΣQ m³.s⁻¹	D mm	Cota do PV (m) St		Cota da Galeria		Sg m.m⁻¹	Prof da Galeria k		Θ rad	h/D	Am m²	V m.s⁻¹	tp min			
		Trecho	Total							Mont	Jus	Mont	Jus		Mont	Jus								
R	S	74,80	9233,00	30833,00	6,51	0,65	3,167	0,317	1,093	500	582	578	0,053	580,5	576,6	0,052	1,50	1,40	0,456	14,757	0,271	0,436	2,508	0,497
S	T	73,62	9120,00	39953,00	7,00	0,65	3,121	0,308	1,401	500	578	573	0,068	576,6	571,6	0,068	1,40	1,40	0,512	29,760	0,838	0,961	1,458	0,842
T	U	76,40	9120,00	49073,00	7,85	0,65	3,046	0,301	1,702	500	573	569	0,052	571,6	565,7	0,077	1,40	3,30	0,583	70,116	0,939	2,165	0,786	1,620
U	V	56,10	8955,30	58028,30	9,46	0,65	2,912	0,283	1,984	900	569	568	0,018	565,7	565,3	0,007	3,30	2,70	0,467	16,911	0,783	1,807	1,098	0,851
V	W	85,74	6487,67	64515,97	8,86	0,65	2,961	0,208	4,218	900	568	567	0,012	565,3	563,3	0,023	2,70	3,70	0,549	46,687	0,608	4,684	0,901	1,587
W	X	80,20	9263,29	73779,26	10,44	0,65	2,837	0,285	4,503	900	567	564	0,037	563,3	560	0,041	3,70	4,00	0,441	12,363	0,003	1,272	3,540	0,378
X	Y	86,57	9960,00	83739,26	10,82	0,65	2,809	0,303	4,806	900	562	555	0,081	558	553,6	0,051	4,00	1,40	0,424	10,127	0,328	1,091	4,406	0,327
Y	Z	76,40	10554,00	94293,26	11,15	0,65	2,786	0,319	5,125	900	555	547	0,105	553,6	545,6	0,105	1,40	1,40	0,315	4,580	0,829	0,584	9,084	0,140
A1	B1	83,5	9480,74	9480,74	5	0,65	3,316	0,341	0,341	400	560	559	0,012	558,6	557,2	0,017	1,40	1,80	0,454	14,480	0,212	0,271	1,258	1,106
B1	C1	58,06	9480,74	18961,48	6,11	0,65	3,205	0,329	0,670	500	559	558	0,017	557,2	554,3	0,050	1,80	3,70	0,285	4,195	0,751	0,158	4,232	0,229
C1	D1	67,64	9278,51	28239,99	6,33	0,65	3,183	0,320	0,990	500	558	552	0,089	554,3	550,6	0,055	3,70	1,40	0,403	8,178	0,792	0,226	4,380	0,257
D1	Z	95,87	7491,51	35731,50	6,59	0,65	3,159	0,256	1,246	500	552	544	0,083	550,2	542,6	0,079	1,80	1,40	0,422	9,907	0,381	0,324	3,845	0,416
E1	F1	33,15	3974,81	3974,81	5	0,65	3,316	0,143	0,143	400	560	560	0	558,6	558,4	0,006	1,40	1,60	0,317	4,628	0,838	0,112	1,269	0,435
F1	G1	79,54	7230,22	11205,03	5,44	0,65	3,271	0,256	0,399	400	560	554	0,075	558,4	552,6	0,073	1,60	1,40	0,255	3,914	0,688	0,092	4,325	0,306
G1	I1	61,00	5902,45	17107,48	5,74	0,65	3,241	0,207	0,606	500	554	547	0,115	552,6	545,6	0,115	1,40	1,40	0,170	3,247	0,526	0,105	5,787	0,176
H1	I1	79,54	5196,78	5196,78	5	0,65	3,316	0,187	0,187	500	548	547	0,013	546,6	545,6	0,013	1,40	1,40	0,159	3,154	0,503	0,099	1,887	0,702
I1	Z	89,54	7038,78	29343,04	5,917	0,65	3,223	0,246	1,039	500	547	544	0,034	545,6	542,6	0,034	1,40	1,40	0,540	42,276	0,829	1,352	0,768	1,943
Z	Fim	53,6	7238,14	130874,44	7,01	0,65	3,120	0,245	7,654	900	544	540	0,075	542,6	538,5	0,076	1,40	1,50	0,550	47,310	0,454	4,809	1,592	0,561

Trecho	Extensão 2 m	Área (m²)		tc	c	i	QI	ΣQ	D	Cota do PV (m St)		Cota da Galeria		Prof da Galeria		h/D	Am	V	tp		
		Trecho	Total							Mont	Jus	Mont	Jus	Mont	Jus						
1																					
R	74,80	9233,00	30833,00	6,51	0,65	3,167	0,317	1,093	500	582	578	0,053	580,5	576,6	0,052	1,50	1,40	0,436	2,508	0,497	
S	73,62	9120,00	39953,00	7,00	0,65	3,121	0,308	1,401	500	578	573	0,068	576,6	571,6	0,068	1,40	1,40	0,512	29,760	0,838	0,961
T	76,40	9120,00	49073,00	7,85	0,65	3,046	0,301	1,702	500	573	569	0,052	571,6	565,7	0,077	1,40	3,30	0,583	70,116	0,939	2,165
U	56,10	8955,30	58028,30	9,46	0,65	2,912	0,283	1,984	900	569	568	0,018	565,7	565,3	0,007	3,30	2,70	0,467	16,911	0,783	1,807
V	85,74	6487,67	64515,97	8,86	0,65	2,961	0,208	4,218	900	568	567	0,012	565,3	563,3	0,023	2,70	3,70	0,549	46,687	0,608	4,684
W	80,20	9263,29	73779,26	10,44	0,65	2,837	0,285	4,503	900	567	564	0,037	563,3	560	0,041	3,70	4,00	0,441	12,363	0,003	1,272
X	86,57	9960,00	83739,26	10,82	0,65	2,809	0,303	4,806	900	562	555	0,081	558	553,6	0,051	4,00	1,40	0,424	10,127	0,328	1,091
Y	76,40	10554,00	94293,26	11,15	0,65	2,786	0,319	5,125	900	555	547	0,105	553,6	545,6	0,105	1,40	1,40	0,315	4,580	0,829	0,564
A1	83,5	9480,74	9480,74	5	0,65	3,316	0,341	0,341	400	560	559	0,012	558,6	557,2	0,017	1,40	1,80	0,454	14,480	0,212	0,271
B1	58,06	9480,74	18961,48	6,11	0,65	3,205	0,329	0,670	500	559	558	0,017	557,2	554,3	0,050	1,80	3,70	0,285	4,195	0,751	0,158
C1	67,64	9278,51	28239,99	6,33	0,65	3,183	0,320	0,990	500	558	552	0,089	554,3	550,6	0,055	3,70	1,40	0,403	8,178	0,792	0,226
D1	95,87	7491,51	35731,50	6,59	0,65	3,159	0,256	1,246	500	552	544	0,083	550,2	542,6	0,079	1,80	1,40	0,422	9,907	0,381	0,324
E1	33,15	3974,81	3974,81	5	0,65	3,316	0,143	0,143	400	560	560	0	558,6	558,4	0,006	1,40	1,60	0,317	4,628	0,838	0,112
F1	79,54	7230,22	11205,03	5,44	0,65	3,271	0,256	0,399	400	560	554	0,075	558,4	552,6	0,073	1,60	1,40	0,255	3,914	0,688	0,092
G1	61,00	5902,45	17107,48	5,74	0,65	3,241	0,207	0,606	500	554	547	0,115	552,6	545,6	0,115	1,40	1,40	0,170	3,247	0,526	0,105
H1	79,54	5196,78	5196,78	5	0,65	3,316	0,187	0,187	500	548	547	0,013	546,6	545,6	0,013	1,40	1,40	0,159	3,154	0,503	0,099
I1	89,54	7038,78	29343,04	5,917	0,65	3,223	0,246	1,039	500	547	544	0,034	545,6	542,6	0,034	1,40	1,40	0,540	42,276	0,829	1,352
Z	53,6	7238,14	130874,44	7,01	0,65	3,120	0,245	7,654	900	544	540	0,075	542,6	538,5	0,076	1,40	1,50	0,550	47,310	0,454	4,809

ANEXO D - Tabela de dimensionamento do emissário 4

Trecho	Extensão		Área (m²)		tc	c	i	QI	ΣQ	D	Cota do PV (mSt)		Cota da Galeria		Sg	Prof da Galeria k		Θ	h/D	Am	V	tp		
	2 m	Trecho	Total								Mont	Jus	Mont	Jus		Mont	Jus						Mont	Jus
A	C	119,65	20880,00	20880,00	5,00	0,65	3,316	0,750	0,750	500	566	563	0,025	564,6	561,6	0,025	1,4	1,4	0,451	13,956	0,116	0,405	1,850	1,078
B	C	76,57	10391,00	10391,00	5,00	0,65	3,316	0,373	0,373	500	564	563	0,013	562,6	561,6	0,013	1,4	1,4	0,311	4,524	0,819	0,172	2,169	0,588
C	D	82,93	8400,00	39671,00	5,59	0,65	3,256	0,296	1,420	600	563	561	0,024	561,6	559,6	0,024	1,4	1,4	0,535	39,756	0,242	1,749	0,812	1,703
D	E	83,67	7350,00	47021,00	7,29	0,65	3,094	0,246	1,666	700	561	560	0,012	559,6	558,1	0,018	1,4	1,9	0,483	20,722	0,796	1,211	1,376	1,013
E	F	86,30	4092,33	51113,33	8,30	0,65	3,006	0,133	1,799	700	560	559	0,012	558,1	556,3	0,021	1,9	2,7	0,484	20,883	0,763	1,224	1,470	0,979
F	G	82,10	5106,39	56219,72	9,28	0,65	2,926	0,162	1,961	700	559	557	0,024	556,3	554,3	0,024	2,7	2,7	0,488	21,997	0,499	1,348	1,455	0,940
G	H	86,34	4971,65	61191,37	10,22	0,65	2,854	0,154	2,115	700	557	555	0,023	554,3	552,3	0,023	2,7	2,7	0,540	41,810	0,733	2,611	0,810	1,777
H	I	122,55	4900,00	66091,37	12,00	0,65	2,727	0,145	2,260	800	555	554	0,008	552,3	550,6	0,014	2,7	3,4	0,522	33,602	0,730	2,623	0,862	2,371
J	K	87,13	11137,90	11137,90	14,37	0,65	2,575	0,311	0,311	400	559	558	0,011	557,6	556,4	0,014	1,4	1,6	0,457	15,011	0,329	0,287	1,081	1,343
K	I	83,87	11151,82	22289,72	15,71	0,65	2,497	0,302	0,612	400	558	554	0,048	556,4	550,6	0,069	1,6	3,4	0,402	8,105	0,807	0,143	4,290	0,326
I	L	86,34	11053,36	99434,45	16,04	0,65	2,479	0,297	3,169	900	554	553	0,012	550,6	549,4	0,014	3,4	3,6	0,534	39,049	0,110	3,855	0,822	1,751
L	M	87,23	10769,08	110203,53	17,79	0,65	2,386	0,278	3,447	900	553	549	0,046	549,4	547,5	0,022	3,6	1,5	0,464	16,323	0,651	1,711	2,014	0,722
M	N	86,78	10844,49	121048,02	18,51	0,65	2,350	0,276	3,723	900	549	546	0,035	547,5	544,6	0,033	1,5	1,4	0,405	8,306	0,765	0,750	4,965	0,291
Q	P	83,66	5579,47	5579,47	5,00	0,65	3,316	0,200	0,200	400	554	551	0,036	552,6	549,6	0,036	1,4	1,4	0,183	3,344	0,551	0,071	2,827	0,493
P	O	88,93	4986,49	10565,96	5,49	0,65	3,265	0,176	0,377	400	551	547	0,045	549,6	545,4	0,047	1,4	1,6	0,299	4,359	0,786	0,106	3,557	0,417
O	N	121,64	5360,49	15926,45	5,91	0,65	3,224	0,187	0,564	600	547	546	0,008	545,4	544,6	0,007	1,6	1,4	0,407	8,540	0,714	0,350	1,614	1,256
N	Fim	47,81	9754,00	146728,47	19,77	0,65	2,290	0,242	4,529	900	546	544	0,042	544,6	542,6	0,042	1,4	1,4	0,440	12,207	0,008	1,272	3,562	0,224

7. REFERENCIAS

ALMEIDA, Dione Santana de; COSTA, Isaias. **A Drenagem Urbana Das Águas Pluvias E Sua Relação Com O Meio Ambiente E A Saúde Pública No Município De Santana.** Disponível em: <<http://www2.unifap.br/cambientais/files/2014/08/A-DRENAGEM-URBANA-DAS-%C3%81GUAS-PLUVIAS-E-SUA-RELA%C3%87%C3%83O-COM-O-MEIO-AMBIENTE-E-A-SA%C3%9ADE-P%C3%9ABLICA-NO-MUNIC%C3%8DPIO-DE-SANTANA.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2016.

CAMARA DOS DEPUTADOS. **Enchentes.** 2013. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/camaranoticias/radio/materias/REPORTAGEM-ESPECIAL/436569-ENCHENTES---O-BRASIL-E-6-PAIS-DO-MUNDO-QUE-MAIS-SOFRE-COM-CATASTROFES-CLIMATICAS-BLOCO-1.html>>. Acesso em: out. 2016.

CANHOLI, Aluísio Pardo. **Drenagem Urbana e controles de enchentes.** 2ª ed. São Paulo. 2014.

CREA – MG. **Termo de Cooperação Técnica.** 2013. Disponível em: <<http://www.crea-mg.org.br/Funasa/Documents/Modulo%20I/Apresenta%C3%A7%C3%B5es%20M%C3%B3d.%20I/5.QUINTA-FEIRA/Apresenta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Manejo%20%C3%81guas%20Pluviais.pdf>>. Acesso em out. 2016.

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais. **Orientações Básicas Para Drenagem Urbana.** 2006. Disponível em: <<http://www.feam.br/images/stories/arquivos/Cartilha%20Drenagem.pdf>>. Acesso em: out. 2006.

FENDRICH, R. **Chuvas Intensas para Obras de Drenagem no Estado do Paraná.** 2003.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades.** 2010. disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=410430>>. Acesso em: 10 out. 2016.

JUSTINO, Eliane Aparecida; PAULA, Heber Martins de; PAIVA, Ed Carlo Rosa. **Análise Do Efeito Da Impermeabilização Dos Solos Urbanos Na Drenagem De Água Pluvial Do Município De Uberlândia-Mg.** 2011. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/espaco/article/view/16884/10333>>. Acesso em out. 2016.

MARTINS, José. **Gestão de Drenagem Urbana: Somente Tecnologia Será Suficiente.** 2012. Disponível em: <

http://www.daee.sp.gov.br/outorgatreinamento/Obras_Hidr%C3%A1ulic/gestaodrenagem.pdf>. Acesso em: out. 2016.

MEC – MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Manual de Educação para o Consumo Sustentável**. 2005. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao8.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2016.

PAZ, Adriano Rolim da. **Hidrologia Aplicada – Texto Básico**. 2004. Disponível em: <http://www.ct.ufpb.br/~adrianorpaz/artigos/apostila_HIDROLOGIA_APLICADA_UE RGS.pdf>. Acesso em outubro de 2016.

RECESA. **Águas Pluviais**. 2007. Disponível em: < <http://nucase.desa.ufmg.br/wp-content/uploads/2013/08/APU-TCCU.2-e-3.pdf>>. Acesso em out. 2016.

SEMA – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná. **Bacias Hidrográficas do Paraná**. 2010. Disponível em: < http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/corh/Revista_Bacias_Hidrograficas_do_Parana.pdf>. Acesso em out. 2016.

SILVA, Helena Albertino da. **Avaliação da Influência Do Substrato Utilizado na Qualidade e Quantidade Das Parcelas de Água Escuada, Percolada e Armazenada em três Estruturas Experimentais de Telhado Verde Extensivo**. 2014. Disponível em: < <http://repositorio.unesp.br/handle/11449/121208> >. Acesso out. 2010.

SILVA, Rodrigo G. F. da. **Análise de emissários da galeria de águas pluviais contribuintes do rio km 199 na região central do município de Campo Mourão, Paraná**. 2016.

SILVEIRA, André Luiz Lopes da. **Drenagem Urbana. Aspectos da Gestão**. 2002. Disponível em: < <https://pt.scribd.com/document/311995773/Apostila-de-Drenagem-Urbana-Do-Prof-Silveira>>. Acesso em: out. 2016.

SUDERHSA - Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambienta. **Manual de drenagem urbana**. Disponível em: <http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/pddrenagem/volume6/mdu_versa o01.pdf>. Acesso em: 10 out. 2016.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Plano diretor de drenagem urbana: princípios e concepção. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Porto Alegre, RS. 1997.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Água doce**. 2. Ed. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, dez. 1997. Disponível em:

<http://www.pec.poli.br/sistema/material_disciplina/fotos/%C3%A1guanomeio%20urbano.pdf>. Acesso em: 10 out. 2016.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Gestão das Inundações Urbanas**. 2005. Disponível em: <www.semarh.se.gov.br/modules/wfdownload>. Acesso em: 10 out. 2016.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas**. 2005. Disponível em: <http://4ccr.pgr.mpf.mp.br/ccr4/institucional/grupos-de-trabalho/encerrados/residuos/documentos-diversos/outros_documentos_tecnicos/curso-gestao-do-territorio-e-manejo-integrado-das-aguas-urbanas/gestaotucci2.pdf>. Acesso em: 10 out. 2016.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Águas Urbanas**. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a07.pdf>>. Acesso em: out. 2016.