

Carlos Eduardo de Souza Freitas

**DRENAGEM URBANA NA CIDADE DE PALMAS-TO /
DIMENSIONAMENTO DE REDE DE DRENAGEM PARA A AVENIDA
TEOTÔNIO SEGURADO NO TRECHO DA QUADRA 602 SUL ENTRE
AS AVENIDAS LO 13 E LO 15.**

PALMAS-TO

2020

Carlos Eduardo De Souza Freitas

**DRENAGEM URBANA NA CIDADE DE PALMAS-TO /
DIMENSIONAMENTO DE REDE DE DRENAGEM PARA A AVENIDA
TEOTÔNIO SEGURADO NO TRECHO DA QUADRA 602 SUL ENTRE
AS AVENIDAS LO 13 E LO 15.**

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado ao Centro
Universitário Luterano de Palmas
como parte dos requisitos para
conclusão da graduação em
Engenharia Civil.

Área: Recursos Hídricos

Orientador: M.e Edivaldo Alves
Santos.

Carlos Eduardo de Souza Freitas

DRENAGEM URBANA NA CIDADE DE PALMAS-TO / DIMENSIONAMENTO DE REDE DE DRENAGEM PARA A AVENIDA TEOTÔNIO SEGURADO NO TRECHO DA QUADRA 602 SUL ENTRE AS AVENIDAS LO 13 E LO 15.

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Centro Universitário Luterano de Palmas como parte dos requisitos para conclusão da graduação em Engenharia Civil.

Área: Recursos Hídricos

Aprovado em: ____ / ____ / ____

Orientador: M.e Edivaldo Alves Santos.

BANCA EXAMINADORA

Prof. M.e Edivaldo Alves Santos.
Orientador
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Avaliador 1
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Avaliador 2
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

EPÍGRAFE

“Que vejamos o passado com o sentimento de que cada esforço valeu a pena, e que olhemos o futuro com a esperança de que ele haja de ser sempre melhor.”

PALMAS-TO
2020

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos:

Ao meu tio, Carlos Antônio, que durante os últimos cinco anos me permitiu morar em sua casa;

À minha família, por acreditar em mim e sempre me dar apoio;

Aos meus amigos que me acompanharam desde o início;

A todos os professores, que compartilharam seus conhecimentos e seu tempo comigo, em especial ao meu professor e orientador Edivaldo Alves Santos.

Ao meu pai, Marcos Antônio e minha mãe Genelice Martins, que me deram todo o suporte e motivação para continuar;

A Deus por colocar cada uma dessas pessoas em meu caminho, e por me dar a oportunidade de realizar meu sonho.

RESUMO

FREITAS, Carlos Eduardo de Souza. (DRENAGEM URBANA NA CIDADE DE PALMAS-TO/ DRENAGEM URBANA NA CIDADE DE PALMAS-TO / DIMENSIONAMENTO DE REDE DE DRENAGEM PARA A AVENIDA TEOTÔNIO SEGURADO NO TRECHO DA QUADRA 602 SUL ENTRE AS AVENIDAS LO 13 E LO 15). 2020. ___ f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas/TO, 2020.

Diante do processo de urbanização das cidades, a necessidade de construir pavimentos e coberturas tem contribuído com a ocorrência de alagamentos, e acabam prejudicando a população. Por isso se faz importante, projetar dispositivos de drenagem que possam mitigar ou solucionar esse problema.

Quando o ser humano altera a forma natural do meio ambiente, ele altera também as suas características. Nesse caso a impermeabilização do solo é a que mais contribui para a ocorrência de áreas alagadas. Esse é um problema que tem se manifestado em um trecho da Teotônio Segurado, uma das avenidas mais importantes cidade de Palmas-TO.

O objetivo desse trabalho foi desenvolver um projeto de drenagem para esse ponto da avenida, com elementos que atendam a demanda das chuvas que ocorrem ali, sem causar mais transtornos à população.

Ao fim do estudo foi possível constatar que a avenida apresenta uma declividade pequena e contribui pouco para o escoamento da chuva, e com o escoamento lento houve a necessidade de galerias relativamente grandes entre 700 e 1400 milímetros.

LISTA DE FIGURAS

Figura 0110

Figura 0210

Figura 0315

Figura 0416

Figura 0517

Figura 0617

Figura 0717

Figura 0818

Figura 0920

Figura 1020

Figura 1121

Figura 1222

Figura 1323

Figura 1424

Figura 1524

Figura 1626

Figura 17.....26

Figura 1829

Figura 1930

Figura 2034

Figura 2137

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. PROBLEMA	9
3. JUSTIFICATIVA	10
4. OBJETIVOS	11
4.1 OBJETIVO GERAL.....	11
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
5. REFERENCIAL TEÓRICO	11
5.1 PLANO DIRETOR DE DRENAGEM.....	11
5.1.1 METODO RACIONAL.....	12
5.2 INTENSIDADE DAS CHUVAS	13
5.2.1 TEMPO DE RECORRÊNCIA.....	14
5.2.2 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO.....	15
5.3 BACIAS URBANAS	15
5.4 DRENAGEM URBANA.....	16
5.4.1 ELEMENTOS DE CAPTAÇÃO E TRANSPORTE	16
5.4.2 CONDUTOS LIVRES OU CANAIS	21
6 METODOLOGIA	24
6.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL	24
6.2 LEVANTAMENTO DE DOCUMENTOS	25
6.3 VAZÃO DE ESCOAMENTO	25
6.4 CAPACIDADE DE ESCOAMENTO DAS SARJETAS.....	28
6.5 DIMENSIONAMENTO DAS BOCAS DE LOBO.....	29
6.5.1 BOCA DE LOBO SIMPLES	29
6.5.2 BOCA DE LOBO COM GRELHA	30
6.6 LOCAÇÃO DAS BOCAS DE LOBO E DOS POÇOS DE VISITA	31
6.7 GALERIAS	32
6.7.1 DIMENSIONAMENTO DAS GALERIAS	32
7 CRONOGRAMA	34
8 ORÇAMENTO	34
9 RESULTADOS E DISCURSÕES	35
10 CONCLUSÃO.....	37
11 BIBLIOGRAFIA.....	37

1. INTRODUÇÃO

Ao longo da história, as cidades têm se desenvolvido às margens dos rios, a facilidade do acesso a água e a qualidade do solo para desenvolvimento da agricultura, foram fatores determinantes para este acontecimento. No entanto, à medida que as civilizações foram crescendo, o processo de urbanização se intensificou e provocou alterações desordenadas ao meio ambiente.

Com o desenvolvimento urbano, ocorre a impermeabilização do solo através de telhados, ruas calçadas e pátios, entre outros. Dessa forma, a parcela da água que infiltrava passa a escoar pelos condutos, aumentando o escoamento superficial. O volume que escoava lentamente pela superfície do solo e ficava retido pelas plantas, com a urbanização, passa a escoar no canal, exigindo maior capacidade de escoamento das seções. (TUCCI,2007)

A falta de planejamento, ocupação de áreas irregulares, desmatamento e impermeabilização do solo, são fatores que influenciam o acontecimento de alagamentos. Isso acontece quando a vazão de escoamento superficial aumenta, superando por algum tempo a capacidade de drenagem dos condutos, provocando as enchentes.

As enchentes em áreas urbanas são consequência de dois processos, que ocorrem isoladamente ou de forma integrada:

- enchentes em áreas ribeirinhas - as enchentes naturais que atingem a população que ocupa os leitos de rios por falta de planejamento do uso do solo;
- urbanização - são as enchentes provocadas pela urbanização. (TUCCI, 2007)

Diante dessas observações, aplicando ao cenário da cidade de Palmas -TO, e visando evitar transtornos aos pedestres, motoristas e demais transeuntes que passem por ali, foi realizado este estudo, com o intuito de propor uma alternativa, que solucione os problemas de alagamentos no trecho da Avenida Teotônio Segurado entre as Avenidas LO13 e LO15.

2. PROBLEMA

As chuvas ocorridas recentemente na cidade de Palmas - TO têm provocado alagamentos em alguns pontos da cidade, em especial na Avenida Teotônio Segurado na Quadra 602 Sul, entre as avenidas LO13 e LO15. Devido a essa cidade ser a mais nova capital do País, uma cidade planejada, espera-se que nesse local haja uma rede coletora de águas pluviais, e por isso traz-se o seguinte questionamento: Porquê ocorrem alagamentos nesta parte da Avenida Teotônio Segurado?

3. JUSTIFICATIVA

A crescente urbanização das cidades traz com ela várias alterações no Meio Ambiente. Essas alterações servem para adaptar o espaço às necessidades da sociedade, tornando-o prático e funcional, porém quando feitas sem planejamento, podem gerar vários problemas que as impedem de atingir seu objetivo.

Entre os problemas encontrados no meio urbano pode-se destacar as Enchentes e Inundações, geralmente produto da impermeabilização da superfície do solo, somado às chuvas de alta intensidade. Esse cenário tem se manifestado em alguns pontos da cidade de Palmas-TO, como é o caso da Avenida Teotônio Segurado onde tem ocorrido alagamentos. Esses alagamentos podem aumentar a ocorrência acidentes, danos à infraestrutura da cidade, danos pessoais e a propagação de doenças de veiculação hídrica.

Para que se possa promover a funcionalidade da infraestrutura urbana, é importante que se busquem alternativas para minimizar os efeitos provocados por ela, e desta forma garanta-se que essas estruturas atinjam seus objetivos e atendam às necessidades da população.

Figura 01- Alagamento na Avenida Teotônio Segurado



Foto: G1 TO

Figura 02- Alagamento em Ponto de Ônibus em Palmas



Fonte: Jornal O Coletivo

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Dimensionar elementos de drenagem pluvial para a Avenida Teotônio Segurado na Quadra 602 Sul, entre as Avenidas LO13 e LO15.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obter os dados Topográficos e Hidrológicos de Palmas;
- Identificar a área de contribuição a montante do trecho;
- Estimar a vazão a jusante da área de drenagem;
- Determinar as dimensões da seção da galeria.

5. REFERENCIAL TEÓRICO

5.1 PLANO DIRETOR DE DRENAGEM

Um plano Diretor de Drenagem Urbana deve buscar: (i) planejar a distribuição da água no tempo e no espaço, com base na tendência de ocupação urbana compatibilizando esse desenvolvimento e a infraestrutura para evitar prejuízos econômicos e ambientais; (ii) controlar a ocupação das áreas de risco de inundações através de restrições nas áreas de alto risco e ;(iii) convivência com as enchentes nas áreas de baixo risco.(RBRH, 1997)

Para que se possa efetivamente planejar o impacto do desenvolvimento urbano é necessário quantificar os impactos decorrentes das alterações da bacia hidrográfica. (RBRH, 1997)

Segundo TUCCI, a avaliação do impacto da urbanização sobre o escoamento pode ser realizada pelo método racional a nível de *microbacia urbana* (alguns hectares), dentro do conceito de vazão de projeto.

5.1.1 METODO RACIONAL

O método racional é largamente utilizado na determinação da vazão máxima de projeto para bacias pequenas (< 3 Km²). Os princípios básicos dessa metodologia são:

- A intensidade da chuva é constante durante todo o seu tempo de duração;
- Duração da precipitação máxima de projeto é igual ao tempo de concentração da bacia. Será adotado a chuva crítica, que nada mais é que uma chuva intensa que perdura justamente o tempo suficiente para que, num dado instante, toda a bacia a montante da seção em estudo esteja contribuindo para a vazão de dimensionamento da seção. Admite-se que a bacia é pequena para que essa condição aconteça, pois a duração é inversamente proporcional à intensidade;
- Adota um coeficiente de perdas, denominado C, estimado com base nas características da bacia. Considera-se que estas condições permanecem constante durante a ocorrência da chuva. (UFMT, Hidrologia e Recursos Hídricos 2013)

A equação modelo é a seguinte:

$$Q = 0,278 . C . i . A$$

Eq 01

Onde:

Q = vazão máxima (m³/s);

0,278 = correção quando usando a área da bacia em km²;

C: coeficiente de escoamento, também conhecido como *run-off* ou deflúvio;

I: intensidade da precipitação (mm/h);

A: área da bacia (km²).

A tabela abaixo apresenta alguns valores de C relativo a tipos de ocupação de solo.

Tabela 01 – Valores de coeficientes de deflúvio (*run-off*) C

Características da superfície	Coefficiente de escoamento
Revestimento de concreto de cimento portland	0,70 – 0,90
Revestimento betuminoso	0,80 – 0,95
Revestimento primário	0,40 – 0,60
Solos sem revestimento com baixa permeabilidade	0,40 – 0,65
Solos sem revestimento com permeabilidade moderada	0,10 – 0,30
Taludes gramados	0,50 – 0,70
Prados e campinas	0,10 – 0,40
Áreas florestais	0,10 – 0,25
Terrenos cultivados em zonas altas	0,15 – 0,40
Terrenos cultivados em vales	0,10 – 0,30

Fonte: DNIT, (2006).

5.2 INTENSIDADE DAS CHUVAS

O Brasil é um país bastante extenso, e tem sua localização próxima à linha do equador. Embora tenha um clima predominantemente tropical, as diferentes regiões do país apresentam características climáticas próprias.

Para SOUZA (2014), em um dimensionamento de um sistema de drenagem urbana um dos fatores mais importantes é a chuva de projeto, que geralmente é obtida através da equação intensidade, duração e frequência da região. Em consequência, a definição criteriosa desta equação é imprescindível ao correto dimensionamento de tal sistema.

Geralmente a intensidade das chuvas é calculada de acordo com o gráfico de intensidade duração e frequência, através de uma fórmula genérica com parâmetros variáveis que podem ser obtidos no Brasil através das séries históricas, utilizando o tempo de recorrência e o tempo de concentração a critério do projetista.

O IDF é calculado pela seguinte fórmula:

Eq 02

$$I = \frac{K * Tr^a}{(t+b)^c}$$

Onde:

I = intensidade da chuva (mm/h);

t = tempo de concentração (min);

Tr = tempo de recorrência (anos);

E (a, b e c) são parâmetros variáveis de acordo com a região.

5.2.1 TEMPO DE RECORRÊNCIA

Segundo DELGADO (2008), tempo de recorrência, período de recorrência ou período de retorno, é o tempo médio em anos, que determinado evento possa ocorrer ou ser superado. Ele deve ser interpretado pelo engenheiro, dentro do que pede as normas, visando obter um projeto com o maior fator de segurança e, portanto, o melhor dimensionamento.

Tempos de recorrência recomendados pelo DNIT:

Tabela02- Período de recorrência

Espécie	Período de recorrência (anos)
Drenagem superficial	5 a 10
Drenagem subsuperficial	10
Bueiros Tubulares	15 (como canal)
	25 (como orifício)
Bueiro Celular	25 (como canal)
	50 (como orifício)
Pontilhão	50
Ponte	100

Fonte: DNIT, 2005.

5.2.2 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

Segundo Ven Te Chow (1988), o tempo de concentração corresponde ao tempo necessário para que o escoamento de superfície desloque do ponto mais afastado da bacia até um ponto em consideração.

De acordo com SILVEIRA (2005), para bacias urbanas com área menor que 0,7 km² a fórmula de tempo de concentração que apresenta melhor eficiência é a desenvolvida por Schaake (1967).

Eq 03

$$tc = 0,0828L^{0,24} * S^{-0,16} * A^{-0,26}$$

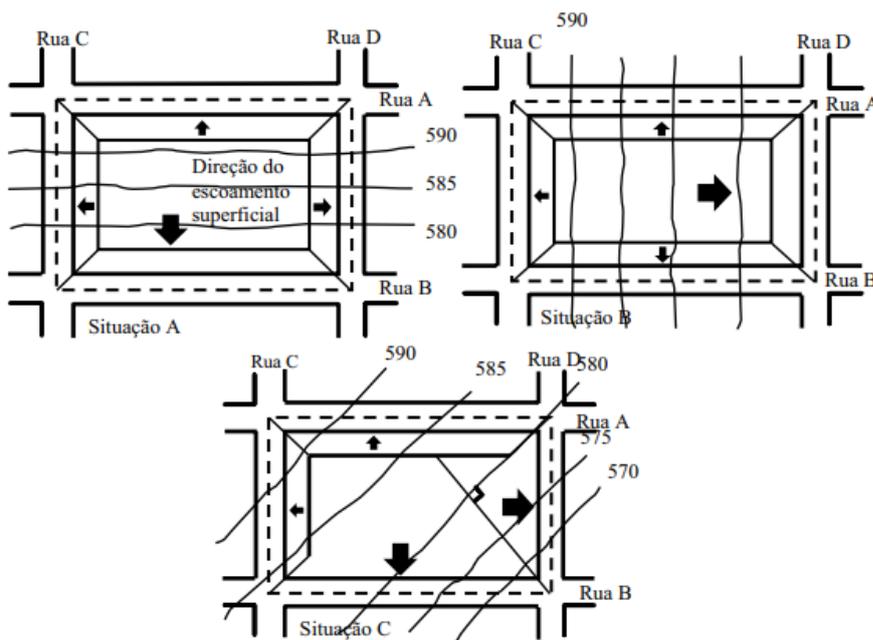
Onde:

- tc é o tempo de concentração em horas;
- A é quociente de área impermeabilizada da bacia; e
- S é a declividade média do talvegue principal em (m/m).

5.3 BACIAS URBANAS

As áreas de contribuições segundo Fendrichet al. (1997), para Sistemas de Drenagem Urbana devem seguir os procedimentos e critérios mostrados na figura a seguir.

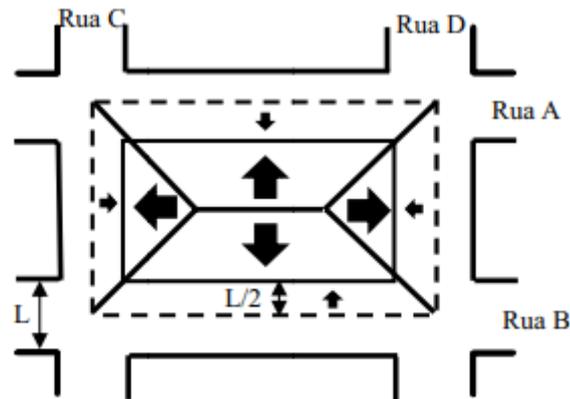
Figura 03 – Área contribuinte – divisão dos quarteirões conforme a posição em relação à declividade



Fonte: Adaptado de Aisse (1997).

O critério de cálculo para as áreas contribuintes às ruas adjacentes às quadras é o mostrado na Figura 04.

Figura 04 – Área contribuinte – divisão dos quarteirões



Fonte: Adaptado de Aisse (1997).

5.4 DRENAGEM URBANA

Drenagem é o termo empregado na designação das instalações destinadas a escoar o excesso de água, seja em rodovias, na zona rural ou na malha urbana, sendo que a drenagem desta última é o objetivo do nosso estudo. (NETO 2009 p. 01)

Sendo assim, consiste na canalização das águas pluviais, aumentando a capacidade de escoamento do meio urbano, e direcionando-as para os rios e lagos.

5.2.1 ELEMENTOS DE CAPTAÇÃO E TRANSPORTE

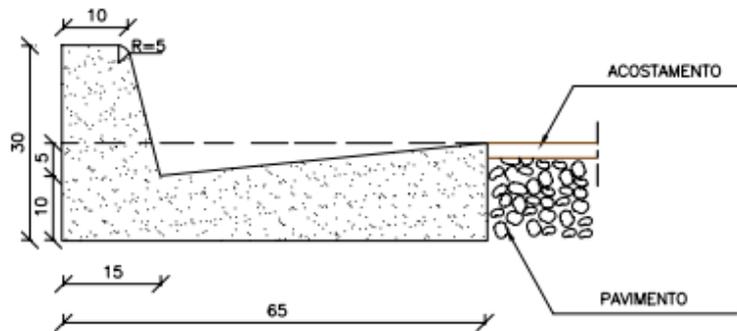
a) Sarjetas e Sarjetões

São as calhas formadas por faixas da via pública e o meio-fio (guia), ou somente por faixas nos cruzamentos de ruas (sarjetões) e que são coletoras das águas caídas ou lançadas nessas vias. Comportam-se como canais de seção triangular. Geralmente são dimensionadas por critérios que não consideram sua função hidráulica; então, importa apenas determinar sua capacidade hidráulica (máxima vazão de escoamento) para comparação com vazão originada da chuva de projeto e decidir sobre as posições das bocas de lobo que retiram essas águas da superfície das ruas. Essa vazão máxima pode ser calculada pela fórmula de Manning, com $n=0,016$ (concreto rústico): (NETO, Azevedo 8ª edição p. 545).

Eq 04

$$Q = \frac{A}{n} \times R h^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}}$$

Figura 05 - Meio fio com sarjeta.

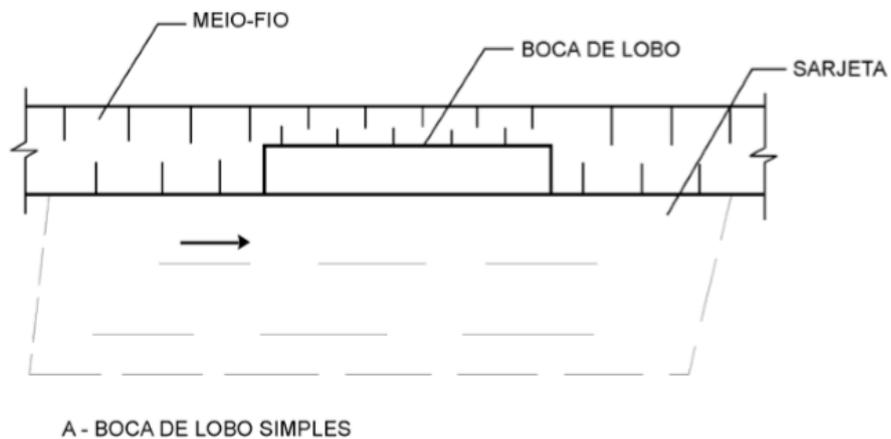


Fonte: (DNIT 2006)

b) Bocas de Lobo (BL)

Segundo Azevedo Neto, bocas de lobo são dispositivos especiais que têm a finalidade de captar as águas pluviais que escoam pelas sarjetas para, em seguida, conduzi-las às galerias subterrâneas.

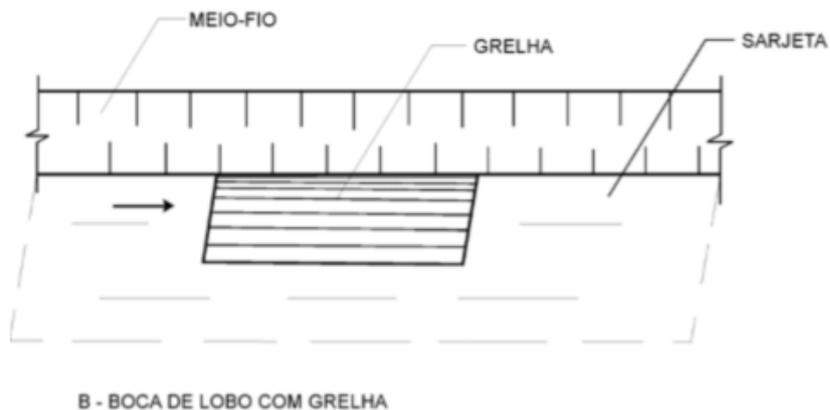
Figura 06- Boca de Lobo Simples



A - BOCA DE LOBO SIMPLES

Fonte: (DNIT ,2006)

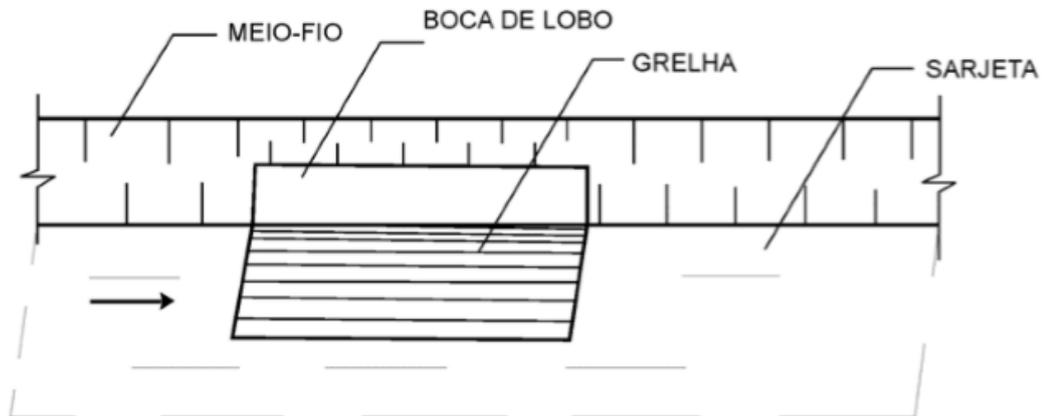
Figura 07- Boca de Lobo com Grelha



B - BOCA DE LOBO COM GRELHA

Fonte: (DNIT ,2006)

Figura 08- Boca de Lobo Combinada



C - BOCA DE LOBO COMBINADA

Fonte: (DNIT, 2006)

De acordo com o Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT, a capacidade de esgotamento de uma boca de lobo simples pode ser obtida através dos resultados obtidos pelo Bureau of Public Roads, sendo utilizado tanto para o escoamento como superfície livre quanto para o escoamento afogado.

– Para alturas d'água até a altura da abertura ($y/h \leq 1$), a boca-de-lobo funciona como vertedor, sendo a vazão dada pela fórmula:

Eq 05

$$\frac{Q}{L} = 1,703y^{2/3}$$

Onde:

h = altura da abertura no meio-fio, em m;

L = comprimento da abertura, em m;

y = altura da água na entrada, em m;

Q = vazão máxima esgotada pela boca-de-lobo, em m³/s

– Para alturas d'água iguais ou maiores que duas vezes a altura da abertura ($y/h \geq 2$), supõe-se que a boca-de-lobo funciona como orifício, sendo a vazão dada pela fórmula derivada dos orifícios:

Eq 06

$$\frac{Q}{L} = 3,101h^{\frac{3}{2}}(y'/h)^{1/2}$$

Onde fez-se $c = 0,7$ e y' igual à carga no meio da abertura do meio-fio, ou seja:

Eq 07

$$y' = y - h/2$$

O dimensionamento das bocas-de-lobo com grelha situadas em pontos baixos das sarjetas pode ser feito baseado nas experiências efetuadas pelo *United States Corps of Engineers (Hydraulic Laboratory Report nº 54)*, que permitiram constatar que a grelha tem um funcionamento análogo ao de um vertedor de soleira livre, para profundidades de lâmina d'água de até 12 cm. (DNIT, 2006)

A grelha passa a funcionar como orifício somente quando a lâmina d'água for superior a 42 cm, e entre 12 e 42 cm o funcionamento é indefinido:

Eq 08

– Para $y < 0,12$ m

$$\frac{Q}{P} = 1,655 * y^{1,5}$$

Eq 09

– Para $y > 0,42$ m

$$\frac{Q}{A} = 2,91 * y^{0,5}$$

Onde:

Q/P = vazão por metro linear de perímetro da boca-de-lobo;

y = altura d'água na sarjeta sobre a grelha;

Q/A = vazão por metro quadrado de área de abertura da grelha, excluído as áreas ocupadas pelas barras.

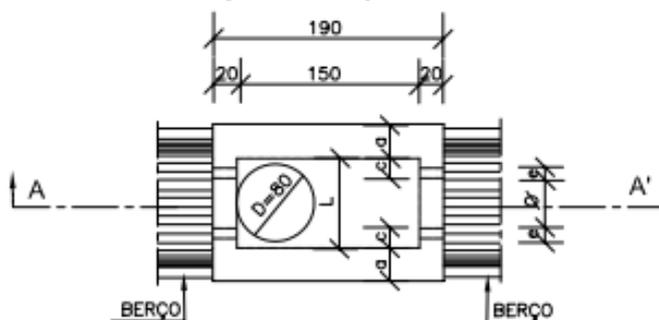
O perímetro (P) da abertura da grelha deve ser calculado sem levar em consideração as barras internas e descontando-se os lados pelos quais a água não entra, como por exemplo, quando um dos lados está junto à face do meio-fio. (A) é a área útil das aberturas da grelha, excluindo-se, portanto, da área total às áreas correspondentes as barras. (DNIT, 2006)

c) Poços de Visita (PV)

Os poços-de-visita são dispositivos especiais que têm a finalidade de permitir mudanças ou das dimensões das galerias ou de sua declividade e direção. São dispositivos também previstos quando, para um mesmo local, concorrem mais de um coletor. Têm ainda o objetivo de permitir a limpeza nas galerias e a verificação de seu funcionamento e eficiência.

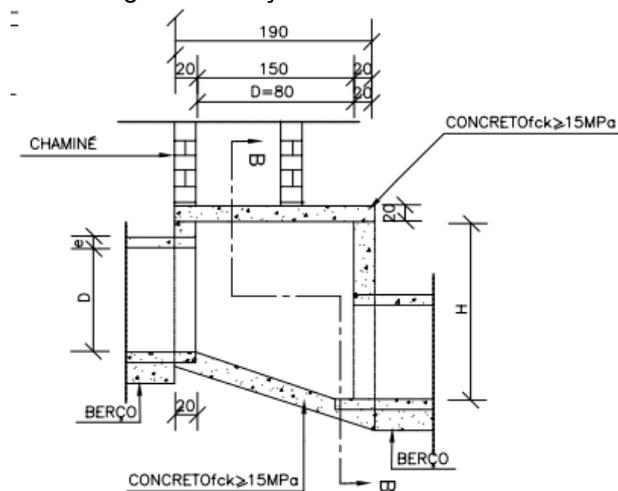
Após o dimensionamento e localização das bocas-de-lobo e sarjetas, devem ser posicionados os poços de visita que atenderão às bocas-de-lobo projetadas e demais casos particulares, conforme descrito acima. (DNIT, 2006)

Figura 09- Poço de visita



Fonte: DNIT, (2006)

Figura 10- Poço de visita Corte A-A'



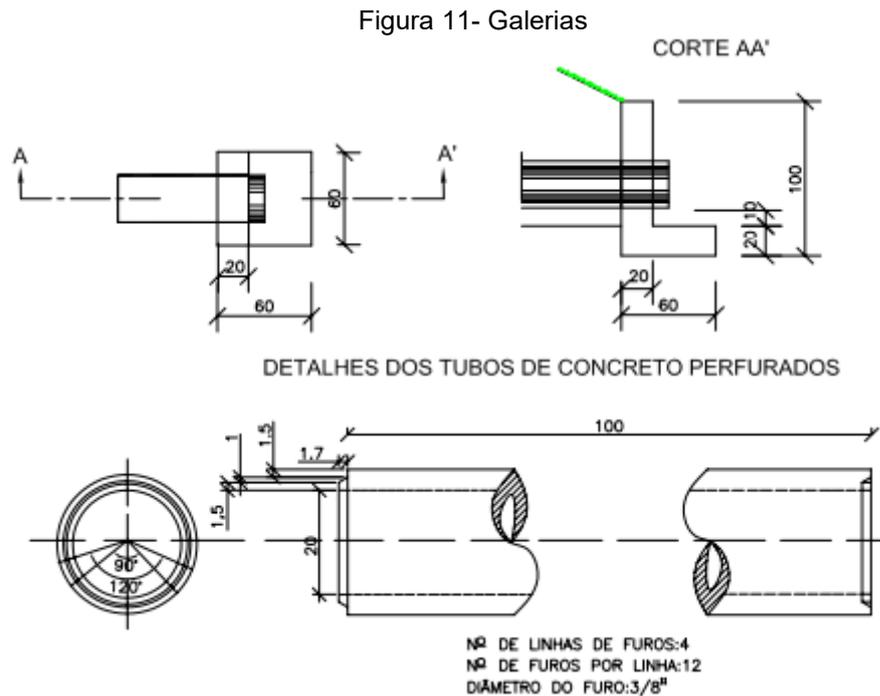
Fonte: DNIT, (2006)

d) Galerias

A velocidade de escoamento não deverá ser superior a 4,5 m/s, devido à resistência a erosão do tubo de concreto, nem inferior a 1,0 m/s, visando facilitar a autolimpeza.

A altura d'água calculada não deverá ser inferior a 20 % nem superior a 85 % do diâmetro do coletor.

O diâmetro mínimo tanto para os ramais de boca-de-lobo como para as galerias não deverá ser inferior a 0,40 m.



Fonte: DNIT, (2006)

5.1.2 CONDUTOS LIVRES OU CANAIS

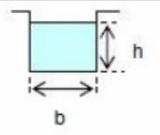
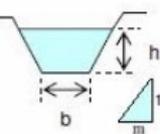
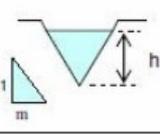
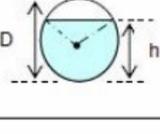
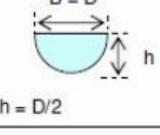
Denominam-se condutos livres ou canais, os condutos onde o escoamento é caracterizado por apresentar uma superfície livre na qual reina a pressão atmosférica. Neste contexto, os cursos d'água naturais constituem o melhor exemplo de condutos livres. Além dos rios, funcionam como condutos livres os canais artificiais de irrigação e drenagem, os aquedutos abertos, e de um modo geral, as canalizações onde o líquido não preenche totalmente a seção do canal. Os escoamentos em condutos livres diferem dos que ocorrem em condutos forçados porque o gradiente de pressão não é relevante. Nesses condutos, os escoamentos são mais complexos e com resolução mais sofisticada, pois as variáveis são interdependentes com variação no tempo e espaço. Uma importante característica da hidráulica dos canais além da superfície livre, é a deformidade desta. Nos condutos livres, ao contrário do que ocorre nos forçados, a veia líquida tem liberdade de se modificar para que seja mantido o equilíbrio dinâmico. Dessa forma a deformidade da superfície livre dá origem a fenômenos desconhecidos nos

condutos forçados, como o ressalto hidráulico, o remanso etc... (EVANGELISTA, ADÃO. Condutos livres)

a) Elementos característicos de um canal

- Área (A) – é a seção plana do canal, normal a direção geral da corrente líquida;
- Seção molhada (A) - parte da seção transversal que é ocupada pelo líquido (Figura 12).
- Profundidade (h) - altura do líquido acima do fundo do canal;
- Área molhada (Am): é a área da seção molhada;
- Perímetro molhado (P) - comprimento relativo ao contato do líquido com o conduto;
- Largura Superficial (B) - largura da superfície em contato com a atmosfera;
- Raio hidráulico (R) - relação entre a área molhada e perímetro molhado;
- Profundidade Hidráulica - relação entre a área molhada e a largura superficial.

Figura 12- Elementos Geométricos da Seção molhada

Forma da seção	Área (A) (m ²)	Perímetro molhado (P) (m)	Raio hidráulico (R) (m)	Largura do Topo (B) (m)
	$b \cdot h$	$b + 2 \cdot h$	$\left(\frac{A}{P}\right) = \frac{b \cdot h}{b + 2 \cdot h}$	b
	$(b + m \cdot h) \cdot h$	$b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + m^2}$	$\frac{A}{P}$	$b + 2 \cdot m \cdot h$
	$m \cdot h^2$	$2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + m^2}$	$\frac{A}{P}$	$2 \cdot m \cdot h$
	$\frac{1}{8} \cdot (\theta - \text{sen } \theta) \cdot D^2$ $\theta = \text{RAD}$	$\frac{\theta \cdot D}{2}$	$\frac{1}{4} \left(1 - \frac{\text{sen } \theta}{\theta}\right) D$	$\left(\text{sen } \frac{\theta}{2}\right) D$
	$\frac{\pi \cdot D^2}{8}$	$\frac{\pi \cdot D}{2}$	$\frac{D}{4} = \frac{h}{2}$	$D = 2 \cdot h$

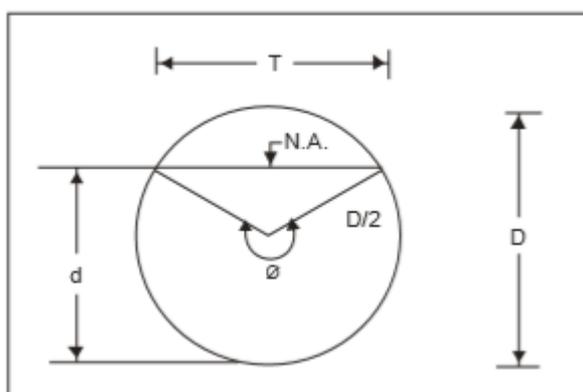
Fonte: UFG, Adão Evangelista, Condutos Livres.

b) Conduitos circulares parcialmente cheios:

Os valores necessários ao projeto estão diretamente ligados ao nível do enchimento do respectivo conduto.

Será demonstrado mais adiante que os cálculos a serem empregados ficarão sobremodo simplificados ao se utilizar o ângulo \emptyset como parâmetro representativo do referido enchimento. (DNIT,2006)

Figura 13- Seção circular parcialmente cheia



Fonte: DNIT, (2006)

Obtém-se sua ligação com o tirante através da fórmula:

$$\cos \frac{\emptyset}{2} = 1 - \frac{2d}{D} \quad \text{O}$$

Eq 10

Por outro lado, Área Molhada;

$$A = \frac{\emptyset - \text{sen}\emptyset}{8} \times D^2$$

Eq 11

Perímetro Molhado;

$$P = \frac{\emptyset D}{2}$$

Eq 12

Raio Hidráulico;

$$RH = \frac{A}{P} = \frac{\emptyset - \text{sen}\emptyset}{4\theta} \times D$$

Eq 13

O ângulo \emptyset será sempre expresso em radianos (rad), nas fórmulas utilizadas.

6 METODOLOGIA

Tendo como base notícias e reportagens do jornalismo local, foi escolhido um trecho da Avenida Teotônio Segurado em Palmas Tocantins, localizada na Quadra 602 Sul, entre as avenidas LO 13 e LO 15 para o desenvolvimento deste estudo.

Após a escolha do trecho, foram buscados junto à prefeitura: os projetos topográficos, dados hidrológicos e locação da quadra escolhida. Com isso, pôde-se definir os parâmetros necessários para a elaboração do projeto.

De posse dessas informações, através do método racional, estimou-se a vazão de escoamento superficial gerado por uma precipitação de intensidade semelhante à Chuva de Projeto.

Em um primeiro momento, avaliou-se a capacidade de escoamento da sarjeta, admitindo-se uma lâmina d'água que não supere a altura da mesma.

A capacidade de engolimento das BL foi estimada através de formulas de acordo com o Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT, e após esse cálculo pôde-se propor a quantidade e a disposição das BL e Poços de Visita (PV).

Na sequência, foi determinada a geometria e o dimensionamento das galerias, visando atender a demanda solicitada. Para o dimensionamento destas galerias foi utilizada a Fórmula de Manning, levando em consideração as recomendações do DNIT para vazões máximas e mínimas.

6.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

O local estudado fica localizado em Palmas -TO, em uma das principais avenidas da cidade, a Teotônio Segurado, mais especificamente no trecho entre as avenidas LO13 e LO15. Para a caracterização da localização desse trecho utilizou-se imagens feitas com o aplicativo Google Maps.



Fonte: Google Maps

Fonte: Google Maps

6.2 LEVANTAMENTO DE DOCUMENTOS

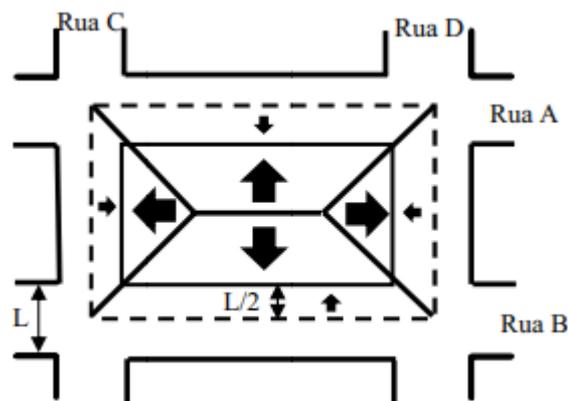
Entrando em contato com a Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Públicos de Palmas (SEISP), foi possível obter a planta topográfica e o projeto arquitetônico do local. A Chuva de Projeto e os dados Pluviométricos foram encontrados no Plano Municipal de Saneamento Básico da cidade.

6.3 VAZÃO DE ESCOAMENTO

Diante de bacias urbanas, é importante observar, que os divisores de águas geralmente são formados por elementos urbanísticos, como, por exemplo: as guias, o meio fio, entre outros. A água precipitada nestas pequenas bacias, escoam geralmente para as vias de circulação, onde geralmente são implantados os sistemas de drenagem.

Para estimar a vazão de escoamento, aplicou-se a equação do método racional. Primeiro delimitou-se a área de contribuição da micro bacia com ajuda do software AutoCAD. A quadra foi dividida na bissetriz dos ângulos formados por suas arestas, seguindo o exemplo da Figura 04, conforme (AISSE, 1997). Porém ao interceptar as faces dos lotes, decidiu-se projetar as linhas perpendicularmente às faces, incluindo assim a área inteira correspondente ao lote interceptado, com a justificativa de que toda a água precipitada dentro do lote será canalizada na mesma direção devido a existência de paredes.

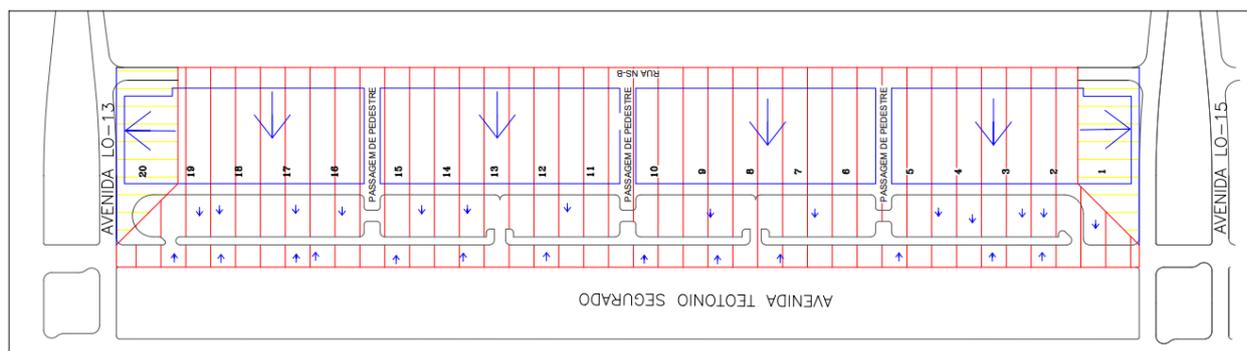
Figura 04 – Área contribuinte – divisão dos quarteirões



Fonte: Adaptado de Aisse (1997).

O projeto a seguir da quadra em questão, foi encontrado em dwg na plataforma GEOPalmas, disponível no site da prefeitura da cidade:

Figura 16 – Área de contribuição



Fonte: Autor, adaptado de GEOPalmas.

Com a área definida, foi utilizado o comando (Área) do software AutoCAD, selecionando os vértices do polígono que delimita a microbacia urbana. O mesmo apresentou um resultado de 69.022,75 m².

Após feita a delimitação da microbacia, o local foi classificado quanto à sua ocupação, supondo que toda área destinada a construção já esteja construída, evitando assim problemas, decorrentes da urbanização futura destas áreas. Essa classificação seguiu os critérios estabelecidos na (Tabela 01) e foram utilizados para determinar o coeficiente de deflúvio ou *run-off* da microbacia.

A imagem a seguir mostra os diferentes tipos de superfícies encontradas na bacia:

Figura 17 – Área tipos de superfícies



Fonte: Autor, adaptado de GEOPalmas.

Divididas as áreas da bacia de acordo com o tipo de superfície, obtivemos o seguinte resultado:

- Lotes 35.703,59 m² - c=0,83;
- Sistema Viário 24.247,70 m² - c=0,81;
- Calçadas 12.719,73 m² - c=0,83;
- Paisagismo 3.259,09 m² - c= 0,37.

O coeficiente de deflúvio equivalente foi calculado através de uma média ponderada, levando em consideração o coeficiente de deflúvio de cada superfície e sua respectiva área.

Tabela 03- Coeficiente de deflúvio.

Coeficiente de Deflúvio			
Superfície	Coef.	Área(m ²)	C * A
Lotes	0,85	35.703,59	30.348,05
Paisagismo	0,35	3.259,09	1.140,68
Sistema viário	0,8	24.247,70	19.398,16
Calçada	0,8	12.719,73	10.175,78
Total		75.930,11	61.062,68
		Coef. Resul.	0,80

Fonte: Autor (2020).

A próxima etapa foi calcular o tempo de concentração, através da Eq 03 encontramos o seguinte:

$$tc = 0,08280,64^{0,24} * 0,0004312^{-0,16} * 0,8^{-0,26} * 60 = 30,90 \text{ min}$$

Por fim calculou-se a intensidade da chuva através do IDF, com os dados obtidos no Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Palmas -TO, admitindo o Tempo de recorrência (Tr) como sendo de 10 anos e o Tempo de duração da chuva (t) igual a 30,9 minutos.

$$I = \frac{749,97 * 10^{0,104}}{(30,9 + 9)^{0,702}} = 70,78 \text{ mm/h}$$

Cálculo da vazão estimada para a chuva encontrada com os parâmetros do PMSB aplicando a equação do método racional:

$$C = 0,80$$

$$I = 147,97 \text{ mm/h}$$

$$\text{Área} = 0,069023 \text{ km}^2$$

$$Q = 0,278 * 0,80 * 70,78 * 0,069 = 1,36 \text{ m}^3/\text{s}$$

6.4 CAPACIDADE DE ESCOAMENTO DAS SARJETAS

As sarjetas foram verificadas através da Fórmula de Manning (Eq 04), admitindo-se uma lâmina de água de 12 cm e coeficiente de rugosidade ($n=0,016$) para concreto rustico, como recomenda Azevedo Neto 8º Edição.

$$Q = \frac{A}{n} \times Rh^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}}$$

A área molhada (A), foi calculada levando em consideração uma seção triangular, formada entre a altura do meio-fio e a inclinação transversal da plataforma de rolamento.

$$A = \frac{0,12 * (0,12 * 0,03)}{2} = 0,24 \text{ m}^2$$

O Raio Hidráulico (Rh), foi calculado em função do quociente entre seção molhada e o perímetro molhado. Onde, o perímetro molhado é a linha de contato da água com a plataforma de rolamento e a altura no meio-fio.

$$Rh = \frac{0,24}{0,12 + \sqrt{(0,12^2 + 4^2)}} = 0,06$$

A inclinação (I), foi obtida através da interpolação de curvas de nível do projeto topográfico do local.

A cota de inicio foi calculada pela interpolação das curvas de nível como demonstrado a seguir:

$$Cota \ i = 251 + \frac{252 - 251}{67,55} * 22,93 = 251,339$$

A cota de fim foi definida pela curva de nível que por coincidência passou sobre o ponto.

$$Cota \ f = 251,000$$

Por tanto a inclinação da plataforma de rolamento foi calculada da seguinte maneira:

$$I = \frac{251,339 - 251,000}{640} = 0,00053 \text{ m/m}$$

Com isso temos que: $Q = \frac{0,24}{0,016} * 0,06^{\frac{2}{3}} * (5,3 * 10^{-4})^{\frac{1}{2}} = 0,05 \text{ m}^3/\text{s}$

6.5 DIMENSIONAMENTO DAS BOCAS DE LOBO

O Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT, apresenta três tipos de bocas de lobo: Boca de Lobo Simples; Boca de Lobo com Grelha e; Boca de Lobo Combinada. Elas podem funcionar de duas maneiras, no regime afogado funcionam como orifícios e no regime não afogado funcionam como vertedouros.

6.5.1 BOCA DE LOBO SIMPLES

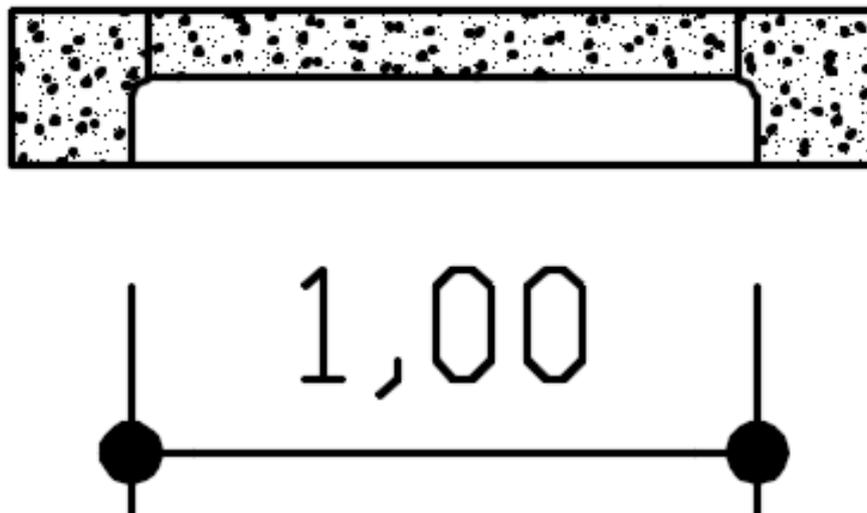
Para o dimensionamento das bocas de lobo simples, foi utilizada a fórmula de vazão para bocas de lobo com superfície livre (Eq 05), obtida através dos resultados dos estudos da Bureau of Public Roads, proposta pelo Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT.

$$\frac{Q}{L} = 1,703y^{2/3}$$

Para uma lâmina de água de 12cm, admitindo uma largura de 1 metro para a boca de lobo, temos sua capacidade de engolimento calculada da seguinte forma:

$$Q = 1 * 1,703 * 0,12^{\frac{2}{3}} = 0,41 \text{ m}^3/\text{s}$$

Figura 18- Boca de Lobo Simples.



Fonte: Autor, (2020).

6.5.2 BOCA DE LOBO COM GRELHA

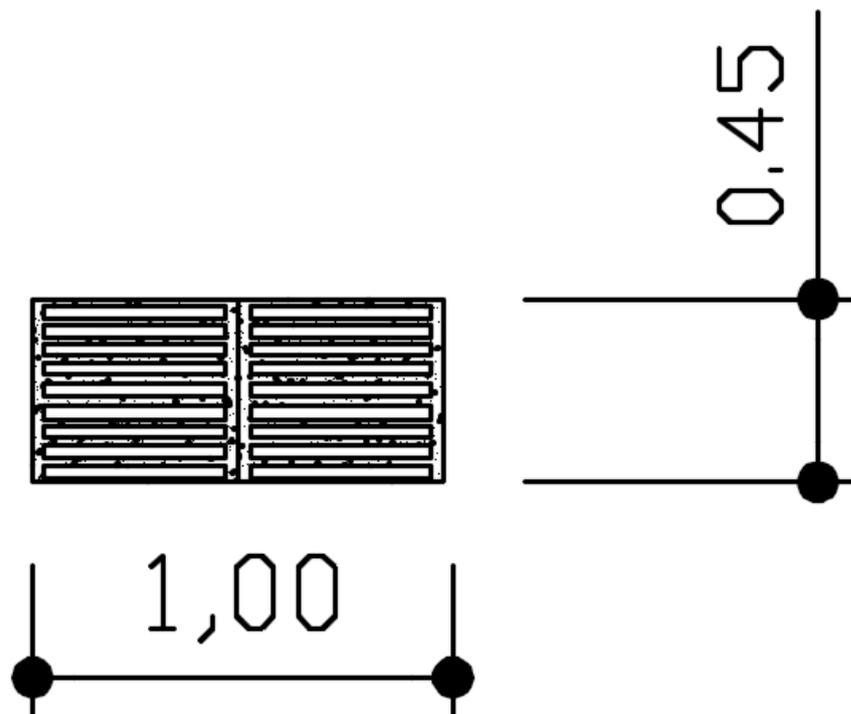
O dimensionamento da boca de lobo com grelha está relacionado com a área útil de das aberturas das grelhas. Para esse dimensionamento, será usada a fórmula de vazão para bocas de lobo com grelha (Eq 08), desenvolvida pelo *United States Corps of Engineers (Hydraulic Laboratory Report nº 54)*, proposta pelo Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT.

$$\frac{Q}{P} = 1,655 * y^{1,5}$$

Para uma lâmina de água de 12 cm, e desconsiderando uma das faces da grelha no somatório do perímetro temos que:

$$Q = 1,9 * 1,655 * 0,12^{\frac{3}{2}} = 0,13 \text{ m}^3/\text{s}$$

Figura 19- Boca de lobo com grelha.



Fonte: Autor, (2020).

Tabela 04- Contribuição das Bocas de Lobo.

BL	TIPO	DIMENÇÕES DA BL		DIMENÇÕES DA GRELHA		CAPACIDADE DE ESGOTAMENTO (L/s)	CONTRIBUIÇÃO (L/s)
		LARGURA (m)	ALTURA (m)	COMPRIMENTO (m)	LARGURA (m)		
A	SIMPLES	1	0,15	-	-	410	102,88
B	SIMPLES	1	0,15	-	-	410	102,88
C	COMBINADA	1	0,15	1	0,45	540	135,50
D	COMBINADA	1	0,15	1	0,45	540	135,50
E	COMBINADA	1	0,15	1	0,45	540	135,50
F	COMBINADA	1	0,15	1	0,45	540	135,50
G	COMBINADA	1	0,15	1	0,45	540	135,50
H	COMBINADA	1	0,15	1	0,45	540	135,50
I	COMBINADA	1	0,15	1	0,45	540	135,50
J	SIMPLES	1	0,15	-	-	410	102,88
K	SIMPLES	1	0,15	-	-	410	102,88

Fonte: Autor, (2020).

6.6 LOCAÇÃO DAS BOCAS DE LOBO E DOS POÇOS DE VISITA

As Bocas de Lobo foram dispostas em todo o comprimento do trecho, respeitando a distância máxima correspondente à distância crítica como recomenda o DNIT.

Os poços de visita ficaram locados sob as bocas de lobo, confluência de galerias, e numa distância máxima de 100 metros, conforme recomenda o manual de drenagem de São Paulo volume 3, para facilitar a manutenção e limpeza das galerias.

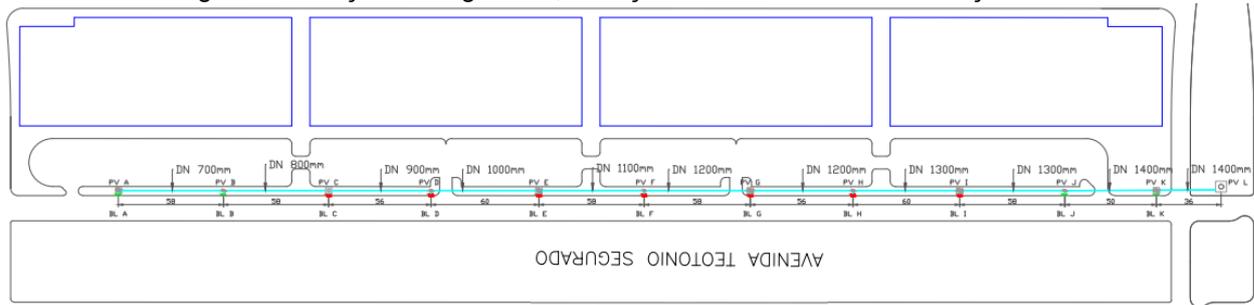
Ainda segundo o Manual de drenagem de São Paulo, o espaçamento entre as bocas de lobo não deve ser maior que 60m.

Para encontrar a quantidade das bocas de lobo, foi observado que o espaçamento máximo entre as galerias deve ser de 60m, e que o comprimento do trecho é de 640 m, desconsiderando os primeiros 60 metros, encontramos a quantidade de BL's através do seguinte cálculo:

$$nBL = \frac{(640 - 60)}{60} + 1 = 10,67$$

Nesse caso adotou-se um total de 11 BL's.

Figura 20- Traçado das galerias, Localização das Bocas de Lobo e Poços de Visita.



Fonte: Autor (2020), adaptado de SEISP.

6.7 GALERIAS

O traçado das galerias foi feito a partir do projeto topográfico da avenida. Visando uma economia de implantação, o traçado deverá acompanhar a inclinação natural do terreno, assim o volume de escavação será reduzido e o escoamento irá ocorrer naturalmente, sem haver necessidade de bombeamento.

6.7.1 DIMENSIONAMENTO DAS GALERIAS

As galerias foram consideradas com seção circular e dimensionadas através da manipulação da Fórmula de Manning (Eq 04), adotando todas as seções circulares, com um método de tentativa e erro.

$$Q = \frac{A}{n} \times Rh^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}}$$

Então a equação fica da seguinte maneira:

$$\frac{Q * n}{\frac{1}{I^{\frac{1}{2}}}} = Rh^{\frac{2}{3}} * A$$

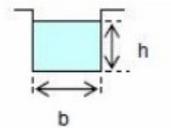
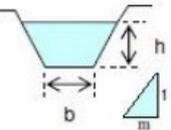
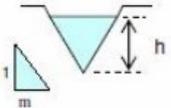
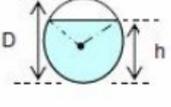
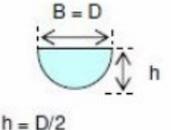
Que iremos chamar de K1 e K2 de forma que K1 tem que ser igual a K2. Sendo assim, podemos dizer que:

$$K1 = K2$$

Tal que:

$$K1 = \frac{Q*n}{\frac{1}{I^{\frac{1}{2}}}} \text{ e } K2 = Rh^{\frac{2}{3}} * A.$$

Figura 12- Elementos Geométricos da Seção molhada

Forma da seção	Área (A) (m ²)	Perímetro molhado (P) (m)	Raio hidráulico (R) (m)	Largura do Topo (B) (m)
	bh	$b + 2h$	$\left(\frac{A}{P}\right) = \frac{b \cdot h}{b + 2h}$	b
	$(b + mh)h$	$b + 2h \cdot \sqrt{1 + m^2}$	$\frac{A}{P}$	$b + 2mh$
	$m \cdot h^2$	$2h \cdot \sqrt{1 + m^2}$	$\frac{A}{P}$	$2mh$
	$\frac{1}{8} \cdot (\theta - \text{sen } \theta) \cdot D^2$ $\theta = \text{RAD}$	$\frac{\theta \cdot D}{2}$	$\frac{1}{4} \left(1 - \frac{\text{sen } \theta}{\theta}\right) \cdot D$	$\left(\text{sen } \frac{\theta}{2}\right) \cdot D$
	$\frac{\pi \cdot D^2}{8}$	$\frac{\pi \cdot D}{2}$	$\frac{D}{4} = \frac{h}{2}$	$D = 2h$

Fonte: UFG, Adão Evangelista, Condutos Livres.

Os trechos das galerias ficaram definidos nos intervalos entre os PV's que foram nomeados de A a L, sendo que o "L" é um PV já existente na avenida onde será descarregada a vazão da bacia.

Tabela 05- Dimensionamento das Galerias

TRECHO	L (m)	Q (m ³ /s)	y/D	y	DN (m)	K2	K1	Inclinação (m/m)	COTA DO GREID (m)	
									Mont.	Jus.
A-B	58	0,10	0,470	0,329	0,7	0,071	0,071	0,00053	249,639	249,608
B-C	58	0,21	0,615	0,492	0,8	0,143	0,143	0,00053	249,508	249,478
C-D	56	0,34	0,720	0,648	0,9	0,237	0,237	0,00053	249,378	249,348
D-E	60	0,48	0,700	0,700	1	0,331	0,331	0,00053	249,248	249,216
E-F	58	0,61	0,638	0,702	1,1	0,426	0,426	0,00053	249,116	249,085
F-G	58	0,75	0,575	0,690	1,2	0,520	0,520	0,00053	248,985	248,955
G-H	56	0,88	0,712	0,854	1,2	0,614	0,614	0,00053	248,955	248,925
H-I	60	1,02	0,602	0,783	1,3	0,708	0,708	0,00053	248,825	248,793
I-J	58	1,15	0,712	0,926	1,3	0,802	0,802	0,00053	248,793	248,762
J-K	50	1,26	0,578	0,809	1,4	0,874	0,874	0,00053	248,662	248,636
K-L	36	1,36	0,633	0,886	1,4	0,945	0,945	0,00053	248,636	248,617

Fonte: Autor (2020).

7 CRONOGRAMA

Tabela 06 – Cronograma do estudo.

ETAPAS	2020											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Escolha do tema	X											
Levantamento bibliográfico para construção do Projeto	X	X	X	X	X							
Elaboração do Projeto			X	X	X							
Apresentação do Projeto					X							
Coleta de Dados						X	X	X	X	X		
Análise dos Dados								X	X	X		
Redação do trabalho							X	X	X	X		
Revisão e redação final										X		
Entrega do TCC para Banca										X		
Defesa do TCC em Banca											X	
Correções e adequações sugeridas pela Banca											X	X
Entrega do trabalho final												X

Fonte: Autor (2020).

8 ORÇAMENTO

Na Tabela 07 está definido o orçamento do estudo.

Tabela 07 – Orçamento do estudo.

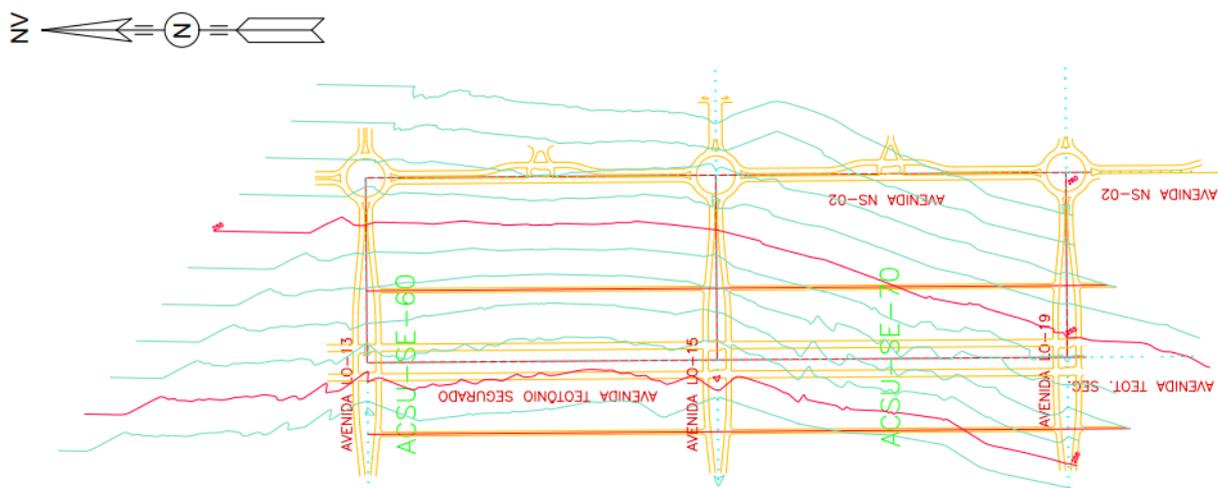
Identificação dos itens do orçamento	Quantidade	Valor total (R\$)
Folha de Papel A4	01 resma	27,00
Canetas esferográficas	04 unidades	8,00
Computador	01 unidade	2.500,00
Impressões	03 unidades	80,00

Fonte: Autor (2020).

9 RESULTADOS E DISCURSÕES

A área de estudo onde se encontra a microbacia, apresentou uma particularidade topográfica que não ocorre nas demais em seu entorno. Com a análise das curvas de nível da região, nota-se que a declividade da quadra 602 Sul, projeta-se perpendicularmente à Avenida Teotônio Segurado e, devido aos elementos urbanísticos, acaba represando a água.

Figura 21 – Curvas de Nível.



Fonte: Adaptado de SEISP.

Durante o cálculo da precipitação foi constatado que utilizar o tempo de concentração de 5 a 10 minutos como recomenda o DNIT, geraria uma intensidade de chuva de 119,19 mm/h, superior ao valor máximo acumulado de 111,36 mm em 1 dia para o Tempo de Retorno de 10 anos conforme apresentado pelo PMSB da cidade, portanto escolheu-se por calcular o tempo de concentração da microbacia.

Dentre os diversos métodos de cálculo para o tempo de concentração, o que apresenta maior eficiência para o tipo de bacia objeto desse estudo, foi o de Schaake (1997) segundo SILVEIRA (2005), que nos deu uma chuva de intensidade 70,78 mm/h.

Tabela 08 – Precipitações máximas para o tempo de retorno escolhido.

TR	f (P>Po)	Y	P _{máx,1 dia} (mm)
2	50%	0,37	90,12
5	20%	1,50	102,90
10	10%	2,25	111,36
20	5%	2,97	119,47
25	4%	3,20	122,05
50	2%	3,90	129,98
100	1%	4,60	137,85

Fonte: PMSB (2014).

Tabela 09 – IDF e vazão para tempo de concentração (10) e (30,9) minutos

IDF		IDF	
Parâmetros		Parâmetros	
K	749,97	K	749
a	0,102	a	0,102
b	9	b	9
c	0,704	c	0,704
Tr	10	Tr	10
tc	30,90	tc	10,00
IDF=	70,78	IDF=	119,19

Fonte: Autor, (2020).

Utilizando a intensidade de 70,78mm/h para a chuva de projeto, foi encontrado uma vazão de 1,36m³/s para a área de contribuição da bacia estudada. Com isso percebeu-se que 4 Bocas de Lobo eram suficientes para esgotar essa vazão, porém essa quantidade de Bocas de Lobo não atenderia ao critério de espaçamento máximo de 60m. Portanto foi adotada uma quantidade de 11 Bocas de Lobo.

As bocas de lobo foram dispostas na margem leste da via, com espaçamentos variados, a fim de tentar evitar que a locação das BL's ficasse entre as aberturas dos bolsões de estacionamento. Adotou-se Bocas de Lobo Simples apenas nas duas primeiras de cada uma das extremidades as demais foram adotadas como bocas de lobo combinadas.

As contribuições das bocas de lobo foram calculadas por uma proporção entre a sua capacidade de engolimento e a capacidade do conjunto.

10 CONCLUSÃO

Com esse estudo foi possível perceber que as características topográficas e a inclinação da pista de rolamento contribuem para que a Avenida Teotônio Segurado fique alagada no Trecho da quadra 602 Sul entre as avenidas LO13 e LO15, uma vez que a inclinação transversal da via está no sentido contrário á inclinação do terreno natural e praticamente não há inclinação longitudinal.

A demanda das chuvas da região, geram uma vazão considerável e, sem modificar as condições atuais da via, se faz necessário o uso de dispositivos de drenagem com dimensões relativamente grandes, se comparados com a dimensão mínima de 0,4 metros recomendada pelo DNIT, já que foram calculadas galerias de quase 1,5 metros de diâmetro.

A quantidade de bocas de lobo calculada, embora tenham uma capacidade de esgotamento muito superior à vazão estimada, são necessárias para atenderem o critério de espaçamento entre elas e contribuïrem na redução da lâmina d'água que escoo pela via, evitando que ocorram alagamentos e cause mais transtornos à população.

11 BILIOGRAFIA

AZEVEDO NETTO, J. M., et alli. - "Manual de Hidráulica", Ed. Edgard Blucher Ltda, 8ª Edição, São Paulo, 1998

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT (2006). Manual de Drenagem de Rodovias –2ª edição. Rio de Janeiro, IPR publ. 724.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT (2006). Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem. Publicação IPR – 725.

CARLOS E. M, TUCCI, Revista Brasileira De Recursos Hídricos- Volume 2 (1997).

UFMT- Hidrologia e Recursos Hídricos – Revisão.02 (2013)

ADÃO W. P. EVANGELISTA, "Apostila de Conduitos livres" – UFG (2011)

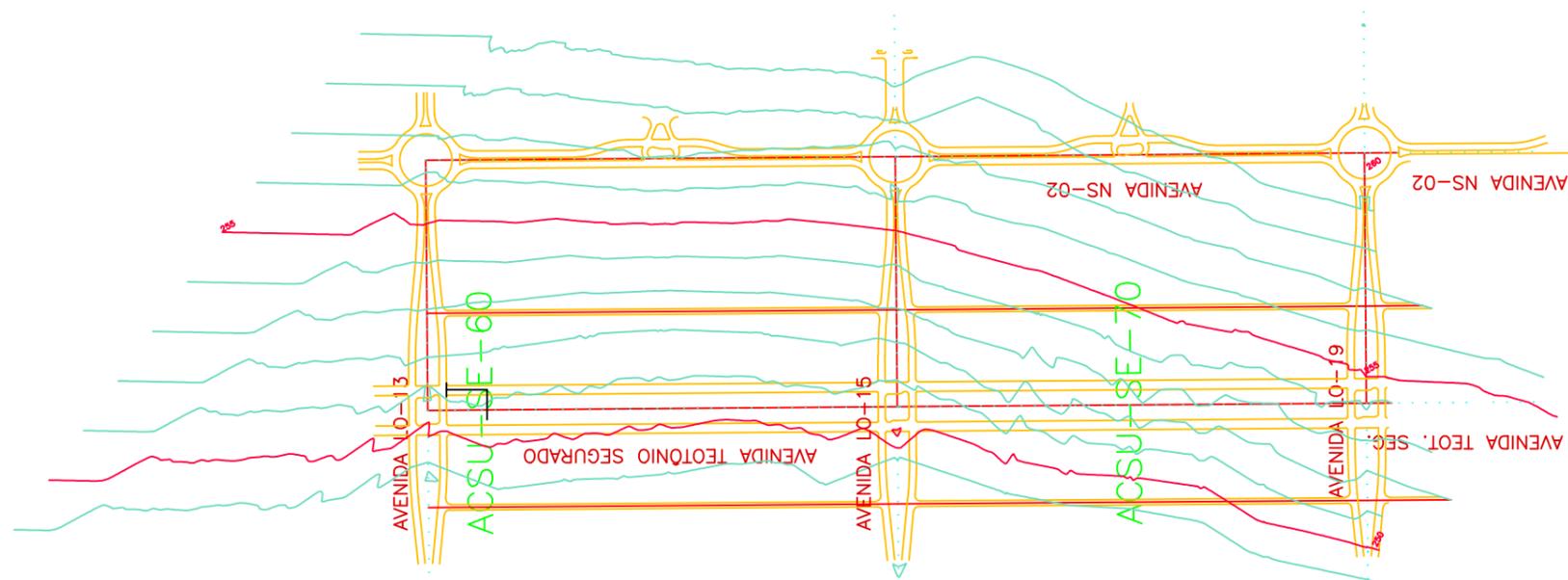
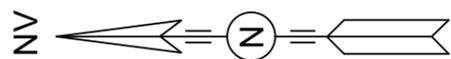
DELGADO N. C. F. Hidrologia na drenagem das rodovias. 2008. p. 20-21. Programa de Pós-Graduação Lato Senso, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

KURODA, C.Y. Análise do sistema de drenagem urbana da região do Parque de Exposições Francisco Feio Ribeiro, Maringá – PR. 2016. 50 p. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Urbana) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2016.

SECRETARIA MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO URBANO. Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais de São Paulo, volume III.

ANDRÉ L. L. SILVEIRA, Revista Brasileira De Recursos Hídricos- Volume 10 (2005).

ANEXO I



OBSERVAÇÕES:

LEGENDAS

REVISÕES E ATUALIZAÇÕES

REV.	DESCRIÇÃO	DATA	RESPONSÁVEL TÉCNICO

ARQUITETURA

CURVAS DE NÍVEL QD 602

UNIVERSIDADE: CEULP/ULBRA

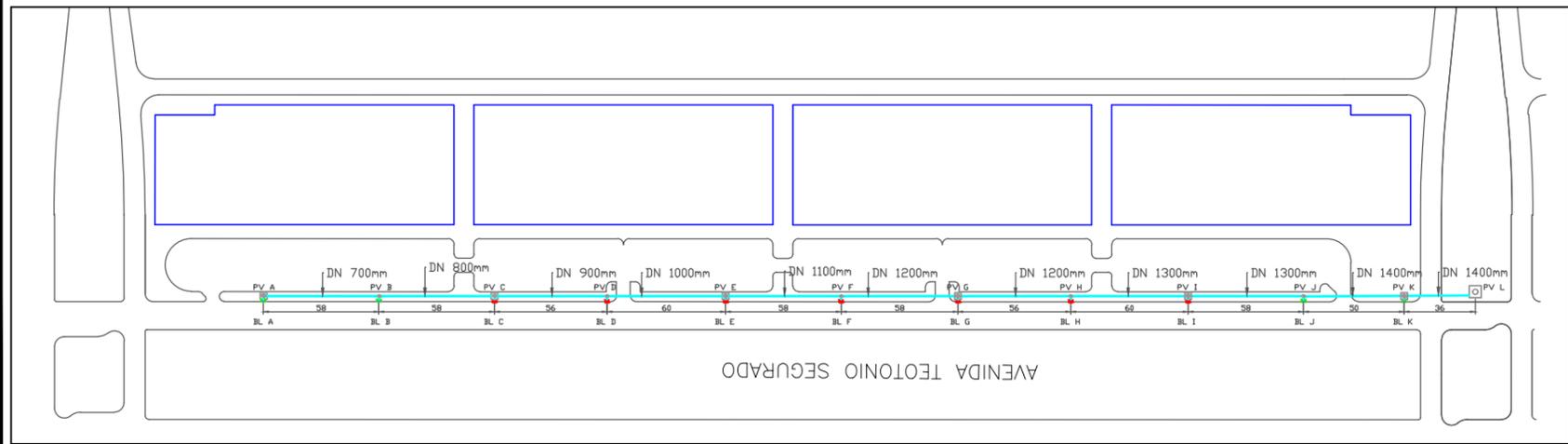
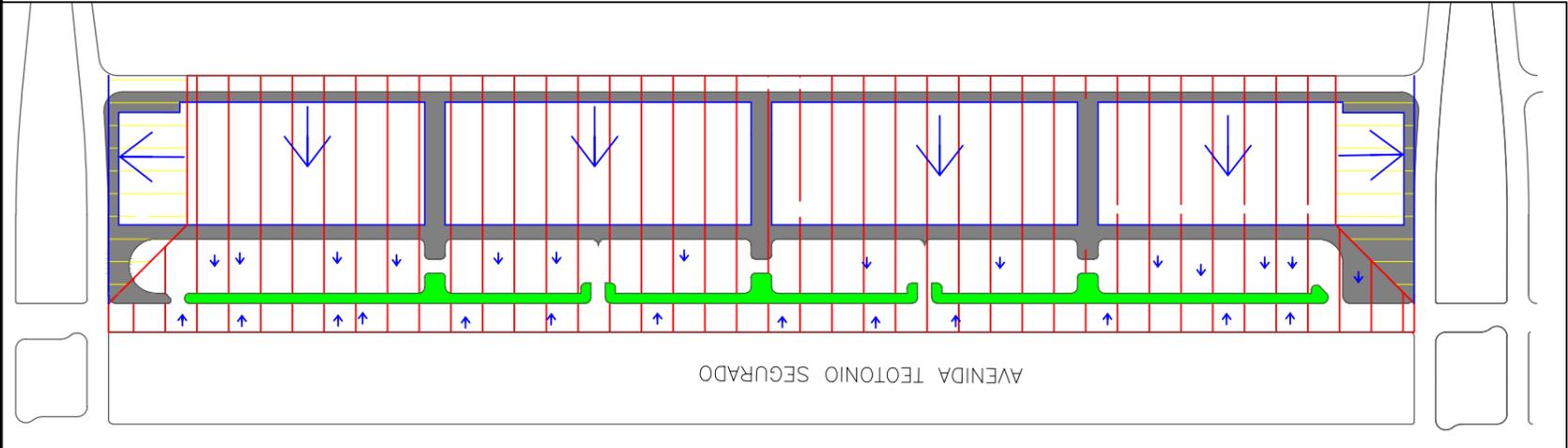
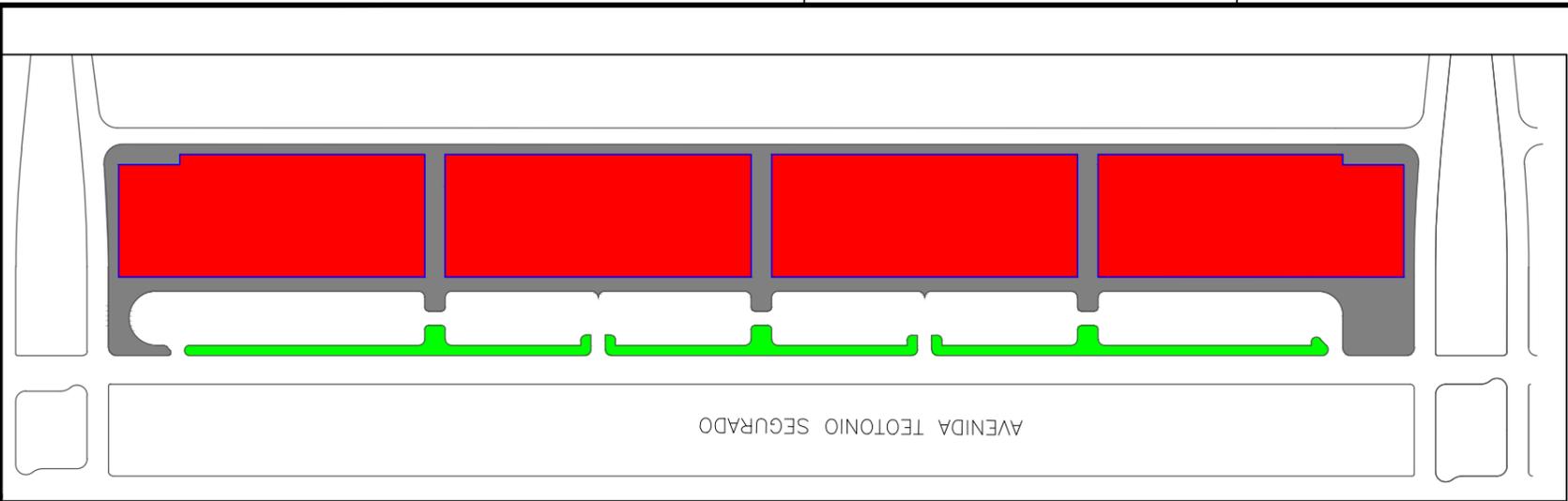
END. PALMAS-TO, QUADRA 1501 SUL, AVENIDA TEOTÔNIO SEGURADO.

SUBTÍTULO TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL.

CONTEÚDO		01	PRANCHA
AUTOR: CARLOS EDUARDO DE SOUZA FREITAS			
ESCALA	DATA: 03/11/2020	A	02
PROG. CAD 2016	DES. ÁREA CONST. m²		

DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS. PROIBIDA A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTA OBRA SEM AUTORIZAÇÃO DOS AUTORES. (LEI 5988 DE 1973)

ANEXO II



OBSERVAÇÕES:

LEGENDAS

REVISÕES E ATUALIZAÇÕES

REV.	DESCRIÇÃO	DATA	RESPONSÁVEL TÉCNICO

ARQUITETURA

PROJETO DE DRENAGEM QD 602

UNIVERSIDADE: CEULP/ULBRA

END. PALMAS-TO, QUADRA 1501 SUL, AVENIDA TEOTÔNIO SEGURADO.

SUBTÍTULO TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL.

CONTEÚDO		02	PRANCHA
AUTOR: CARLOS EDUARDO DE SOUZA FREITAS			
ESCALA	DATA: 03/11/2020	ÁREA CONST. m ²	A 02
PROG. CAD 2016	DES.:		