

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

RODRIGO GONÇALVES FERREIRA DA SILVA

**ANÁLISE DE EMISSÁRIOS DA GALERIA DE ÁGUAS PLUVIAIS  
CONTRIBUINTES DO RIO KM 119 NA REGIÃO CENTRAL DO  
MUNICÍPIO DE CAMPO MOURÃO, PARANÁ**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO  
2016

RODRIGO GONÇALVES FERREIRA DA SILVA

**ANÁLISE DE EMISSÁRIOS DA GALERIA DE ÁGUAS PLUVIAIS  
CONTRIBUINTES DO RIO KM 119 NA REGIÃO CENTRAL DO  
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 de Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. Dra. Paula Cristina de Souza

CAMPO MOURÃO

2016



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

### **ANÁLISE DE EMISSÁRIOS DA GALERIA DE ÁGUAS PLUVIAIS CONTRIBUINTES DO RIO KM 119 NA REGIÃO CENTRAL DO MUNICÍPIO DE CAMPO MOURÃO, PARANÁ**

por

**Rodrigo Gonçalves Ferreira da Silva**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 14h30min do dia 23 de novembro de 2016 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 )

Co-orientador

**Prof. Dr. Eudes José Arantes**

( UTFPR )

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Paula Cristina de Souza**

( UTFPR )

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 Professora Paula Cristina de Souza, pelo auxílio, orientação e momentos de aprendizagem durante todas as etapas desse trabalho, bem como por lecionar com excelente didática e atenção as disciplinas com qual criei afinidade e pretendo seguir no caminho profissional.

Aos professores que compõem a banca examinadora, Helton Rogério Mazzer e Eudes José Arantes, por dedicarem tempo enriquecendo através de críticas e sugestões esse estudo.

À Professora Roseli Constantino Schwerz, ao Professor Cesar Vanderlei Deimling e a Professora Natalia Neves Macedo Deimling que através de seu projeto de extensão na área de física me apresentou a técnicas pedagógicas e de elaboração de artigo científico, ambos fundamentais para a elaboração desse trabalho e também para a vida pós graduação.

Ao Centro Acadêmico de Engenharia Civil, que ao longo dos semestres letivos moldou em mim qualidades fundamentais tanto para a vida profissional quanto para a pessoal, mas principalmente por demonstrar a importância da parceria e do trabalho em equipe.

A todos os meus amigos, em especial à Shirley Batista pelo apoio e motivação para a conclusão desse trabalho, bem como pelos momentos de descontração.

Dedico também aos meus pais Jobel Ferreira e Edina Gonçalves, e ao meu irmão Rodolfo Ferreira pelo apoio incondicional não só em todas as etapas do presente trabalho, mas também durante toda a graduação e das demais fases da vida.

Ao restante da minha família, em especial dedico ao meu falecido avô, Sérgio Gonçalves.

## RESUMO

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. 62 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em engenharia civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.

Para evitar alguns problemas causados pela precipitação no meio urbano, tais como pontos de alagamento, ocorrência de processos erosivos e a degradação de recursos hídricos é necessário um correto dimensionamento da galeria de águas pluviais para garantir a retirada d'água com rapidez e eficiência, que aliado a devida aplicação de estruturas dissipadoras de energia na saída dos emissários pode minimizar os impactos ambientais tanto no centro das cidades quanto nas áreas em torno dos corpos d'água receptores. Sendo assim, este trabalho teve o intuito de avaliar oito pontos de lançamento da galeria de águas pluviais do município de Campo Mourão – Paraná, afim de registrar a ocorrência de impactos ambientais significativos na saída das tubulações, tais como processos erosivos, pontos de água parada e despejo de resíduos, que podem interferir diretamente na qualidade de vida dos habitantes daquela localidade. Além disso, foram selecionados arbitrariamente cinco emissários, dos oito avaliados, para a realização do dimensionamento da galeria para averiguar se o projeto executado das tubulações é condizente com a demanda pluviométrica regional. Dessa forma, foi obtido através da visita in loco os valores dos diâmetros dos emissários para realizar a comparação. Estes foram localizados através da planta de galerias de águas pluviais cedidas pela Secretaria de Planejamento do município, e que junto do software *Google Earth*<sup>®</sup> e do software *Excel*<sup>®</sup>, seguindo os passos descritos por Costa, Siqueira e Menezes Filho (2007), tornou possível o dimensionamento da tubulação. Nesse sentido, apenas um dos emissários apresentou o diâmetro com grande discrepância entre executado e calculado no presente trabalho, além disso foram registrados inúmeros impactos ambientais, diretamente relacionados a falta de estruturas dissipadoras de energia. Por fim, o presente trabalho apresenta algumas propostas para minimizar os problemas encontrados.

**Palavras-chave:** Galeria, Água Pluvial, Campo Mourão

## ABSTRACT

SILVA, Rodrigo G. F. da. **Analysis of the outfall pipes in the storm sewer system of the flow contributing to the river Km 199, located in the central region of the municipality of Campo Mourão, Paraná, Brazil.** 2016. 62 f. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.

In order to avoid problems caused by rainfall in the urban environment, such as flooding areas, occurrence of erosive processes and the degradation of water resources, a correct design of the storm sewer system is necessary to guarantee the withdrawal of water with appropriate speed and efficiency, which combined with the proper application of energy-dissipating structures at the outfall exit pipes of the storm sewer pipes can minimize the environmental impacts both in city centers and in catchment basins. The aim of this work was to evaluate eight outlet points of the storm sewer system in the municipality of Campo Mourão - Paraná, in order to record if there were significant environmental impacts at the exit of the pipes, such as erosion processes, water stagnation points and waste disposal, which can directly interfere in the quality of life of the inhabitants of that locality. In addition, five outfall pipes, from the eight evaluated, were arbitrarily selected in order to carry out the sizing of the system to determine if the pipeline design is consistent with the regional rainfall demand. The diameters of the outfall pipes were obtained through measurements during the on-site visit so the comparisons could be made. The outfall ending pipes were located through the storm sewer design plans provided by the Planning Department of the municipality and, along with Google Earth® software and Excel® software, following the steps described by Costa, Siqueira and Menezes Filho (2007), the redesign of the pipes was made possible. In this sense, only one of the outfall pipes presented the diameter with considerable discrepancy when comparing what was built to what was calculated in the present work. In addition, numerous environmental impacts were observed, directly related to the lack of energy-dissipating structures. Finally, the present work brings proposals to minimize the problems encountered.

**Palavras-chave:** Storm sewer, Rainwater, Campo Mourão

## SUMÁRIO

<b>1 - INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>2 - OBJETIVOS</b> .....	10
2.1 – OBJETIVO GERAL.....	10
2.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	10
<b>3- JUSTIFICATIVA</b> .....	11
<b>4 – REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	12
4.1- CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO .....	12
4.2- DRENAGEM URBANA.....	13
4.3 – PROBLEMAS DEVIDO A PRESENÇA DA ÁGUA PLUVIAL.....	16
4.4 – PLANO DE DRENAGEM URBANA.....	20
4.5 – EQUAÇÕES DA CHUVA.....	24
4.6 – COEFICIENTE DE RUNOFF .....	25
<b>5 – MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	27
5.1 – LOCALIZAÇÃO .....	27
5.2 – LEVANTAMENTO TEÓRICO .....	27
5.3 – VISITA IN LOCO .....	27
5.4 – ANÁLISE DOS IMPACTOS.....	27
5.5 – SUGESTÕES DE REPARO .....	33
<b>6 – RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	34
6.1 – IDENTIFICAÇÃO DOS EMISSÁRIOS DO ESTUDO CASO .....	34
6.2 – CARACTERIZAÇÃO DOS EMISSÁRIOS DE CAMPO .....	35
6.3 – VERIFICAÇÃO DE VAZÕES.....	48
<b>7 – CONCLUSÃO</b> .....	59
<b>8 – REFERÊNCIAS</b> .....	60

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do município de Campo Mourão – Paraná .....	12
Figura 2 - Exemplo de topografia natural de uma região antes da urbanização.....	14
Figura 3 - Urbanização que não foi totalmente condizente com a topografia local. ....	14
Figura 4 - Urbanização que se adaptou a topografia local .....	15
Figura 5 - Hidrograma comparativo entre bacia urbana e bacia rural.....	15
Figura 6 - Desbarrancamento e erosão devido a precipitação excessiva.....	17
Figura 8 - Esquema enchente em área de ocupação imprópria na várzea de rio .....	17
Figura 9 - Área ribeirinha em escoamento normal em União da Vitória e Porto União. ....	18
Figura 10 - Local da figura 8 durante a cheia do rio em 1983. ....	19
Figura 11 - Sarjeta em Campo Mourão, Paraná .....	21
Figura 12 - Boca de lobo em Campo Mourão, Paraná.....	22
Figura 13 - Construção de uma tubulação de galeria de águas pluviais.....	22
Figura 14 - Tubulação de galeria de águas pluviais .....	23
Figura 15 - Vista transversal de um sistema de condução de água pluvial para a galeria ....	23
Figura 16 - Esquema de posicionamento de estruturas da drenagem urbana. ....	28
Figura 17 - Esquema de mosaico .....	29
Figura 18 - Representação de conduto circular .....	32
Figura 19 - Vista superior da área de estudo no município de Campo Mourão, Paraná.....	34
Figura 20 - Vista superior da área de estudo com os ponto de lançamento identificados ....	34
Figura 21 - Mapa das galerias de águas pluviais com os pontos identificados.....	35
Figura 22 - Tubulação apresentando rachaduras .....	36
Figura 23 - Saída do emissário, a.....	37
Figura 24 - Água parada .....	37
Figura 25 - Saída do emissário 2.....	38
Figura 26 - Saída do emissário 2, presença de afluente escuro .....	38
Figura 27 - Saída dupla no emissário 3.....	39
Figura 28 - Vista da saída do emissário 3.....	39
Figura 29 - Saída do emissário 4.....	40
Figura 30 - Vista da saída do emissário 4.....	40
Figura 31 - Presença de água parada registrada no entorno do emissário 4 .....	41
Figura 32 - Saída do emissário 5.....	41
Figura 33 - Ponto de lançamento do emissário 2 no rio km 119 .....	42
Figura 34 - Saída do emissário 6.....	42
Figura 35 - Saída do emissário 5 com a presença de grandes dissipadores de energia .....	43
Figura 36 - Completa estrutura de dissipador de energia do emissário 5.....	43
Figura 37 - Saída tripla no emissário 7 .....	44
Figura 38 - Entorno da saída do emissário 7.....	44
Figura 39 - Vista da saída do ponto de lançamento .....	45
Figura 40 - Saída do emissário 8 .....	45
Figura 41 - Vista interna da tubulação.....	45
Figura 42 - Vista da saída do emissário 8.....	46
Figura 43 - Água parada no entorno do emissário 8 .....	46
Figura 44 - Malha do emissário 1 .....	51
Figura 45 - Malha do emissário 4 .....	52
Figura 46 - Malha do emissário 5 .....	55



Figura 47 - Malha do emissário 6 .....	56
Figura 48 - Malha do emissário 8.....	57

## 1 - INTRODUÇÃO

Uma área natural, livre da interferência humana, tem suas características distintas de constituição de solo, vegetação, topografia e geologia que foram moldadas através de séculos por agentes de intemperes, como o sol, chuva e vento; sendo assim do ponto de vista hídrico, adaptadas para captação e escoamento da água pluvial referente a demanda de precipitação regional.

Entretanto, uma área ao ser urbanizada passa por um processo de impermeabilização do solo e por mudanças em sua topografia, causados principalmente devido a pavimentação e ao loteamento, dessa forma influenciando a velocidade de escoamento superficial da água e a capacidade de infiltração no solo, além disso a vegetação natural que anteriormente evitava a incidência de erosões é removida, facilitando dessa forma a incidência de processos erosivos. Naturalmente, essas alterações proporcionam um aumento generalizado do transporte de partículas de solo e poluentes, podendo assim ocasionar alguns problemas como erosões e depreciação de recursos hídricos.

Mas apesar dos problemas causados pela impermeabilização serem usuais, há muitas maneiras diferentes de aborda-los. Em alguns países como a Austrália é comum o uso de reservatórios de retenção de água pluvial nas residências, edifícios comerciais e indústrias das cidades mais populosas a fim de controlar a vazão de água liberada na rede de captação, já em outros lugares como no Reino Unido em sua maior parte não há políticas oficiais em relação ao uso dessas estruturas de amortecimento, entretanto o estudo e uso de pavimentos permeáveis tem apresentado bons resultados (TUCCI, 2012).

Já no Brasil a questão da drenagem urbana apenas começou a ser tratada com mais profundidade no começo da década de 90. Desde lá, se cresceu muito o número de áreas urbanas permeáveis e reservatórios, com o intuito de reduzir o volume de água pluvial lançado nas galerias, para que ele não supere o nível máximo para qual essa foi projetada, bem como reduzir sua velocidade de escoamento superficial, assim atenuando os locais com ocorrência de enchentes e inundações. Entretanto, apesar do uso crescente de técnicas de controle de captação e de escoamento, o Brasil ainda tem muito o que avançar nesse âmbito (TUCCI, 2012).

Portanto, o projeto de uma área que será urbanizada deve ter vinculado um plano de drenagem urbana que contemple, desde a captação da água pluvial até o seu descarte. Além disso, é importante o correto dimensionamento do sistema, tal como o uso de materiais com as propriedades exigidas no projeto e a execução adequada da obra.

Nesse sentido, o projeto de drenagem urbana deve estar contido no plano diretor do município, que é o instrumento guia das ações públicas e privadas na expansão do município.

Contudo, ainda é comum em épocas com elevada taxa de precipitação a mídia estar saturada de notícias sobre alagamentos, desbarrancamentos e erosões; problemas que afetam diretamente a comunidade que ocupa lugares inadequados como nas várzeas de rios e canais ou com alta declividade de terreno, como encostas de morros e serras. Além disso, as cidades costumam sofrer de inundações provenientes do volume de água excessivo quando este supera a capacidade de drenagem, causando inestimável prejuízo socioeconômico.

Acresce que além das adversidades encontradas nos centros urbanos, é comum também problemas vinculados a má execução e dimensionamento de projeto dos emissários responsáveis pelo transporte da água até seu lançamento, ou seja, no circuito final da galeria, geralmente acarretando em erosões hídricas e outros impactos negativos nas periferias dos municípios.

Dessa forma, o presente trabalho tem por finalidade a avaliação de oito pontos de lançamentos dos emissários das galerias de águas pluviais contribuintes do rio km 119, compreendidos no perímetro urbano da cidade de Campo Mourão, Paraná.

## **2 - OBJETIVOS**

### **2.1 – OBJETIVO GERAL**

Avaliar os pontos de lançamentos dos emissários de galeria de água pluvial contribuintes do rio km 119, compreendidos no perímetro urbano da cidade de Campo Mourão.

### **2.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterizar os emissários do rio km 119 – município de Campo Mourão, Paraná.
- Identificar os impactos decorrentes da drenagem urbana das águas pluviais, como erosão, água parada, deposição de resíduos, despejos clandestinos de esgoto.
- Verificar se o diâmetro atual do emissário atende ao projeto existente nos pontos de lançamento que apresentam irregularidades.
- Apresentar alternativas para os problemas encontrados no estudo de campo.

### **3- JUSTIFICATIVA**

É comum o aparecimento de notícias sobre adversidades causadas pela presença da água pluvial no meio urbano, principalmente quando o sistema de drenagem não é eficiente ou não consegue suprir a demanda regional de precipitação. Porém, quando os problemas como inundações ocorrem nos centros das cidades a cobertura midiática e a pressão pública sobre os órgãos responsáveis sucedem em maior escala quando comparados a situações similares ao ocorrerem nas periferias, onde atingem diretamente uma menor parcela populacional.

Assim sendo, apesar de ser comum a incidência de deposições de resíduos ou o surgimento de erosões, muitas vezes os emissários de lançamento das galerias não são executados ou dimensionados de forma correta, ou não apresentam estruturas de amortecimento ou de quebra de energia, facilitando dessa forma o aparecimento dessas adversidades causadas pela água pluvial

Portanto, o presente trabalho tem como finalidade apresentar alternativas para a resolução dos possíveis problemas constatados nos finais da galeria de águas pluviais do município de Campo Mourão, Paraná, visando também indicar se o proposto em projeto está atendendo as demanda de intensidade pluviométricas dos últimos períodos de chuva.

## 4 – REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1- CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO

O município de Campo Mourão se localiza no sul do Brasil, no Estado do Paraná; situado na mesorregião geográfica centro-ocidental paranaense, na latitude sul de 24°02'38" e na longitude a Oeste do Meridiano de Greenwich de 52°22'40", com uma altitude média de 630 metros em relação ao nível do mar.

Além disso, o município conta com uma população de 87.194 habitantes distribuídos em uma área de 757,975 km<sup>2</sup> (IBGE, 2010), e faz fronteira com os municípios de Peabiru, Barbosa Ferraz, Luiziana, Corumbataí do Sul, Farol, Mamborê e Araruna.

O município está situado entre 2 rios afluentes do Rio Mourão, o Rio km 119 ao norte e o Rio do Campo ao sul, cujo estão inseridos na bacia do Rio Ivaí que é contribuinte do Rio Paraná.

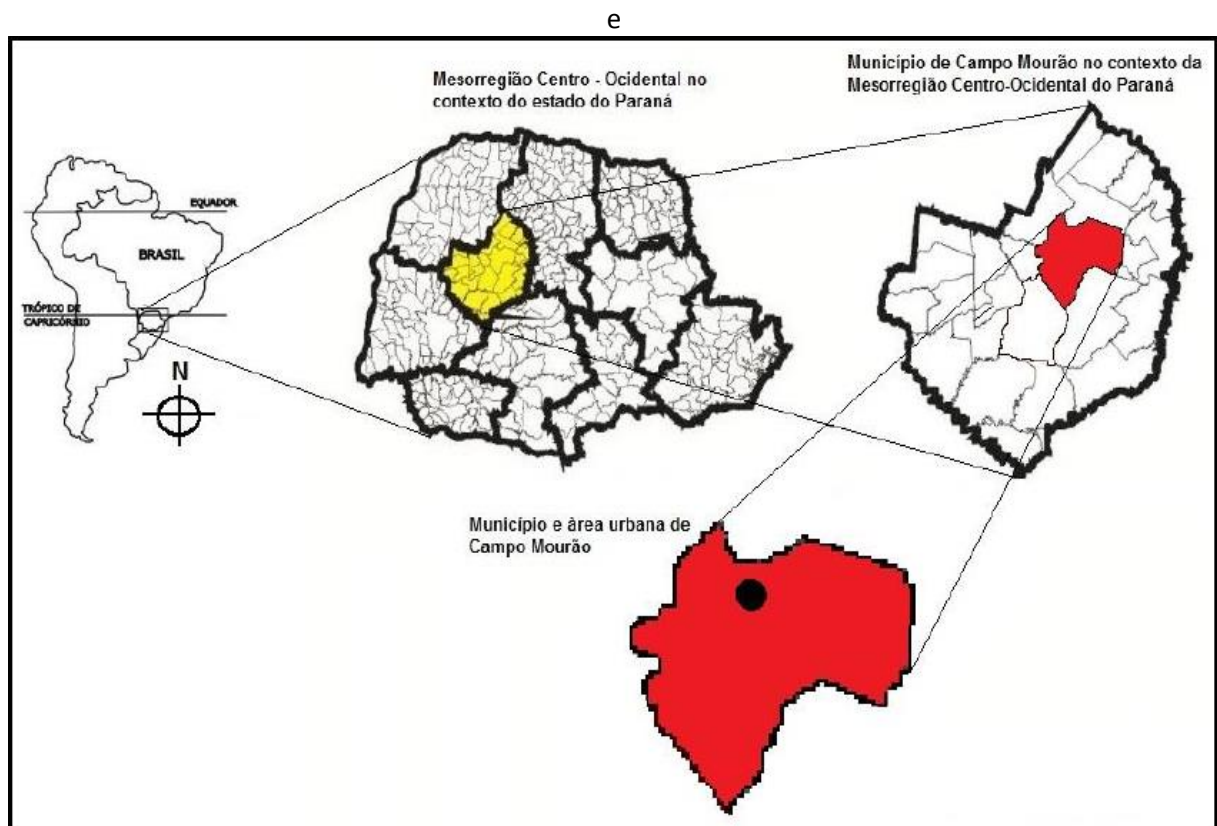


Figura 1 - Localização do município de Campo Mourão – Paraná  
Fonte: Morigi (2013).

## 4.2- DRENAGEM URBANA

A presença da água no meio urbano ocorre de inúmeras formas, como para o consumo, abastecimento populacional, limpeza e saneamento, sendo assim é de suma importância para a construção e desenvolvimento das cidades. Porém, o aumento desenfreado da população urbana aliada a uma má gestão governamental e do espaço pode causar impactos negativos no ciclo hidrológico, principalmente pela impermeabilização do solo e pela alteração na cobertura vegetal que aliada a uma ocupação de áreas inapropriadas pode acarretar em riscos à segurança e ao conforto dos habitantes, isso ocorre devido a interferência no escoamento superficial e na infiltração natural da água, agindo diretamente no processo de evapotranspiração regional e na reposição de rios, lagos e canais subterrâneos, podendo impactar o local negativamente como com o surgimento de processos erosivos, desbarrancamentos e alagamentos (TUCCI, 1997).

Portanto, para um correto desenvolvimentos dos municípios é vital que a água pluvial seja drenada com eficiência e rapidez para não limitar o crescimento das cidades bem como não impactar negativamente na qualidade de vida da população.

Sendo assim, pode-se resumir em 3 tipos de abordagens possíveis quando se trata de drenagem urbana; no primeiro caso tem-se a urbanização de um local sem levar em conta o caminho natural da água da chuva, resultado da geografia e taxas de precipitação da área, conforme a figura 2, nesse cenário não demoraria para termos inúmeros problemas de alagamentos e erosões o que levaria o governo gestor a adotar medidas emergenciais para sanar essas adversidades, que na maioria das vezes seriam alternativas temporárias, que serviriam apenas para atrasar os problemas, porém de elevado custo pois requerem uma série de modificações em um ambiente já construído.

Entretanto, em uma segunda situação é realizado uma urbanização que não respeita os aspectos geológicos e topográficos, porém concomitantemente se é levantado obras de proteção, como muros de arrimo, rede de águas pluviais, entre outros; que apesar de ser um modo oneroso minimiza as consequências negativas da chuva no espaço urbano.



Figura 2 - Exemplo de topografia natural de uma região antes da urbanização  
Fonte: Botelho (1998).

Na figura 3 tem-se o mesmo local da figura 2, porém após o desenvolvimento de uma urbanização que não respeitou totalmente as peculiaridades da região, sendo necessário portanto intervenções como bocas de lobo e galerias de águas pluviais.

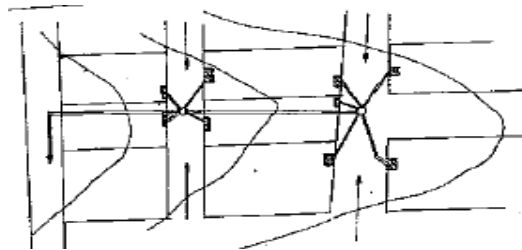


Figura 3 - Exemplo do território da figura 2 após uma urbanização que não foi totalmente condizente com a topografia local.  
Fonte: Botelho (1998).

Por consequência, a circunstância ideal é um terceiro caso, como consta na figura 4, que preza para que antes do desenvolvimento urbano da área deva ser realizado um estudo minucioso da região sobre o escoamento da água, a absorção e tipo do solo, bem como o grau do impacto que as ações humanas trarão para essa localidade; assim sendo o projeto urbanístico que será aplicado se adapta levando em conta todas essas informações coletadas a fim de ter baixa interferência no fluxo hidrológico. Dessa forma em primeiro momento devido a pesquisa territorial e as obras implantadas o custo inicial é maior, porém a economia e qualidade assegurada a longo prazo compensam esse investimento. (BOTELHO, 1998)



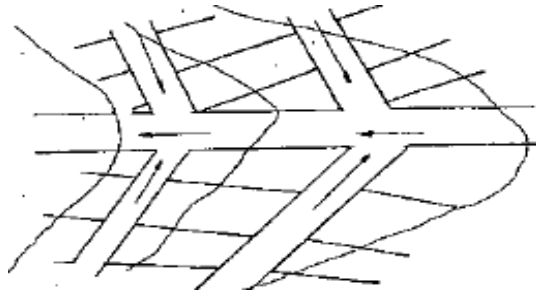


Figura 4 - Exemplo do território da figura 2 após a urbanização que se adaptou a topografia local, bastando apenas a presença de calhas nas ruas para a água escoar superficialmente

Fonte: Botelho (1998).

Graças a impermeabilização do solo, após um processo de urbanização, a taxa de água que escoar superficialmente é substancialmente maior e mais veloz que em áreas livres da interferência humana, conforme a figura 5, ou seja tem-se um aumento na vazão de pico e no volume do escoamento superficial de uma bacia hidrográfica quando comparado a áreas naturais com toda sua cobertura vegetal. (BARBOSA, SD)

Essa relação da vazão e do tempo que a água demora para escoar em uma determinada seção pode ser apresentada através de um gráfico chamado hidrograma, figura 5.

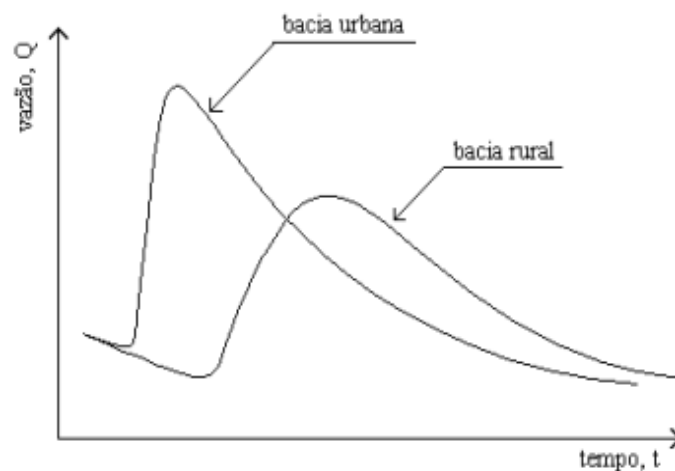


Figura 5 – Hidrograma comparativo entre bacia urbana e bacia rural

Fonte: Barbosa (SD).

### 4.3 – PROBLEMAS DEVIDO A PRESENÇA DA ÁGUA PLUVIAL

Como dito anteriormente, é necessário a retirada da água pluvial do meio urbano de maneira rápida e eficaz, afim de minimizar os possíveis problemas vinculados a sua presença.

Dessa forma, pode-se citar como adversidades:

- Transporte de sedimentos e poluentes ao longo da galeria, podendo leva-los a canais e córregos onde serão lançados a natureza, proporcionar o início e/ou agravamento de processos de assoreamento e contaminação de cursos d'água.
- Pontos de água parada, favorecendo a proliferação de agentes patológicos.
- Baixa infiltração do solo, devido a impermeabilização do solo, comprometendo o reabastecimento de galerias de águas subterrâneas, como aquíferos e lençóis freáticos.
- Erosão, causada pelo carregamento de partículas de solo.
- Enxurradas, quando o escoamento superficial concentra uma grande quantidade de energia acumulada.
- Alagamentos, enchentes e inundações

Além das adversidades citadas anteriormente, é comum as galerias de águas pluviais apresentarem problemas nos emissários que lançam essa água em corpos d'água receptores, principalmente quando estes foram mal dimensionados e/ou mal executados, que aliados a uma elevada taxa de precipitação pode culminar em graves processos erosivos e em desbarrancamentos, conforme exemplificado na figura 6.



Figura 6 – Desbarrancamento e erosão devido a precipitação excessiva, os componentes da tubulação de galeria de águas pluviais ficou aparente

Fonte: g1.globo (2016).

Outro problema comum são as enchentes, que podem ter sua origem em três causas distintas:

- Devido a urbanização: Esse é o caso mais comum e é causado justamente pela impermeabilização do solo e pela superação do volume de água de chuva sobre a capacidade de escoamento da drenagem realizada através de condutos e canais.
- Em virtude da cheia natural de rios de médio e grande porte: Nessa situação há aumento do volume de água dos rios, ocupando a área de várzea, geralmente impacta diretamente a população ribeirinha que ocupa um local inadequado, conforme a figura 8.



Figura 7 - Esquema enchente em área de ocupação imprópria na várzea de rio

Fonte: Botelho (1998).

- Em consequência de problemas de obstrução: Nesse cenário há problemas pontuais que impedem o escoamento através de seus canais, podendo ser desde obstrução do caminho da água pluvial a até mesmo projetos inapropriados ou mal executados.

Vale lembrar que os alagamentos podem ser causados por uma ou mais das opções anteriores (TUCCI, 1997).

Conforme as figuras 9 e 10, fica claro como pode ser elevada as perdas socioeconômicas vinculadas a ocupação de áreas ribeirinhas, nelas estão apresentados registros fotográficos antes e o depois da cheia do rio que corta o município de União da Vitória e Porto União.



Figura 8 - Área ribeirinha em escoamento normal em União da Vitória e Porto União.

Fonte: Tucci (SD).



Figura 9 - Local da figura 8 durante a cheia do rio em 1983.

Fonte: Tucci (SD).

Sendo assim, as tabelas 1 e 2 destacam algumas medidas estruturais, contendo também suas respectivas vantagens e desvantagens, para possíveis problemas de enchentes em áreas a beira rio. A tabela 1 apresenta ações que aceleram o escoamento da água, já a tabela 2 trata de medidas que desaceleram a liberação dessa água.

Medida	Principal vantagem	Principal desvantagem	Aplicação
Diques e polders (dique de terra e enrocamento)	Alto grau de proteção de uma área específica. Utilizado principalmente para flutuações pequenas de níveis (até 6 m).	Danos significativos caso falhe. Não deve ser utilizado para desníveis altos.	Grandes rios e na planície.
Alterar a condutância do escoamento	Aumento da vazão e da velocidade do escoamento e redução do nível.	Efeito sobre um trecho de rio, transfere efeito para jusante. Pode ter alto custo.	Rios pequenos e médios.
Alteração da declividade do fundo	Amplia a área protegida e acelera o escoamento.	Impacto negativo para jusante com aumento de potencial erosivo	Área de inundação estreita

Tabela 1 – Medidas de aceleração do escoamento de água pluvial

Fonte: Tucci (SD)

Medida	Principal vantagem	Principal desvantagem	Aplicação
Todo tipo de reservatório	Controle das cheias à jusante do reservatório.	Localização difícil devido à desapropriação das áreas.	Bacias pequenas e intermediárias, dependendo do volume.
Reservatórios com comporta de múltiplos usos	Mais eficiente com o mesmo volume.	Vulnerável a erros humanos.	Projetos de usos múltiplos.
Reservatórios para controle de cheias	Operação com reservatório mantido a seco para receber a cheia.	Custo não partilhado; dificuldade de controle da área do reservatório; inundação pouco frequente.	Bacias pequenas e médias; Restrito ao controle de enchentes

Tabela 2 – medidas de amortecimento da água pluvial

Fonte: Tucci (SD).

#### 4.4 – PLANO DE DRENAGEM URBANA

Segundo a antiga Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, SUDERHSA (2002), atualmente Instituto das Águas do Paraná, os planos de drenagem urbana têm como principal objetivo o escoamento rápido e eficiente da água pluvial na área projetada. Assim sendo, esse plano tem que levar em conta alguns princípios para o correto controle de enchente. Primeiramente, deve-se preferir por medidas não-estruturais, bem como proibir a ocupação de áreas impróprias para habitação tais como as beiras de rios e canais, além disso deve ser projetado também com o intuito de suportar futuras expansões urbanas e deve manter a bacia hidrográfica como o domínio físico para a avaliação dos impactos proferidos pelos empreendimentos locais.

Entretanto, além de assegurar a retirada da água pluvial do meio urbano, o plano de drenagem urbana deve se atentar também a como essa água será lançada no corpo d'água receptor, ou seja, deve garantir que o entorno da saída da tubulação não sofra graves impactos provenientes da galeria. Sendo assim, uma das alternativas comumente utilizada para minimizar os danos ambientais é a adoção de dissipadores de energia, que tem o intuito de amortecer a carga de água drenada. Essas estruturas podem ser simples como rochas ou blocos de concreto fixados na saída da tubulação ou simplesmente um piso concretado no percurso do emissário ao corpo d'água receptor.

Desse modo, de acordo com Costa, Siqueira e Menezes Filho (2007), se faz necessário um bom projeto de drenagem urbana, tanto em escala regional com uma captação e escoamento eficiente de água, como para transporta-la a um desaguadouro natural, como um rio ou córrego. Naturalmente, uma rede de águas pluviais é composta por inúmeros componentes, cada um com uma função distinta para o correto funcionamento e manutenção da rede.

A seguir, estão listado alguns desses componentes e quais seus respectivos papéis, segundo Botelho (1998):

- 1- Sarjeta: Canal situado entre a calçada de passeio e a pista de rolamento de veículos, tem o intuito de conduzir as águas provenientes do escoamento superficial. (Figura 11)



Figura 10 - Sarjeta em Campo Mourão, Paraná

Fonte: Autoria própria (2016).

- 2- Boca de lobo: Estrutura responsável pela captação da água de escoamento superficial para encaminha-la as galerias pluviais. (Figura 12)



Figura 11 - Boca de lobo em Campo Mourão, Paraná  
Fonte: Autoria própria (2016).

- 3- Galeria pluvial: É o conduto fechado subterrâneo destinado ao transporte da água capitada pelas bocas de lobo até o ponto de lançamento. (Figura 13)



Figura 12 - Construção de uma tubulação de galeria de águas pluviais  
Fonte: Capitalnews (2010).

- 4- Poço de visita: São estruturas onde se pode ter acesso a galeria pluvial, sua principal função é permitir a limpeza e inspeção dos condutos. (Figura 14)



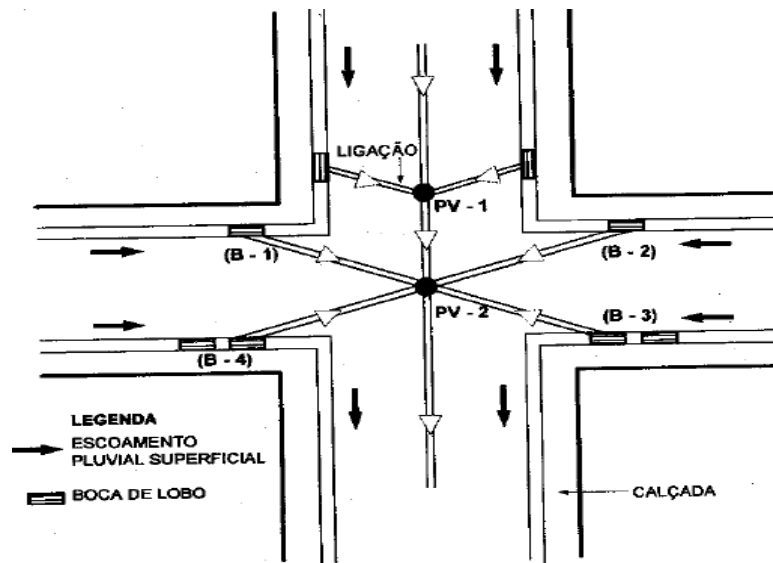


Figura 13 - Tubulação de galeria de águas pluviais, onde PV correspondem aos poços de visita.

Fonte: Botelho (1998).

- 5- Tubo de ligação: É o local onde se transporta a água coletada pelas bocas de lobo para o conduto da galeria de águas pluviais. (Figura 15)

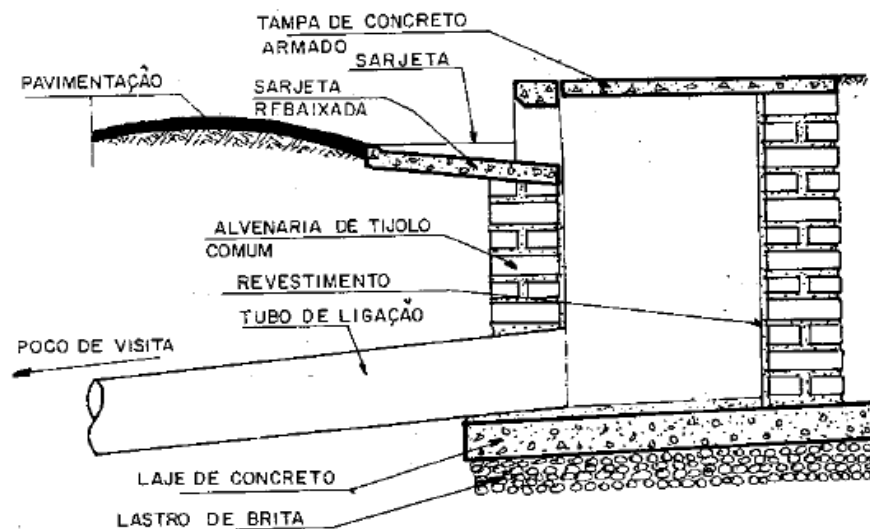


Figura 14 - Vista transversal de um sistema de condução de água pluvial para a galeria

Fonte: Botelho (1998).

Sendo assim, devido ao alto grau de complexidade e número variado de opções e critérios a serem considerados, como o custo do empreendimento, bem como os

parâmetros necessários para o projeto de uma rede de águas pluviais, é necessário fixar alguns processos e restrições para o correto dimensionamento de um plano de drenagem.

#### 4.5 – EQUAÇÕES DA CHUVA

Uma das informações fundamentais para o correto planejamento de um projeto de drenagem em geral, seja urbana, de estradas, canalização de córregos, entre outros; é conhecer a taxa de precipitação da região. Segundo Costa, Siqueira e Menezes Filho (2007), é possível obter esse dado através do estudo das precipitações máximas, que pode ser adquirida, por exemplo, através da curva IDF (Intensidade, duração e frequência) que relaciona os registros pluviométricos do local de estudo ou com a informação recolhida por postos vizinhos e tem por base o valor máximo de precipitação registrado, levando em conta não só a intensidade, como também a duração e sua distribuição pela área estudada. Com esse relatório em mãos é possível determinar uma função  $i = f(t,p)$ , onde  $t$  é a duração da precipitação,  $p$  a probabilidade de ocorrência e  $i$  a intensidade.

Além desse método, pode-se calcular a taxa de precipitação através de equações específicas de cada município, esse caso só é possível depois de anos de dados de chuvas coletados por estações locais, onde se leva em conta o tempo de recorrência da chuva e sua duração.

A cidade objetiva do estudo, Campo Mourão, Paraná, apesar de já conter em alguns artigos recentes sua equação da chuva, bem como poder ser obtida através do software *Pluvio 2.1*®, para o cálculo do diâmetro final das tubulações escolhidas será utilizado a equação referente ao município de Cascavel, Paraná.

Sendo assim, a seguir algumas equações de chuvas de municípios da região, segundo FENDRICH (1998):

Apucarana (Pr)

$$i_{\max} = \frac{1.301,07 * T_R^{0.177}}{(t + 15)^{0.836}}$$

Cascavel (Pr)

$$i_{\max} = \frac{1.062,92 * T_R^{0.141}}{(t + 5)^{0.776}}$$

Francisco Beltrão (Pr)

$$i_{\max} = \frac{1.012,28 * T_R^{0.182}}{(t + 9)^{0.760}}$$

Cianorte (Pr)

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

Onde:

$i$  é a intensidade máxima média de precipitação em (mm.h<sup>-1</sup>),

$T_R$  é o tempo de recorrência em anos

$t$  a duração da chuva em minutos.

#### 4.6 – COEFICIENTE DE RUNOFF

O Coeficiente de Runoff faz uma relação entre o volume total de água que não infiltra no solo, ou seja que escoa superficialmente, com o volume proveniente da precipitação. Dessa forma, nas tabelas 3 e 4 estão os coeficientes de Runoff referente ao tipo de superfície e ocupação, respectivamente.

Superfície	Coeficiente de Runoff	
	Intervalo	Valor esperado
PAVIMENTO		
Asfalto	0.70 – 0.95	0.83
Concreto	0.80 – 0.95	0.88
Calçadas	0.75 – 0.95	0.80
Telhado	0.75 – 0.95	0.85
COBERTURA: GRAMA, ARENOSO		

Plano (2%)	0.05 – 0.10	0.08
Declividade Média (2 a 7%)	0.10 – 0.15	0.13
Declividade Alta (7%)	0.15 – 0.20	0.18
GRAMA, SOLO PESADO		
Plano (2%)	0.13 – 0.18	0.15
Declividade Média (2 a 7%)	0.18 – 0.22	0.20
Declividade Alta (7%)	0.25 – 0.35	0.30

Tabela 3 – Valores do Coeficiente “C” em função do tipo de superfície

Fonte: Costa, Siqueira e Menezes Filho (2007)

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 <sup>2</sup>	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

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

Fonte: Costa, Siqueira e Menezes Filho (2007)

## 5 – MATERIAIS E MÉTODOS

### 5.1 – LOCALIZAÇÃO

Foi realizado um levantamento da atual condição de oito pontos de lançamento de emissários de água pluvial em Campo Mourão – Paraná. Esse levantamento teve como guia para localização a planta de galerias de águas pluviais do município estudado, disponibilizada pela Secretaria de Planejamento.

### 5.2 – LEVANTAMENTO TEÓRICO

Inicialmente foi levantado um referencial teórico e bibliográfico baseado em artigos, teses e livros sobre os principais problemas causados pelas águas pluviais no âmbito urbano, bem como algumas medidas cabíveis ao município para contornar essas adversidades, dessa forma discutindo a importância de um bom plano de drenagem urbana. Sendo assim, a pesquisa teve Tucci (1997) e Botelho (1998) como principais fontes para a construção da base conceitual para avaliar alguns pontos de lançamento de emissários contribuintes do rio Km 119, no município de Campo Mourão – Paraná.

### 5.3 – VISITA IN LOCO

Foram realizadas visitas *in loco*, para registrar através de fotografias os problemas presentes decorrentes da drenagem urbana de águas pluviais, tais como erosão, água parada e despejo de resíduos. Além disso, dados da saída da tubulação também serão recolhidos, como o diâmetro da saída e se há dissipadores de energia ou técnicas de amortecimento implantadas.

### 5.4 – ANÁLISE DOS IMPACTOS

Conforme os dados coletados e com o número de emissários segundo a planta de drenagem pluvial urbana, poderá se estimar se o sistema atual do município é eficiente para a retirada da água pluvial com velocidade e eficiência, visando indicar se o proposto em projeto está atendendo as demandas atuais de intensidade pluviométrica, e se os problemas registrados nos emissários de lançamento, como

erosão ou água parada, estão presentes e qual a sua ligação com a forma com que as galerias de águas pluviais foram executadas.

Dessa forma, parte da malha de drenagem urbana respectiva aos emissários escolhidos será redimensionada a fim de comparar o resultado obtido com o diâmetro final da tubulação, através do método descrito por Costa, Siqueira e Menezes Filho (2007), que relata o processo em 21 passos. São eles:

- 1- Delimitar a Bacia de contribuição: Aqui uma equipe especializada realiza um levantamento topográfico do local onde será executada a galeria de águas pluviais, com o intuito de ter dados sobre o sentido do escoamento da água.
- 2- Posicionar as bocas de lobo e poços de visita: A posição das bocas de lobo dependem se há ou não chanfros nas esquinas, pois não podem atrapalhar à travessia dos pedestres, além disso devem estar espaçadas no máximo a 60 metros uma da outra. Quanto aos poços de visita não devem ultrapassar a 100 metros de distância, para garantir a limpeza e eventual manutenção da tubulação.

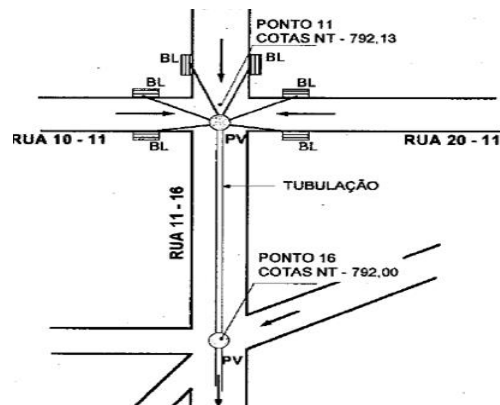


Figura 15 - Esquema de posicionamento das bocas de lobo, poços de visita, tubulação da galeria e suas respectivas cotas.

Fonte: Botelho (1998).

- 3- Mosaico: Uma vez que lançou a posição das bocas de lobo e poços de visita sobre as ruas dos lotes, começa o processo de delimitar a bacia de contribuição de cada poço de visita, formando um mosaico que indica cada área de influência.

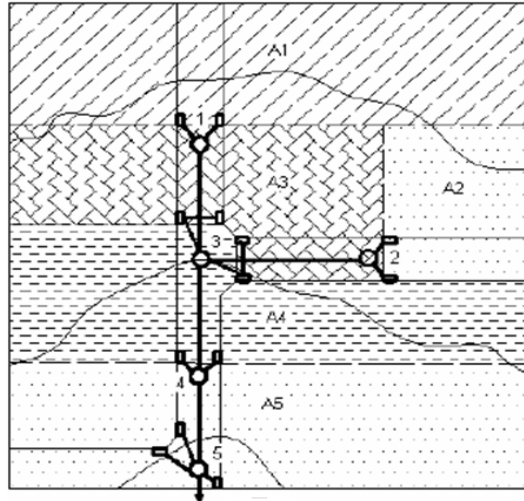


Figura 16 - Esquema de mosaico, onde destaca a tubulação e bocas de lobo, bem como a respectiva área de influência de cada poço de visita

Fonte: Costa, Siqueira e Menezes Filho (2007)

- 4- Denominação do trecho: Os poços de visita são numerados arbitrariamente a fim de nomear cada trecho, como visto na figura anterior, trecho 4-5, seria correspondente a tubulação entre do poço 4 ao 5.
- 5- Obtenção da extensão da galeria: São medidas as extensões dos trechos previamente nomeados
- 6- Cálculo de área: São necessários 2 cálculos de área, o primeiro referente a área contribuinte de cada poço de visita e o segundo se refere a área total drenada a montante da tubulação.
- 7- Definir o Coeficiente de Runoff local: Também chamado de Coeficiente de Escoamento Superficial, é uma relação entre o volume total de água que escoam superficialmente com o volume oriundo da chuva. Ele pode ser obtido através de medições de vazões da bacia estudada e das alturas de precipitação, a caso haja mais de um tipo de solo na caracterização é realizado uma estimativa entre eles, como segue a equação:

$$C = \frac{C_1 * A_1 + \dots + C_n * A_n}{\sum A} \quad (1)$$

Onde:

C é o Coeficiente de runoff,

A é a área respectiva do tipo de solo.

- 8- Definir o tempo de concentração: O tempo que leva para um gota de chuva percorrer o caminho do ponto mais distante da bacia até o poço de visita, no caso dos primeiros poços deve se considerar 5 minutos, já os seguintes são calculados através do tempo de percurso do trecho em questão. Além disso, em caso de existir mais de um trecho a montante, o tempo de concentração ponderado será o de maior valor.
- 9- Obter a Intensidade pluviométrica: O resultado obtido pelas equações abordadas no índice 4.5, referente as equações da chuva.
- 10-Cálculo da Vazão superficial local ( $Q_{loc}$ ): Para áreas de até 2 km<sup>2</sup> a vazão é obtida através da equação de método racional (Equação 2):

$$Q_{loc} = C * i * A \quad (2)$$

Onde:

C é o coeficiente de Runoff

i é a intensidade da chuva em m.s<sup>-1</sup>,

A é a área da bacia contribuinte local em m<sup>2</sup>.

- 11-Cálculo da vazão total: Somatório de vazões que chegam ao poço de visita através das galerias. Esse valor que é utilizado para a dimensão das galerias a jusante.
- 12- Cálculo do diâmetro necessário: Aqui se consideram qual será o diâmetro comercial da tubulação adotado.



13- Obter a declividade do terreno no trecho: É a declividade entre o poço de visita a montante em relação ao poço a jusante. Como demonstrado na equação a seguir (Equação 3):

$$St = \frac{cm - cj}{L} \quad (3)$$

Sendo St a declividade do terreno, cm a cota do terreno no poço a montante, cj a cota do terreno no poço a jusante e L a extensão da galeria, todos em metro

14- Cotas inferiores da galeria: São as cotas relativas a parte inferior de onde saem as tubulações no poço de visita. Podem ser obtidas pelas seguintes equações 4, 5 e 6.

$$Cim = cm - (rm + D) \quad (4)$$

$$Cij = Cim - (Sg * L) \quad (5)$$

$$Sg = \frac{(Cim - Cij)}{L} \quad (6)$$

Onde:

Cim é a cota inferior da galeria a montante em metros

cm a cota inferior do poço de visita a montante em metros

rm o recobrimento mínimo em metros

D o diâmetro em metros

Cij a cota inferior da respectiva galeria a jusante em metros

Cim a cota inferior da galeria a montante em metros

L o comprimento do trecho em metros

Sg a declividade da galeria, dada em metro a cada metro.

15- Profundidade da galeria: Seria o recobrimento somado ao diâmetro da galeria.

16- Constante K: Constante que pode ser obtida através do ângulo central, ou através de equações que levam em conta a vazão, coeficiente de Manning, diâmetro e declividade, como mostra a figura 17 e as equações 7 e 8:

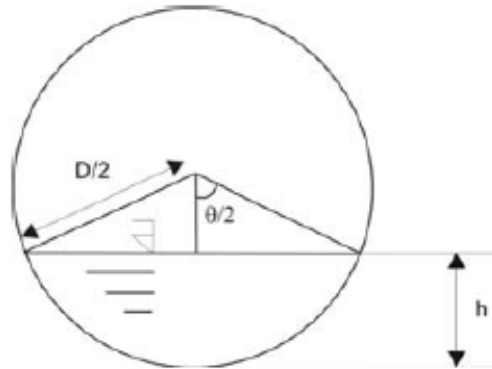


Figura 17 - Representação de conduto circular  
Fonte: COSTA, SIQUEIRA E MENEZES FILHO (2007)

$$K = 0,0496062 * \theta^{-\frac{2}{3}} * (\theta - \text{sen}\theta)^{\frac{5}{3}} \quad (7)$$

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

Onde:

$\theta$  é o ângulo central (rad)

Q é a vazão total ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ )

n é o coeficiente de Manning ( $\text{m}^{-1/3} \cdot \text{s}$ ), que varia de acordo com o material da tubulação

D é o diâmetro(m)

Sg a declividade ( $\text{m} \cdot \text{m}^{-1}$ )

17- Obtenção do ângulo central da superfície livre ( $\theta$ ): Através da equação 9.

$$\theta = 5915,8 * K^5 - 5201,2 * K^4 + 1786,6 * K^3 - 298,89 * K^2 + 32,113 * K + 1,1487 \quad (9)$$

18-Relação da altura-diâmetro: Altura da lâmina d'água e seu respectivo diâmetro (Equação 10):

$$\frac{h}{D} = \frac{1}{2} \left[ 1 - \cos \left( \frac{\theta}{2} \right) \right] \quad (10)$$

19- Cálculo da área molhada (A): Obtida pelo ângulo central (Equação 11).

$$A = D^2 * \frac{(\theta - \text{sen}\theta)}{8} \quad (11)$$

20- Velocidade de escoamento: É a razão entre a vazão total, no caso a vazão local somada com as vazões afluentes, e a área molhada (Equação 12).

$$V = \frac{Q}{A} \quad (12)$$

21-Tempo de percurso (tp): Razão do comprimento do trecho (L) por 60 vezes a velocidade de escoamento (Equação 13)

$$tp = \frac{L}{V * 60} \quad (13)$$

Após a conclusão desses 21 passos, alguns executados com o auxílio de *softwares* como *Autocad*®, tendo as informações necessárias para o dimensionamento da galeria, será realizado a verificação e comparação do diâmetro teórico calculado, com o real, localizado no ponto de lançamento da galeria.

## 5.5 – SUGESTÕES DE REPARO

Após a análise da eficiência do sistema de drenagem urbana do município de Campo Mourão, serão elencadas algumas alternativas para solucionar os possíveis problemas encontrados, afim de destacar resoluções viáveis para o município.

## 6 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 6.1 – IDENTIFICAÇÃO DOS EMISSÁRIOS DO ESTUDO CASO

Os emissários alvos de estudo se concentraram na parte noroeste do município de Campo Mourão, em um região onde se encontra presença humana em ambas as margens do rio Km 119, conforme a figura a seguir.



Figura 18 - Vista superior da área de estudo no município de Campo Mourão, Paraná.  
Fonte: Google Earth (2016)

Sendo assim, foram realizadas visitas a oito pontos de lançamento de águas pluviais do município, localizados e identificados de acordo com a figura 19.



Figura 19 - Vista superior da área de estudo com os ponto de lançamento identificados  
Fonte: Google Earth, edição de autoria própria (2016)



propiciar junto a baixa declividade do terreno pontos de água parada e agravamento de processos erosivos.



Figura 21 - Tubulação apresentando rachaduras  
Fonte: Autoria própria (2016)

Nota-se também que não há sinal de manutenção ou acompanhamento técnico, bem tão pouco estruturas com o intuito de dissipar a energia das águas pluviais, conforme pode ser observado nas figuras 23 e 24.



Figura 22 - Saída do emissário, ausente a presença de estrutura de dissipação de energia  
Fonte: Autoria própria (2016)



Figura 23 – Água parada  
Fonte: Autoria própria (2016)

- Emissário 2

Localizado próximo a margem do rio Km 119, apresenta o piso concretado para a quebra parcial da energia antes de servir de afluente para o canal, entretanto não há blocos dissipadores nem rochas fixadas, conforme a figura 25.



Figura 24 - Saída do emissário 2

Fonte: Autoria própria (2016)

Na figura 26 pode se perceber a presença de afluyente escuro na saída da tubulação, bem como a lateral concretada para não dispersar a água pluvial que chega do emissário.



Figura 25 - Saída do emissário 2, presença de afluyente escuro

Fonte: Autoria própria (2016)

- Emissário 3

O emissário 3 se encontra na margem oposto do emissário 2, apresenta saída dupla e direta na encosta do rio, as laterais da saída e do solo que receberá a água pluvial estão concretados, conforme pode ser observado na figura 27.





Figura 26 - Saída dupla no emissário 3

Fonte: Autoria própria (2016)

Ainda segundo a figura 27, pode ser notado que o solo entre o piso concretado e o corpo d'água receptor foi levado na correnteza, provavelmente devido a elevada carga de água pluvial proveniente do emissário que não apresenta blocos dissipadores nem roxas fixas.

Já a figura 28 apresenta a vista da saída da galeria no rio a sentido jusante.



Figura 27 - Vista da saída do emissário 3

Fonte: Autoria própria (2016)

- Emissário 4

O emissário 4 se encontra em um local de difícil acesso e contém na saída da tubulação rochas fixadas no chão com o intuito de quebrar a energia proveniente da água do emissário, conforme a figura 29, entretanto o piso concretado não acompanha o seu fluxo até o lançamento no rio.



Figura 28 - Saída do emissário 4

Fonte: Autoria própria (2016)

Apesar das estruturas dissipadores apresentadas, há impactos ambientais significativos no local, decorrentes da distância entre o ponto de lançamento da água e o corpo d'água receptor, providenciando dessa forma o transporte de partículas de solo que são depositadas no córrego.



Figura 29 - Vista da saída do emissário 4

Fonte: Autoria própria (2016)

Devido a baixo declividade local e a falta de condução da água pluvial até o rio há alguns pontos de água parada, como registrado na figura 31.



Figura 30 - Presença de água parada registrada no entorno do emissário 4  
Fonte: Autoria própria (2016)

- Emissário 5

A figura 32 apresenta a saída do emissário 5, onde fica notável a concretagem na lateral e parte superior da tubulação.



Figura 31 - Saída do emissário 5  
Fonte: Autoria própria (2016)

Na figura 33 apresenta a vista do emissário 5, nota-se que as rochas que serviam como estrutura de dissipação de energia foram degradadas e desprendidas com o tempo e suas ruínas estão depositadas próximo a margem do rio.



Figura 32 - Ponto de lançamento do emissário 2 no rio km 119

Fonte: Autoria própria (2016)

- Emissário 6

O emissário 6 é responsável pela drenagem de uma grande área com elevada inclinação, sendo assim apresenta fortes estruturas de amortecimento, como registrado nas figuras 34 e 35.



Figura 33 - Saída do emissário 6

Fonte: Autoria própria (2016)

Conforme a figura 35 fica visível a altura elevada dos dissipadores.



Figura 34 - Saída do emissário 5 com a presença de grandes dissipadores de energia  
Fonte: Autoria própria (2016)

Já a figura 36 registra a distância os meios de dissipação de energia adotados na saída desse emissário e como é o local da chegada da água pluvial no leito do rio. Esse emissário pertence a uma galeria que drena a água de um bairro novo, portanto apresenta estruturas novas e se encontra em ótimo estado.



Figura 35 - Completa estrutura de dissipador de energia do emissário 5  
Fonte: Autoria própria (2016)

- Emissário 7

O emissário 7 se localiza próximo a uma área desmatada e apresenta saída tripla da tubulação, bem como blocos dissipadores de energia, conforme a figura 37 e 38.



Figura 36 - Saída tripla no emissário 7

Fonte: Autoria própria (2016)



Figura 37 - Entorno da saída do emissário 7

Fonte: Autoria própria (2016)

Já na figura 39 tem-se a vista da saída do emissário, com o caminho da água pluvial concretado até desembocar no rio. Além disso é perceptível os pontos de água parada.



Figura 38 - Vista da saída do ponto de lançamento

Fonte: Autoria própria (2016)

- Emissário 8

O emissário 8 encontra-se em situação de total abandono, pois apresenta inúmeros problemas, inclusive sua estrutura está ruída, amplificando assim os impactos ambientais decorrentes da sua presença. Além disso, sua tubulação está exposta e por um grande trajeto apresenta rachaduras que potencializam os pontos de água parada, conforme pode ser observado na figura 40 e 41.



Figura 39 - Saída do emissário 8

Fonte: Autoria própria (2016)



Figura 40 - Vista interna da tubulação.

Fonte: Autoria própria (2016)

Já na figura 42 consta a condição precária da saída do emissário 8, onde se encontra as ruínas da estruturas de quebra de energia, agravando o processo de erosão e transporte de partículas de solo ao rio Km 119. Além disso, a figura 43 apresenta pontos de água parada em torno da saída da tubulação.



Figura 41 - Vista da saída do emissário 8

Fonte: Autoria própria (2016)



Figura 42 - Água parada no entorno do emissário 8

Fonte: Autoria própria (2016)

A tabela 3, demonstra as informações coletadas no ponto de lançamento de cada emissário averiguado no estudo de caso. Nela pode-se notar que a maioria dos emissários apresentam o piso concreto para melhor receber a carga de energia da



água pluvial da galeria, entretanto apenas três dos oito pontos continham estruturas dissipadoras de energia como blocos de concreto e rochas fixas. Além disso, houve em três pontos elevada distância entre o ponto de lançamento e o corpo d'água receptor.

Emissário	Nº de tubulações	Distância até o rio (m)	Diâmetro (mm)	Solo concretado	Dissipador de energia	Rachadura
1	1	50	600	-----	-----	X
2	1	3	800	X	-----	-----
3	2	3	1000	X	-----	-----
4	1	50	800	X	X	-----
5	1	3	800	X	----- <sup>1</sup>	-----
6	1	5	1500	X	X	-----
7	3	5	1200	X	X	-----
8	1	50	1000	X	-----	X

Tabela 3 – Informações da atual conjuntura dos emissários

Fonte: Autoria própria (2016)

<sup>1</sup> Há vestígios de ruína de um dissipador

Já a tabela 4 traz quais os impactos ambientais em cada emissário.

Emissário	Água parada	Afluente escuro	Erosão	Deposição de resíduos
1	X	-----	X	-----
2	-----	X	-----	-----
3	-----	X	-----	-----
4	X	X	X	-----
5	-----	-----	-----	-----
6	-----	-----	-----	-----
7	X	X	X	-----
8	X	X	X	X

Tabela 4 – Informações pertinentes a presença ou ausência de impactos ambientais significativos

Fonte: Autoria própria (2016)

Conforme pode ser notado na tabela 4, a maior incidência foi a presença de afluentes escuros, processos erosivos e pontos de água parada, esses dois últimos em piores escalas nos emissários que não apresentaram estruturas dissipadoras de energia.

### 6.3 – VERIFICAÇÃO DE VAZÕES

Dos oito pontos de lançamento visitados foram selecionados cinco trechos para o cálculo das vazões, são eles os emissários 1, 4, 5, 6 e 8. Afim de analisar se os diâmetros das tubulações usados na saída são condizentes com a demanda pluviométrica do local.

#### 6.3.1 – DADOS GERAIS PARA CÁLCULOS DAS VAZÕES

Há muitas particularidades em cada malha da galera, como sua extensão, área de contribuição, cotas do terreno, entre outras. Porém, como os emissários se situam no mesmo município há alguns dados comuns para serem utilizados no cálculo das vazões. A seguir se encontra exposto tópicos que apresentam cada valor que foi encontrado e quais os que serão utilizados em comum nos trechos das estudados.

- Área da Bacia de contribuição ( $A_{\text{bacia}}$ ):  
As áreas foram obtidas através da planta de galerias de águas pluviais fornecida pela secretaria do planejamento do município de Campo Mourão, Paraná.
- Extensão da galeria:  
Assim como a área, a extensão das galerias também foi retirada da planta de galerias de águas pluviais da cidade objeto de estudo.
- Coeficiente de Runoff (c):  
O Coeficiente de Runoff usado para todos os trechos da galeria é de 0,65, respectivo ao usado em área residencial com proximidade entre os domicílios, de acordo com a tabela 4 do índice 5.3.
- Tempo de concentração ( $t_c$ ):

O tempo de concentração inicial adotado para todas as galerias é de cinco minutos, após isso é acrescido um valor vinculado a declividade do terreno e da tubulação, bem como da sua extensão e área de contribuição.

- Intensidade pluviométrica (i)

O tempo de recorrência optado no trabalho para o município foi de dez anos, além disso para a duração da chuva o valor adotado é de cinco minutos. Sendo assim, de acordo com a equação da chuva de Cascavel, Paraná, a intensidade pluviométrica adotada para o dimensionamento de todas as galerias é de  $246,32 \text{ mm.h}^{-1}$  ou  $4,105 \text{ mm.min}^{-1}$ .

- Vazão superficial local ( $Q_{loc}$ )

A vazão superficial local é obtida através da equação dada no índice 10 do tópico 5.4 e varia de acordo com a área abordada.

- Vazão total (Q)

A vazão total nada mais é do que o valor da vazão superficial local somado a vazão do trecho anterior.

- Declividade do terreno no trecho ( $St$ )

A declividade do terreno foi obtida através do software *Google Earth*<sup>®</sup>, que fornece a cota do terreno, entretanto sua precisão é limitada na escala do metro.

- Declividade da galeria ( $Sg$ ):

De acordo com o diâmetro comercial adotado e o recobrimento da galeria.

- Constante K

O coeficiente de Manning adotado para o calcula da constante K é 0,015; correspondente a tubulação de concreto. Já as demais constantes foram calculadas anteriormente, variando em cada trecho da galeria de águas pluviais.

- Ângulo central da superfície livre ( $\theta$ )  
Valor que varia de acordo com a constante K.
- Relação da altura-diâmetro ( $h.D^{-1}$ )  
Valor dependente da variável  $\theta$ , ou seja, varia de acordo com o trecho abordado, sendo obrigatório ficar intervalo de 0,10 a 0,85.
- Área molhada (A)  
Varia de acordo com o valor do diâmetro comercial adotado e do ângulo central de superfície livre.
- Velocidade do escoamento  
Obtida através dos valores da área e da vazão, sendo obrigatório ficar no intervalo de 0,75 e 5,0 m.s<sup>-1</sup>.

### 6.3.2 – CÁLCULO DO DIÂMETRO DOS PONTOS DE LANÇAMENTO

Conforme a tabela 5 estas foram as abreviações e unidades de medida das variáveis usadas no dimensionamento das tubulações:

Variável	Abreviação	Unidade de medida
Extensão	Exten	Metro
Área	-----	Metro quadrado
Tempo de concentração	Tc	Minuto
Coeficiente de runoff	c	-----
Intensidade pluviométrica	i	Milímetros por minuto
Vazão local	Ql	Metro cúbico por segundo
Vazão total	Q	Metro cúbico por segundo
Diâmetro	D	Milímetros

Declividade do terreno	St	Metro por metro
Declividade da galeria	Sg	Metro por metro
Ângulo central	$\theta$	Radianos
Área molhada	A	Metro quadrado
Velocidade	V	Metro por segundo
Tempo de percurso	Tp	Minuto

Tabela 5 – Relação variável-abreviação-unidade de medida

Fonte: Autoria própria (2016)

### 1- Emissário 1

A galeria de águas pluviais do emissário 1 contém apenas uma reta que comporta 4 quadras do município, conforme a seguinte figura a seguir.

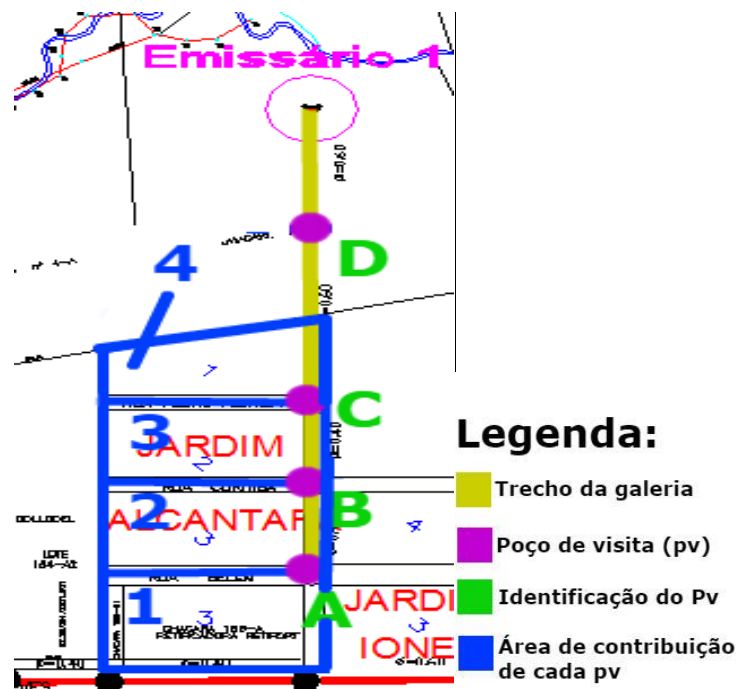


Figura 43 – Malha do emissário 1

Fonte: Secretaria de Planejamento do município de Campo Mourão, Paraná. Edição por autoria própria (2016)

Além disso, de acordo com o levantamento em campo, seu diâmetro corresponde ao valor de 600 milímetros, que conforme a tabela realizada durante esse trabalho está de acordo com os intervalos obrigatórios para seu dimensionamento. Conforme a tabela 6.

Trecho		Exten	Área (m <sup>2</sup> )		tc	c	i	QI	ΣQ	D	Cota do Pv (m)		St	Cota Galeria(m)		Sg	Prof galeria (m)		k	θ	h/D	Am	V	tp
1	2	m	Trecho	Tot	min		mm.h <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>	mm	Mont	Jus	m.m <sup>-1</sup>	Mont	Jus	m.m <sup>-1</sup>	Mont	Jus		rad		m <sup>2</sup>	m.s <sup>-1</sup>	min
A	B	77,71	9835	9835	5,00	0,65	4,105	0,437	0,437	400	562	557	0,064	560,6	555,6	0,064	1,40	1,40	0,298	4,34	0,78	0,11	4,15	0,31
B	C	69,43	9435	19270	5,31	0,65	4,105	0,420	0,857	400	557	551	0,086	555,6	549,6	0,086	1,40	1,40	0,503	26,63	0,13	0,51	1,67	0,69
C	D	141,60	8374	27644	6,00	0,65	4,105	0,372	1,229	500	551	540	0,078	549,6	538,6	0,078	1,40	1,40	0,420	9,74	0,42	0,31	3,91	0,60
D	fim	98,93	7174	34818	6,61	0,65	4,105	0,319	1,549	600	540	533	0,071	536,6	531,6	0,051	3,40	1,40	0,403	8,20	0,79	0,33	4,74	0,35

Tabela 6 – Planilha de dimensionamento do emissário 1

Fonte: Autoria própria (2016)

## 2- Emissário 4



Figura 44 - Malha do emissário 4

Fonte: Secretaria de Planejamento do município de Campo Mourão, Paraná. Edição por autoria própria (2016)







### 3- Emissário 5

Na figura a seguir encontra-se destacado a malha de galeria do emissário 5.

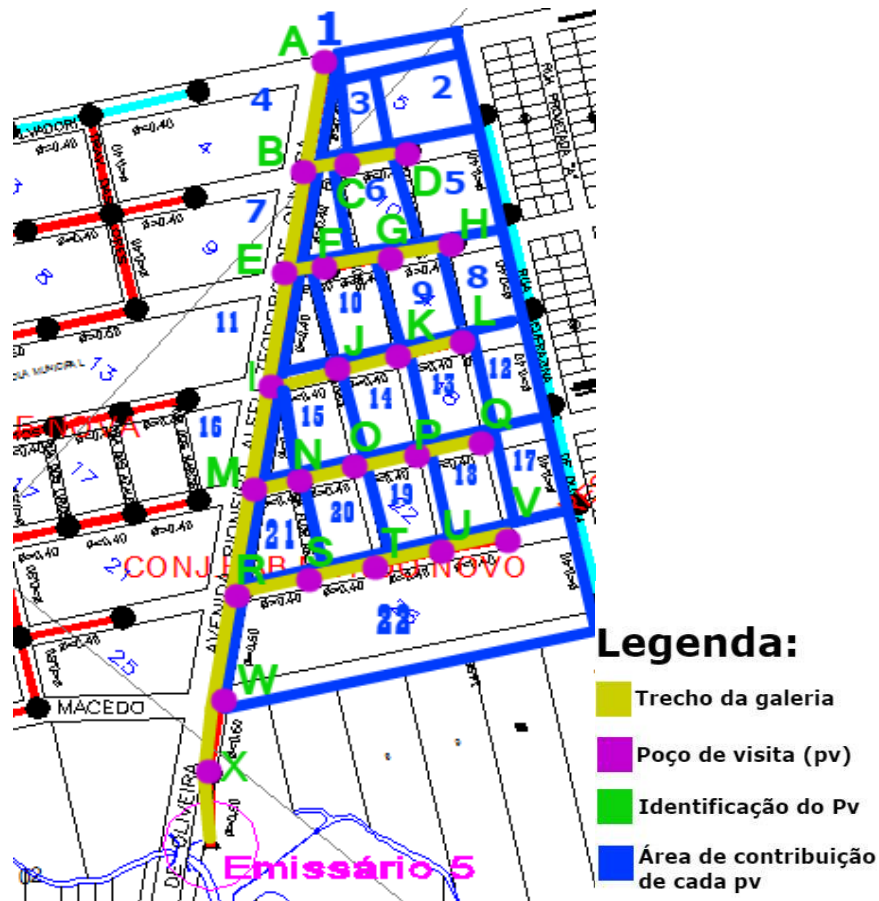


Figura 45 - Malha do emissário 5

Fonte: Secretaria de Planejamento do município de Campo Mourão, Paraná. Edição por autoria própria (2016)

De acordo com o levantamento em campo, o diâmetro adotado no ponto de lançamento foi de 800 milímetros onde conforme a tabela 9 realizada durante esse trabalho, apesar da aproximação de valores, tais como os da cota de terreno e profundidade da galeria, está de acordo com os intervalos obrigatórios.

Trecho		Exten	Área (m²)		tc	c	i	Ql	ΣQ	D	Cota do Pv (m)		St	Cota Galeria(m)		Sg	Prof galera (m)		k	θ	h/D	Am	V	tp
l	2	m	Trecho	Tot	min		mm.h <sup>-1</sup>	m³.s <sup>-1</sup>	m³.s <sup>-1</sup>	mm	Mont	Jus	m.m <sup>-1</sup>	Mont	Jus	m.m <sup>-1</sup>	Mont	Jus		rad		m²	m.s <sup>-1</sup>	min
A	B	79,7	2610	2610	5,00	0,65	4,105	0,116	0,116	400	566	564	0,025	564,6	562,5	0,026	1,4	1,5	0,123	2,88	0,43	0,05	2,21	0,60
D	C	42,92	4700	4700	5,00	0,65	4,105	0,209	0,209	400	566	565	0,023	564,5	563,5	0,023	1,5	1,5	0,236	3,76	0,65	0,09	2,41	0,30
C	B	30,65	1915	6615	5,30	0,65	4,105	0,085	0,294	400	565	564	0,033	563,5	562,5	0,033	1,5	1,5	0,281	4,15	0,74	0,10	2,94	0,17
B	E	84,35	1316	9225	5,47	0,65	4,105	0,059	0,469	400	564	561	0,036	562,5	559,5	0,036	1,5	1,5	0,429	10,75	0,19	0,23	2,00	0,70
H	G	49,97	3864	3864	5,00	0,65	4,105	0,172	0,172	400	564	563	0,020	562,5	561,5	0,020	1,5	1,5	0,210	3,56	0,60	0,08	2,17	0,38
G	F	44,61	3644	7508	5,38	0,65	4,105	0,162	0,334	400	563	562	0,022	561,3	560,5	0,018	1,7	1,5	0,431	10,95	0,15	0,24	1,40	0,53
F	E	27,81	4118	11626	5,92	0,65	4,105	0,183	0,517	400	562	561	0,036	560,5	559,3	0,043	1,5	1,7	0,430	10,85	0,17	0,24	2,18	0,21
E	I	83,71	2677	20851	5,67	0,65	4,105	0,119	1,105	600	561	556	0,060	559	554,6	0,053	2	1,4	0,282	4,16	0,74	0,23	4,90	0,28
L	K	45,63	3761	3761	5,00	0,65	4,105	0,167	0,167	400	559	558	0,022	557,5	556,5	0,022	1,5	1,5	0,195	3,44	0,57	0,07	2,24	0,34
K	J	49,7	3729	7490	5,34	0,65	4,105	0,166	0,333	400	558	557	0,020	556,5	555,5	0,020	1,5	1,5	0,405	8,33	0,76	0,15	2,23	0,37
J	I	44,29	3399	10889	5,71	0,65	4,105	0,151	0,484	400	557	556	0,023	555,5	554,3	0,027	1,5	1,7	0,507	28,11	0,46	0,56	0,87	0,85
I	M	80,57	2211	31740	5,71	0,65	4,105	0,098	1,687	600	556	550	0,074	553,2	548,5	0,058	2,8	1,5	0,409	8,68	0,68	0,36	4,68	0,29
Q	P	47,7	3706	3706	5,00	0,65	4,105	0,165	0,165	400	555	553	0,042	553,5	551,5	0,042	1,5	1,5	0,139	3,00	0,47	0,06	2,88	0,28
P	O	48,84	3573	7279	5,28	0,65	4,105	0,159	0,324	400	553	552	0,020	551,5	550	0,031	1,5	2	0,319	4,65	0,84	0,11	2,86	0,28
O	N	38,18	3224	10503	5,56	0,65	4,105	0,143	0,467	400	552	551	0,026	550,5	549	0,039	1,5	2	0,407	8,49	0,72	0,15	3,04	0,21
N	M	33,47	3209	13712	5,77	0,65	4,105	0,143	0,610	400	551	550	0,030	549,5	547,8	0,051	1,5	2	0,467	16,96	0,79	0,36	1,70	0,33
M	R	80,42	3265	45452	6,28	0,65	4,105	0,145	2,442	600	550	544	0,075	548,5	542,5	0,075	1,5	1,5	0,524	34,35	0,55	1,54	1,59	0,84
V	U	47,99	4015	4015	5,00	0,65	4,105	0,179	0,179	400	552	551	0,021	550,5	549,5	0,021	1,5	1,5	0,214	3,59	0,61	0,08	2,23	0,36
U	T	48,88	3892	7907	5,36	0,65	4,105	0,173	0,352	400	551	549	0,041	549,5	547,5	0,041	1,5	1,5	0,300	4,37	0,79	0,11	3,31	0,25
T	S	47,3	3692	11599	5,61	0,65	4,105	0,164	0,516	400	549	547	0,042	547,6	545,5	0,044	1,4	1,5	0,423	10,05	0,35	0,21	2,43	0,33
S	R	50,15	3522	15121	5,93	0,65	4,105	0,157	0,673	400	547	544	0,060	545,5	542,4	0,062	1,5	1,6	0,467	16,96	0,79	0,36	1,88	0,44
R	W	85,67	2558	60573	6,28	0,65	4,105	0,114	3,229	600	544	536	0,093	542,5	534	0,099	1,5	2	0,600	84,88	0,49	3,82	0,84	1,69
W	X	57,6	1782	62355	7,97	0,65	4,105	0,079	3,308	600	536	529	0,122	534,6	526,8	0,135	1,4	2,2	0,526	35,57	0,26	1,64	2,02	0,48
X	Fim	56,53	1596	63951	8,45	0,65	4,105	0,071	3,379	800	529	525	0,071	526,3	523,6	0,048	2,7	1,4	0,420	9,80	0,41	0,81	4,16	0,23

Tabela 9 – Planilha de dimensionamento do emissário 5

Fonte: Autoria própria (2016)

## 4- Emissário 6

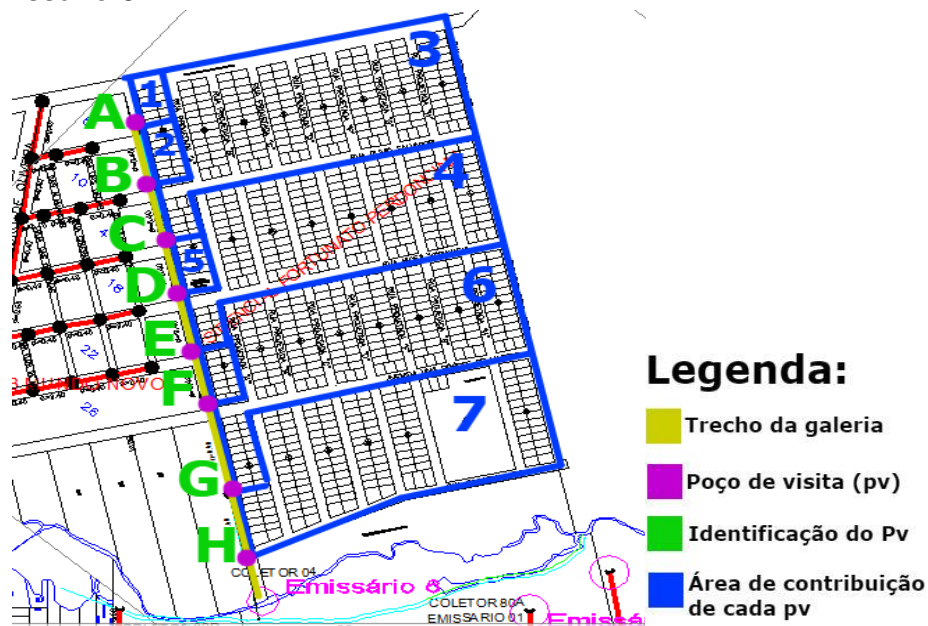


Figura 46 - Malha do emissário 6

Fonte: Secretaria de Planejamento do município de Campo Mourão, Paraná. Edição por autoria própria (2016)

O emissário 6 tem o valor correspondente de diâmetro adotado na tubulação ao dimensionado no presente trabalho, conforme a tabela 10.

Trecho		Exten	Área (m <sup>2</sup> )		tc	c	i	QI	ΣQ	D	Cota do Pv (m)		St	Cota Galeria(m)		Sg	Prof galeria (m)		k	θ	h/D	Am	V	tp
1	2	m	Trecho	Tot	min		mm.h <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>	mm	Mont	Jus	m.m <sup>-1</sup>	Mont	Jus	m.m <sup>-1</sup>	Mont	Jus		rad		m <sup>2</sup>	m.s <sup>-1</sup>	min
A	B	78,36	3518	3518	5	0,65	4,105	0,156	0,156	400	566	564	0,026	564,6	562,6	0,026	1,4	1,4	0,169	3,24	0,52	0,07	2,35	0,56
B	C	76,84	3500	7018	5,56	0,65	4,105	0,156	0,312	500	564	560	0,052	562,6	558,6	0,052	1,4	1,4	0,130	2,93	0,45	0,09	3,66	0,35
C	D	73,44	54323	61341	5,91	0,65	4,105	2,416	2,728	700	560	557	0,041	558,6	555,6	0,041	1,4	1,4	0,524	34,52	0,51	2,11	1,29	0,95
D	E	77,69	3668	65009	6,85	0,65	4,105	0,163	2,891	700	557	553	0,051	555,4	551,3	0,053	1,6	1,7	0,489	22,17	0,46	1,37	2,11	0,61
E	F	78,35	51880	116889	7,47	0,65	4,105	2,307	5,198	800	553	549	0,051	551,6	546,8	0,061	1,4	2,2	0,571	60,89	0,22	4,95	1,05	1,24
F	G	123,5	2345	119234	8,71	0,65	4,105	0,104	5,302	800	549	544	0,040	547,6	540,5	0,057	1,4	3,5	0,601	85,95	0,23	6,95	0,76	2,70
G	H	90,68	56563	175797	11,41	0,65	4,105	2,515	7,818	800	544	530	0,154	542,6	528,5	0,155	1,4	1,5	0,539	41,58	0,68	3,38	2,31	0,65
H	Fim	58,67	64176	239973	12,06	0,65	4,105	2,854	10,672	1500	530	526	0,068	525,7	524,7	0,017	4,3	1,3	0,416	9,34	0,52	2,60	4,10	0,24

Tabela 10 – Planilha de dimensionamento do emissário 6

Fonte: Autoria própria (2016)

## 5- Emissário 8



Figura 47 - Malha do emissário 8

Fonte: Secretaria de Planejamento do município de Campo Mourão, Paraná. Edição por autoria própria (2016)

De acordo com a tabela 11, que obteve um diâmetro final de 1000 milímetros, a tubulação executada no emissário 8 é condizente com a demanda pluviométrica regional.

l	2	m	Trecho	Tot	min		mm.h <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>	mm	Mont	Jus	m.m <sup>-1</sup>	Mont	Jus	m.m <sup>-1</sup>	Mont	Jus		rad		m <sup>2</sup>	m.s <sup>-1</sup>	min
A	B	88,16	7625	7625	5	0,65	4,105	0,339	0,339	400	560	556	0,045	558,6	554,6	0,045	1,4	1,4	0,275	4,09	0,73	0,10	3,46	0,42
B	C	86,69	9612	17237	5,42	0,65	4,105	0,427	0,767	400	556	551	0,058	554,6	549,6	0,058	1,4	1,4	0,551	47,92	0,31	0,97	0,79	1,83
C	D	85,71	8563	18175	7,26	0,65	4,105	0,381	1,147	500	551	545	0,070	549,6	543,6	0,070	1,4	1,4	0,413	9,03	0,60	0,27	4,25	0,34
D	E	81,39	17542	26105	7,59	0,65	4,105	0,780	1,927	600	545	540	0,061	543,6	538,6	0,061	1,4	1,4	0,455	14,68	0,25	0,62	3,10	0,44
E	F	142,44	10205	27747	8,03	0,65	4,105	0,454	2,381	600	540	530	0,070	538,6	528,6	0,070	1,4	1,4	0,526	35,50	0,27	1,63	1,46	1,63
F	Fim	92,8	2239	12444	9,66	0,65	4,105	0,100	2,481	1000	530	525	0,054	526,5	523,7	0,030	3,5	1,3	0,214	3,59	0,61	0,50	4,93	0,31

Tabela 11 – Planilha de dimensionamento do emissário 8

Fonte: Autoria própria (2016)

## 7 – CONCLUSÃO

A partir do levantamento realizado neste presente trabalho se verificou a situação atual de oito pontos de lançamento de águas pluviais do sistema de drenagem do município de Campo Mourão, Paraná.

Foi possível constatar a existência de inúmeros impactos ambientais em torno dos emissários, tais como água parada presente em 50% dos locais visitados, erosão também em 50%, afluyente escuro em 62,5% e deposição de resíduos em 10%. Além disso, em 25% dos emissários havia rachaduras severas no trecho aparente da tubulação, o que aliado a uma baixa declividade do terreno em alguns pontos pode agravar o estado de processos erosivos e locais de água parada.

Também foram registrados localidades onde houve ausência de estruturas dissipadoras de energia, que poderiam ter amenizado os problemas apresentados nas saídas da galeria, sendo assim apenas 37,5% dos emissários continham blocos dissipadores, sendo que em 10% havia ruínas de estruturas de amortecimento.

Em alguns locais que, apesar da visível necessidade de intervenção de caráter reparativo, não há vestígio de acompanhamento para uma eventual reforma ou manutenção.

Além do levantamento das informações quanto a presença dos impactos ambientais, foi realizado o dimensionamento as tubulações dos emissários 1,4,5,6 e 8 para verificar se são condizentes com a necessidade pluviométrica regional, visto que o diâmetro adotado interfere na velocidade de escoamento da água pluvial, podendo acarretar pontos de ineficiência na drenagem ou carga de energia elevada na saída da galeria, podendo amplificar o impacto ambiental. Sendo assim, apenas o emissário 4 registrou discrepância entre o executado e o dimensionado no presente trabalho, essa discrepância pode ter sido contribuída pelos valores aproximados da cota inferior da galeria e do terreno.

Portanto, para a solução da maioria dos problemas encontrados no presente trabalho é necessário um acompanhamento das condições dos emissários do município, afim de haver manutenções regulares. Além disso, implantar sistemas de dissipação de energia, como blocos de amortecimento e concretagem do solo receptor, afim de minimizar a incidência de pontos de água parada, processos erosivos e outros impactos ambientais que afetam diretamente a qualidade de vida da população local.

## 8 – REFERÊNCIAS

BARBOSA JUNIOR, Antenor Rodrigues. **Elementos de Hidrologia Aplicada**. SD. Disponível em: <[http://www.em.ufop.br/deciv/departamento/~antenorrodrigues/6\\_escoamento%20superficial.pdf](http://www.em.ufop.br/deciv/departamento/~antenorrodrigues/6_escoamento%20superficial.pdf)> Acesso em: 25 nov. 2016.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos. **Águas de Chuva, Engenharia das Águas Pluviais nas Cidades**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher LTDA. 1998.

CARVALHO, Karina Querne de. et al. **Influence of Urban Area on the Water Quality of the Campo River Basin, Paraná State, Brazil**, Curitiba, jan. 2015. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1519-69842015000900096](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842015000900096).> Acesso em 01 jun. 2016.

CHANG, Mein Mieko; PINHEIRO, Hemerson Donizete; LOPES, Deize Dias. Simulação do Escoamento Superficial de uma Área Pré e Pós Urbanização. **Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas**, Santa Maria, v. 37, n. 4, set. 2015. Disponível em: <<http://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/viewFile/17276/pdf>> Acesso em: 29 abr. 2016.

COSTA, Nathalia Souza Domingos da; GODINHO, Jayson Pereira; COSTA, Jamy Oliveira. Erosão Hídrica em um Afluente do Rio km 119 na Área Urbana de Campo Mourão (PR). **Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia**, Maringá, v. 4, n. 1. 2012. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/Geoinga/article/view/18990/10257>> Acesso em: 15 mai. 2016.

COSTA, Alfredo Ribeiro da; SIQUEIRA, Eduardo Queija de; MENEZES FILHO, Frederico Carlos Martins de. **Águas Pluviais**. Brasília, DF: Núcleo Regional Centro-Oeste de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental. 2007.

EDUARDO, Marcelo. Operários Terminam Reordenamento de Tubulação de Água Pluvial na Ceará. **Capitalnews**, Mato Grosso do Sul, 07 jan. 2010. Disponível em: <<http://www.capitalnews.com.br/conteudo.php?cid=85441>>. Acesso em: 01 jun. 2016.

FENDRICH, Roberto. **Chuvas Intensas para Obras de Drenagem**. 2. Ed. Curitiba: Champagnat. 1998.

G1, Inpe Lança Sistema de Alerta de Enchentes. **G1**, São Paulo, 11 jul. 2008. Disponível em <<http://g1.globo.com/Noticias/SaoPaulo/0,,MUL642502-5605,00.html>>. Acesso em: 4 jun. 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Cidades**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=410430>>. Acesso em: 20 mai. 2016.

MORIGI, Josimari de Brito; MORIGI, Mauro Cesar. A ocupação territorial e a evolução do espaço urbano de Campo Mourão – Paraná. In: SIMPÓSIO DE ESTUDOS URBANOS, 2. 2013, Campo Mourão, PR. **Anais...** Disponível em: <[http://www.fecilcam.br/anais/ii\\_seurb/documentos/morigi-josimari-de-brito.pdf](http://www.fecilcam.br/anais/ii_seurb/documentos/morigi-josimari-de-brito.pdf)>. Acesso em: 28 abr. 2016.

SILVEIRA, Caíó Gomes. Chuva Forma Cratera de 7 Metros de Profundidade em Via de Manduri. **G1**, Itapetininga, SP, 12 jan. 2016. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sao-paulo/itapetininga-regiao/noticia/2016/01/chuva-forma-cratera-de-7-metros-de-profundidade-em-de-manduri.html>>. Acesso em: 04 jun. 2016.

SUDERHSA - Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. **Manual de drenagem urbana**. Disponível em: <[http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/pddrenagem/volume6/mdu\\_versao\\_01.pdf](http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/pddrenagem/volume6/mdu_versao_01.pdf)>. Acesso em: 29 mai. 2016.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Plano diretor de drenagem urbana: princípios e concepção. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Porto Alegre, RS. V. 4, n. 2. p. 5-12, jul/ago. 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](http://www.pec.poli.br/sistema/material_disciplina/fotos/%C3%A1guanomeio%20urbano.pdf)>. Acesso em: 20 abr. 2016.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Gerenciamento da Drenagem Urbana. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Porto Alegre, RS. V. 7, n. 1. p. 5-27, jan/mar. 2002.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas**. SD. 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: 2 abr. 2016

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Gestão da drenagem urbana. In: Cepal. Escritório no Brasil/Ipea, 48, p, 50. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**. Brasília, DF. 2012  
Disponível em: <  
[http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/38004/LCBRSR274\\_pt.pdf;jsessionid=5A410E4F47EF10C6C2CD28BDD4F468C2?sequence=1](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/38004/LCBRSR274_pt.pdf;jsessionid=5A410E4F47EF10C6C2CD28BDD4F468C2?sequence=1)>. Acesso em: 13 mai. 2016.