

## **PROJETO E ORÇAMENTO DE SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL NA AVENIDA ALAMEDA BARRINHA, LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE RIO VERDE/GO**

Larissa Miranda Krüger<sup>1</sup>, Danilo Guimarães Almeida<sup>2</sup>

### **Resumo**

A impermeabilização do solo, devido ao crescimento dos centros urbanos, reduz o volume de infiltração de água pluvial. Como consequência, ocorre sobrecarga no sistema de escoamento pluvial. Com isso, pode-se destacar como principais impactos a transferência do volume de água excedente para rios e córregos, o que contribuiu para aumento na sua taxa de assoreamento. Além disso, se verifica também a ocorrência de inundações nas regiões com cotas topográficas mais baixas nos centros urbanos, o que contribui para a proliferação de animais transmissores de doenças, além de trazer impactos negativos para o trânsito de veículos, comércios localizados nessa área também têm suas atividades prejudicadas, além do transtorno para os moradores desta região. Esses problemas, ocorrem constantemente em alguns municípios brasileiros, onde não há controle adequado do crescimento urbano e os sistemas de drenagem pluvial não atendem às normas vigentes. Diante dos problemas gerados pela ineficiência do sistema de drenagem, este artigo se propõe a dimensionar um sistema adequado de drenagem pluvial para o bairro Vila Baylão, localizado na cidade de Rio Verde. Analisando os impactos e transtornos vivenciados, é de suma importância investigar os principais fatores que desencadeiam esses problemas e elaborar propostas para solucioná-los. O estudo de caso aqui apresentado, propõe, de maneira simples e tradicional, mostrar a solução mais indicada para a minimização do transbordamento do córrego, alagamento das ruas da região e das inundações nas áreas comerciais e residenciais. Após o dimensionamento, o trabalho ainda realiza um orçamento para identificar qual o custo de implementação do sistema projetado.

**Palavras-chave:** Escoamento Superficial. Microdrenagem. Ações estruturais. Dimensionamento.

### **Abstract**

The waterproofing of the soil, due to the growth of urban centers, reduces the volume of rainwater infiltration. As a consequence, overflow occurs in the rainwater drainage system. Thus, the main impacts of the transfer of surplus water to rivers and streams can be highlighted, which contributed to an increase in the sedimentation rate. In addition, there is also flooding in regions with lower topographic quotas in urban centers, which contributes to the proliferation of disease-transmitting animals, in addition to having negative impacts on vehicle traffic, trades located in this area also have their activities impaired, as well as the inconvenience to the residents of this region. These problems occur constantly in some Brazilian municipalities, where urban growth is not adequately controlled, and storm drainage systems do not meet current standards. In view of the problems generated by the inefficiency of the drainage system, this article proposes to design an adequate rainwater drainage system for the Vila Baylão neighborhood, located in the city of Rio Verde. Analyzing the impacts and disorders experienced, it is extremely important to investigate the main factors that trigger these problems and to elaborate proposals to solve them. The case study presented here proposes, in a simple and traditional way, to show the best solution for

---

<sup>1</sup> [larissa-kruger@hotmail.com](mailto:larissa-kruger@hotmail.com), Universidade de Rio Verde, Faculdade de Engenharia Civil.

<sup>2</sup> [dalmeida@unirv.edu.br](mailto:dalmeida@unirv.edu.br), Universidade de Rio Verde, Faculdade de Engenharia Civil.

minimizing streamflow, flooding of the streets of the region and flooding in commercial and residential areas. After scaling, the work still carries out a budget to identify the cost of implementing the designed system.

**Key words:** Surface runoff. Microdrainage. Structural actions. Sizing.

## **Introdução**

Segundo Tucci (2003), a urbanização ocasiona grande impermeabilização do solo, amplificando a vazão decorrente de águas pluviais, pois reduz a evapotranspiração, escoamento subterrâneo e tempo de concentração da bacia. Conseqüentemente, de acordo com Fernandes (2005), o excesso de impermeabilização interrompe parte do ciclo natural das águas das chuvas, sobrecarregando os sistemas de escoamento pluvial. Os impactos observados podem ser: a redução de infiltração da água da chuva no solo; acúmulo de lixo em encostas; transferência do volume de água excedente não infiltrada no solo para rios e córregos; interrupção do ciclo de evaporação natural; grandes áreas de alagamentos instantâneos; inundações de edificações comerciais e residenciais.

A região do bairro Vila Baylão que abrange um trecho da Avenida Alameda Barrinha, no município de Rio Verde, Goiás, apresenta sérios problemas de drenagem pluvial, pois em diversos pontos ocorrem constantes alagamentos de águas provenientes de chuvas. Uma provável causa para este problema é a ocupação irregular do solo e o elevado crescimento populacional que foi cerca de 16,87% entre o período de 2010 a 2016, de acordo com estimativa do IBGE (2016). No local existem poucos bueiros e geralmente estão obstruídos por dejetos.

O rápido crescimento populacional na cidade de Rio Verde, e o não cumprimento das exigências do plano diretor, relacionado ao uso e ocupação do solo, que admite ocupação máxima de 70 %, para todos os terrenos da malha urbana, respeitando os recuos definidos, ocasionaram a diminuição da impermeabilização no solo e, conseqüentemente, um aumento na vazão no escoamento de águas pluviais. Durante o período de maior índice pluviométrico na região, que se dá entre os meses de dezembro e março, ocorrem inundações em vários pontos da cidade.

O sistema de drenagem pluvial implantado é ineficiente, causando os seguintes problemas: transbordamento do córrego; alagamento de avenidas e ruas da região, que interdita o trânsito e inundam comércios e residências; erosões na encosta do córrego que deixam a área vulnerável a deslizamentos do solo (talude do córrego).

Com o intuito de solucionar os problemas mencionados, este trabalho propõe a implantação de soluções de drenagem de águas pluviais no trecho em destaque no município de Rio Verde. Deseja-se criar um projeto de drenagem que atenda aos padrões

técnicos de execução e operação do trecho delimitado de 0,12 km<sup>2</sup> no bairro Vila Baylão, assim como, desenvolver um orçamento, levantando os custos para implementação de tal sistema.

## Material e métodos

O sistema de drenagem existente hoje, na Vila Baylão não atende com eficácia à grande intensidade pluviométrica da região, visto que ocorrem alagamentos constantes. Diante dos inúmeros transbordamentos ocorridos no córrego Barrinha e alagamentos de ruas, surgiu a necessidade de dimensionar um sistema de drenagem pluvial para a área em estudo seguindo as normas e exigências técnicas pertinentes à drenagem pluvial no país.

Inicialmente, através do *software AutoCAD*, foram delimitadas as áreas de contribuição do bairro em estudo que afluem para os pontos com poços de visita na Rua 26, como mostra a Figura 1, sendo alimentados pelas bocas de lobo localizadas nos cruzamentos entre as vias principais. Como justificado anteriormente, o local necessita de um sistema de drenagem pluvial capaz de escoar as precipitações sem gerar transtornos na região. Tal sistema deve contar com a instalação de bocas de lobo, tubulações para escoar a água proveniente das chuvas, e poços de visita que sigam os parâmetros especificados pelas normas técnicas e recomendações encontradas na literatura.



Figura 1 - Rua 26 – Bairro Vila Baylão.  
Fonte: Google Maps (2017).

Segundo Silveira (2002), as bocas de lobo devem ser locadas a uma distância máxima de 60 metros lineares entre si, e os poços de visita de 120 a 180 metros lineares. Para organizar o dimensionamento, o sistema foi dividido em trechos, que são as interligações entre os poços de visita. Os poços de visita serão detalhados de acordo com a cota do terreno em que estão locados.

Ao se trabalhar o mapeamento do município de Rio Verde no *software AutoCAD*, foi possível esboçar os limites do canal principal que sai da direção sudeste até noroeste, já recebendo as contribuições da bacia nordeste e delimitar as áreas de contribuição do bairro em estudo. Seguindo os procedimentos da literatura, foi adotada uma distância média de 50

metros lineares para as bocas de lobo, e os poços de visita foram locados evitando mais de quatro ligações de bocas de lobo no mesmo dispositivo.

De acordo com Botelho (2011), a capacidade de escoamento das ruas é determinada através da largura da rua e sua respectiva declividade longitudinal, dados estes, utilizados na análise da tabela de capacidade de escoamento das ruas.

Segundo Carvalho e Silva (2006), das fases básicas do ciclo hidrológico, a consideração mais importante para o engenheiro é o escoamento superficial, que é a fase que retrata a ocorrência e transporte da água na superfície terrestre, pois a maioria dos estudos hidrológicos está ligada ao aproveitamento da água superficial e à proteção contra os fenômenos provocados pelo seu deslocamento. Deste modo, é importante determinar os parâmetros hidrológicos através do método racional, onde se encontra a vazão máxima de escoamento da região em estudo, coeficiente de escoamento superficial, intensidade média máxima de precipitação e área de contribuição da bacia.

A área em estudo equivale a 12 hectares, sabe-se que, a estimativa da vazão do escoamento produzido pelas chuvas em determinada área pode se chegar a até 50 ha, sendo a mesma expressa pela equação racional, a qual é assim representada pela Equação 1:

$$Q = C \times I \times A \quad (1)$$

Onde:

Q = vazão máxima de escoamento ( $l/s$ );

C = coeficiente de Runoff;

I = intensidade média máxima de precipitação ( $l/s$  ha);

A = área de contribuição da bacia, em ha.

O coeficiente de escoamento superficial (C), ou coeficiente Runoff é definido com razão entre o volume de água escoado superficialmente e o volume precipitado, sendo representado pela Equação 2:

$$C = \frac{\text{Volume total escoado}}{\text{Volume total precipitado}} \quad (2)$$

De acordo com Wanielista (1997), citada por Tomaz (2013), é possível determinar o coeficiente de Runoff para áreas residenciais através da Tabela 1, respectivamente, quando o TR é  $\leq 10$  anos. Analisando a descrição da área, serão adotadas habitações multi-familiares isoladas com coeficiente de Runoff/ Escoamento (C) de 0,40 a 0,60, neste caso adota-se 0,60, levando em consideração a situação mais crítica.

Tabela 1 - Coeficiente de Runoff / escoamento (C) com período de retorno  $\leq 10$  anos

Descrição da área residencial	Coeficiente de escoamento C
Habitações unifamiliares	0,30 a 0,50
Habitações multi-familiares isoladas	0,40 a 0,60
Habitações multi-familiares geminadas	0,60 a 0,75
Residencial suburbana	0,25 a 0,70
Apartamentos	0,50 a 0,70

Fonte: ASCE<sup>3</sup> apud Tomaz et al. (2012).

Segundo Costa e Brito (1999), para a utilização prática e adequada dos dados de chuva, na elaboração de projetos de drenagem, barragens e obras de proteção contra cheias e erosão hídrica, faz-se necessário conhecer a relação intensidade-duração-frequência das chuvas intensas. Vários modelos matemáticos foram propostos para expressar essa relação, com parâmetros ajustados pelo método dos mínimos quadrados a partir de informações extraídas de pluviogramas, dentre os quais estão o de Bell (1969). A intensidade de uma chuva, associada à sua duração e frequência de ocorrência, pode ser expressa através da Equação 3:

$$I = \frac{KTR^a}{(t+b)^c} \quad (3)$$

Onde:

I = intensidade média máxima,  $mm \cdot min^{-1}$ ;

TR = período de retorno, anos;

t = tempo de duração da chuva, minutos, e

k, a, b e c = parâmetros de ajuste obtidos pelo método dos mínimos quadrados.

Para encontrar o valor de I, foram utilizados os dados fornecidos por Botelho (2011) em “Tabela de precipitação”. Um exemplo prático seria adotar uma região de alta pluviosidade, com condição crítica e levar em consideração como fator de segurança um período de retorno de 10 anos e duração de 15 minutos, obtém-se uma altura total de chuva de 41 mm.

Segue abaixo conversão da altura pluviométrica:

$$1 \text{ mm} \rightarrow 1 \text{ l/m}^2$$

$$41 \text{ mm} \rightarrow 41 \text{ l/m}^2$$

<sup>3</sup> Manual of Practice, Design and Construction of Sanitary and Storm Sewers, 1970 da ASCE in Wanielista, 1997 p. 206.

$$41 \frac{mm}{h} \rightarrow 455,56 \frac{l}{s}$$

A próxima etapa do dimensionamento consistiu em definir e calcular a área de contribuição para cada trecho especificado, considerando o despejo de água pluvial dos lotes, residências e ruas que alimentam as bocas de lobo que, por sua vez, são ligadas aos poços de visita, dispositivos estes, que permitem alterar o diâmetro da tubulação, declividade, mudança de sentido de escoamento, e até mesmo alinhamento das tubulações. Os poços de visita foram nomeados, adotando a direção de montante para jusante, ou seja, do terreno com maior elevação para o terreno de menor elevação.

Para encontrar o diâmetro da tubulação que atenda a vazão mínima solicitada, foi necessário determinar a vazão acumulada em cada ponto, ou seja, somam-se as vazões a montante daquele determinado poço de visita.

A canalização principal é calculada a partir das leis da “Mãe Hidráulica”. Os critérios de dimensionamento são:

1. Para seções circulares, admite-se que eles possam trabalhar até a seção plena.
2. O diâmetro mínimo da canalização principal será de 400 mm (algumas prefeituras preferem 600 mm), e até o máximo de 1.500 mm.
3. Os recobrimentos mínimos serão considerados 0,6 m para tubos de concreto simples (Ø 400, 500 e 600 mm).
4. Os tubos de diâmetro superiores a 600 mm serão de concreto armado. De acordo com Norma ABNT NBR 8890/2008 (BOTELHO, 2011, p. 76 e 77).

Para começar o cálculo hidráulico da galeria, foi necessário observar como critério a declividade do terreno (trecho) e, conseqüentemente, a declividade da rede, sendo utilizado o *software Google Earth* para o levantamento das cotas do terreno. É importante ressaltar que só é possível obter medidas das cotas em metros sem nenhuma casa decimal, logo um levantamento topográfico em loco forneceria um maior grau de precisão para esses valores. Alguns trechos apresentaram uma declividade no terreno igual a 0 metros, neste caso, foi necessário adotar uma declividade mínima para cada diâmetro da tubulação utilizado, que leva em consideração as velocidades nas canalizações mínima de 0,7 m/s e máxima de 5 m/s, como mostra a Tabela 2:

Tabela 2 - Declividade das tubulações

Ø (mm)	Declividade mínima (m/m)
400	0,001
500	0,014
600	0,011

Fonte: Botelho, citado por Neto et al (2011).

Visando a alta produtividade e baixo custo na execução da rede pluvial, adotou-se a declividade mais baixa admissível para rede. Para isto, a vazão acumulada deve ser analisada em conjunto com as declividades do terreno e rede para garantir que a tubulação selecionada realmente atenderá e comportará a demanda solicitada de água que escoar pelo sistema pluvial. O cobrimento utilizado é de 0,6 metros seguindo especificações da norma ABNT NBR 8890/2008. Conhecidos os valores das cotas montantes do terreno, torna-se possível o cálculo das cotas mínimas admissíveis para a rede montante e jusante, conforme Equação 4, exemplo para um trecho qualquer da rede:

$$C_{\text{mont.rede}} = C_{\text{mont.terreno}} - 0,6 \quad (4)$$

A cota jusante da rede será obtida através da  $C_{\text{mont.rede}}$  subtraída do desnível da rede. Então, faz-se necessário calcular o desnível através da multiplicação da extensão do terreno e declividade da rede, através da Equação 5:

$$D_{\text{rede}} = \text{Extensão terreno} - \text{declividade rede} \quad (5)$$

$$C_{\text{jus.rede}} = C_{\text{mont.rede}} - \text{desnível}$$

Foi utilizado o *software AutoCAD*, para desenvolvimento do projeto e elaboração do orçamento, assim como, para levantamento dos quantitativos de insumos necessários para execução da rede de drenagem pluvial, utilizando as funções de medidas de área e distância disponíveis no *software*.

## Resultados e discussão

Para encontrar as vazões de chegada no canal principal de macrodrenagem - Córrego Barrinha, foi encontrada a vazão máxima de escoamento da área total delimitada, através da Equação 1 expressa anteriormente:

$$Q = C \times I \times A$$

$$Q = 0,6 \times 455,56 \times 12$$

$$Q = 3280,032 \left( \frac{l}{s} \right)$$

A área contribuinte de toda a região delimitada está apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 - Cálculo de intensidade

Tempo de concentração (min)	Coefficiente de escoamento (C)	Itens (l/s)	Área contribuinte (ha)	Vazão (l/s)
15	0,6	455,56	12	3280,03

Fonte: Próprio autor (2017).

Nos trechos, 1, 2, 3, 7, 10 e 11, onde a declividade encontrada foi de 0 m, foi adotada, neste caso, uma declividade mínima de 0,001 m como indica a literatura, para que se pudesse encontrar a capacidade de escoamento da rua em l/s. A capacidade de escoamento das ruas foi determinada através da Tabela 4, respectivamente, é importante ressaltar que a declividade adotada e capacidade da rua são valores tabelados, retiradas do livro (BOTELHO, 2011).

Tabela 4 - Capacidade de escoamento das ruas em estudo

Declividade longitudinal (%)	Declividade tabelada adotada (%)	Capacidade da rua (l/s)	Identificação das ruas
1,77	2	342	Tercio Campos Leão
16,113	12	1139	Honorina Campos Leão
2,45	3	657	Rua 27
4,87	5	1124	Joaquim Custodio Araujo
2,87	3	720	Rua 26
4,95	5	929	NS° Aparecida
4,42	5	1066	Ernesto Tito
5,55	6	975	Joaquim Mota
3	3	870	Rua 25

Fonte: Próprio autor (2017).

Para calcular a contribuição da área delimitada, foi necessário dividi-la em quarenta e três trechos, verificando a extensão dos trechos, cotas do terreno, declividade do trecho, largura das ruas, e suas capacidades de vazão através do *software Google Earth*. Os poços de visita também foram identificados através de um número, seguindo uma sequência de um a quarenta e oito.

Fez-se o uso das Tabelas 5 e 6 para o dimensionamento dos trechos.

Tabela 5 – Cálculo de contribuição II

Poço de Visita	Área de Contribuição PV (m <sup>2</sup> )	Área de Contribuição PV (ha)	Vazão do PV (l/s)	Vazão Acumulada PV (l/s)
1	766,890	0,077	20,962	20,962
2	1011,150	0,101	27,638	27,638
3	845,600	0,085	23,113	23,113
4	923,370	0,092	25,239	73,840
5	983,400	0,098	26,880	49,993



Poço de Visita	Área de Contribuição PV (m²)	Área de Contribuição PV (ha)	Vazão do PV (l/s)	Vazão Acumulada PV (l/s)
6	756,830	0,076	20,687	20,687
7	4071,150	0,407	111,279	185,118
8	1151,940	0,115	31,487	81,480
9	1294,670	0,129	35,388	56,075
10	1000,450	0,100	27,346	27,346
11	719,110	0,072	19,656	204,774
12	1043,250	0,104	28,516	109,995
13	1226,290	0,123	33,519	89,594
14	1586,740	0,159	43,371	43,371
15	1786,090	0,179	48,820	76,167
16	3593,400	0,359	98,221	302,995
17	2717,030	0,272	74,266	117,638
18	2567,310	0,257	70,174	146,340
19	4152,470	0,415	113,502	416,497
20	5064,930	0,506	138,443	248,438
21	2313,640	0,231	63,240	152,834
22	2890,710	0,289	79,014	225,354
23	3440,240	0,344	94,034	510,531
24	2344,650	0,234	64,088	312,526
25	2596,150	0,260	70,962	223,796
26	4283,340	0,428	117,079	234,717
27	2537,130	0,254	69,349	294,702
28	4182,780	0,418	114,330	624,861
29	3958,940	0,396	108,212	420,738
30	2164,190	0,216	59,155	282,951
31	3389,850	0,339	92,657	327,373
32	4390,790	0,439	120,016	414,718
33	3911,220	0,391	106,908	731,769
34	3192,110	0,319	87,252	507,990
35	3954,990	0,395	108,104	391,055
36	2735,220	0,274	74,763	402,137
37	1174,360	0,117	32,099	544,592
38	3577,070	0,358	97,774	512,493
39	2533,560	0,253	69,251	801,020
40	2314,940	0,231	63,276	864,296
41	2031,870	0,203	55,538	563,528
42	2578,990	0,258	70,493	461,548
43	1290,100	0,129	35,263	437,310
44	1009,870	0,101	27,603	540,096
45	939,760	0,094	25,687	889,983
46	1039,660	0,104	28,418	591,946
47	1032,630	0,103	28,225	419,281

Poço de Visita	Área de Contribuição PV (m <sup>2</sup> )	Área de Contribuição PV (ha)	Vazão do PV (l/s)	Vazão Acumulada PV (l/s)
48	2531,870	0,253	69,205	460,260

Fonte: Próprio autor (2017).

Tabela 6 – Dimensionamento da área delimitada

Trecho	Extensão do Trecho (m)	Declividade Trecho (m)	Declividade da Rede (m/m)	Vazão Acumulada (l/s)	Seção da Galeria (mm)	Cota do terreno (m)		Velocidade (m <sup>3</sup> /s)
						Montante	Jusante	
1	29,080	0,000	0,001	20,962	400	726	726	0,537
2	29,460	0,000	0,001	27,638	400	726	726	0,709
3	24,000	0,000	0,001	23,113	400	726	726	0,593
4	38,800	0,025	0,030	73,840	400	726	725	1,893
5	44,700	0,022	0,023	49,993	400	726	725	1,282
6	44,930	0,022	0,023	20,687	400	726	725	0,530
7	45,300	0,000	0,001	185,118	400	725	725	4,747
8	44,500	0,022	0,023	81,480	400	725	724	2,089
9	35,560	0,028	0,030	56,075	400	725	724	1,438
10	30,780	0,000	0,001	27,346	400	727	727	0,701
11	29,980	0,033	0,011	204,774	400	725	724	5,251
12	74,640	0,053	0,045	109,995	400	724	720	2,820
13	71,600	0,055	0,045	89,594	400	724	720	2,297
14	60,370	0,116	0,070	43,371	400	728	721	1,112
15	67,440	0,074	0,045	76,167	400	727	722	1,953
16	54,000	0,055	0,040	302,995	400	724	721	7,769
17	46,130	0,043	0,022	117,638	400	722	720	3,016
18	31,450	0,031	0,070	146,340	400	722	721	3,752
19	30,280	0,033	0,045	416,497	400	721	720	10,679
20	42,000	0,023	0,023	248,438	400	720	719	6,370
21	40,970	0,024	0,024	152,834	400	720	719	3,919
22	61,670	0,064	0,050	225,354	400	721	717	5,778
23	61,930	0,048	0,070	510,531	400	720	717	13,091
24	56,130	0,035	0,035	312,526	400	719	717	8,013
25	42,490	0,023	0,023	223,796	400	719	718	5,738
26	88,000	0,079	0,060	234,717	400	720	713	6,018
27	48,000	0,104	0,070	294,702	400	717	712	7,556
28	66,560	0,045	0,050	624,861	500	717	714	16,022
29	50,470	0,059	0,060	420,738	400	717	714	10,788
30	78,320	0,051	0,020	282,951	400	716	712	7,255
31	63,000	0,079	0,030	327,373	400	713	708	8,394
32	50,000	0,040	0,045	414,718	400	712	710	10,634
33	27,530	0,109	0,050	731,769	500	712	709	18,763
34	37,420	0,133	0,070	507,990	400	714	709	13,025
35	43,570	0,068	0,069	391,055	400	712	709	10,027
36	38,670	0,025	0,060	402,137	400	711	710	10,311

Trecho	Extensão do Trecho (m)	Declividade Trecho (m)	Declividade da Rede (m/m)	Vazão Acumulada (l/s)	Seção da Galeria (mm)	Cota do terreno (m)		Velocidade (m³/s)
						Montante	Jusante	
37	16,800	0,059	0,050	544,592	500	709	708	13,964
38	16,740	0,059	0,070	512,493	400	709	708	13,141
39	27,430	0,036	0,050	801,020	500	708	707	20,539
40	46,300	0,086	0,020	864,296	600	710	706	22,161
41	42,830	0,046	0,050	563,528	500	708	706	14,449
42	54,000	0,037	0,060	461,548	400	708	706	11,835
43	47,190	0,106	0,050	437,310	400	709	704	11,213

Fonte: Próprio autor (2017).

A capacidade de escoamento das ruas é compatível com a vazão de águas de chuva escoadas na área delimitada, porém as ruas possuem declividades acentuadas o que gera altas velocidades. Segundo Tomaz (2013), a velocidade mínima permitida para tubos de concreto, sendo eles condutos livres com funcionamento em seção plena é de 0,65 m/s e a máxima de 5,0 m/s. A maioria dos trechos apresentam velocidades superiores ao recomendado, por isso foi necessário acrescentar poços de visita e bocas de lobo no sistema de drenagem, visto que, os dispositivos funcionarão com quebra, diminuindo essa velocidade. Com auxílio da Tabela 6 chegou-se ao projeto de rede de drenagem pluvial conforme representado na Figura 2.

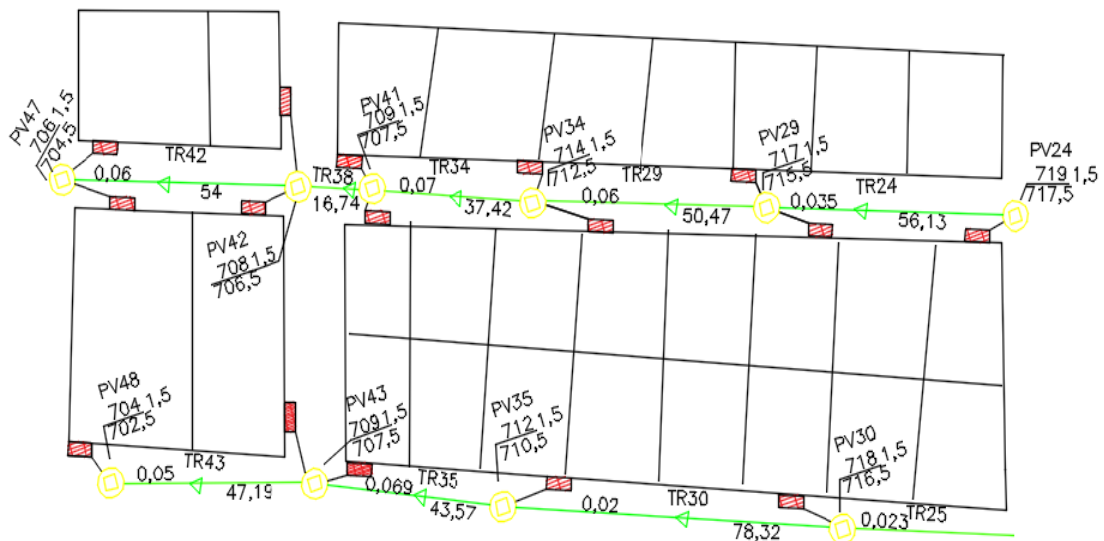


Figura 2 – Projeto de implantação da rede de drenagem pluvial, conforme dimensionamento  
Fonte: Próprio autor (2017).

Verificando a necessidade de implantação do projeto na área delimitada, surgiu a necessidade de levantar o quantitativo de insumos, mão de obra, gastos e tempo para execução do mesmo.

Segundo Tomaz (2013), para facilitar manutenção e verificação dos poços de visita, os mesmos são executados em alvenaria de bloco cerâmico ou estrutural, possuindo uma seção quadrada de 1,5 m x 1,5 m. Para padronizar e facilitar a execução os tubos de ligação entre as bocas de lobo e poços de visita, foi adotada tubulação de concreto para redes coletoras de águas pluviais com diâmetro de 400 mm e nos trechos devido à vazão de água escoada os diâmetros variaram de 400 a 600 mm. As bocas de lobo adotadas foram do tipo simples e as sarjetas possuem localização intermediária e funcionamento livre.

Os dados utilizados para elaboração do orçamento foram:

- Obra: Implantação sistema de drenagem pluvial na Avenida Alameda Barrinha e Vila Baylão;
- Localização: Rio Verde/Goiás;
- Área: 120000 m<sup>2</sup>;
- Prazo estimado: 4 meses;
- Data estimada para início: imediato.

A Tabela 7 apresenta a planilha orçamentária detalhada, onde os preços unitários de cada serviço foram retirados da Sinape (2017), que abrange todo território brasileiro e da Agetop (2017), responsável por obras e transportes do estado de Goiás, ambas possuem detalhamento das composições o que facilita a elaboração do orçamento, além de serem fontes confiáveis. Foram realizadas cotações de alguns serviços considerados necessários, onde o preço unitário se baseia no mercado do município de Rio Verde/Goiás.

Tabela 7 – Orçamento sintetizado

<b>Código</b>	<b>Fonte</b>	<b>Descrição de serviço</b>	<b>Quant.</b>	<b>Un.</b>	<b>Pr. Unit.</b>	<b>Valor total</b>
<b>Serviços preliminares e adm</b>						<b>R\$1.317.600,56</b>
	Cotação	Administração da obra (engenheiro civil)	4	Mês	R\$ 7.168,05	R\$28.672,20
	Cotação	Manutenção e locação de equipamentos	4	Mês	R\$ 300,00	R\$1.200,00
	Cotação	Epi, PCMAT, PCMSO	120000	M <sup>2</sup>	R\$ 10,48	R\$1.257.600,00
	Cotação	Mestre de obras	4	Mês	R\$ 5.000,00	R\$20.000,00
	Cotação	Técnico de segurança	4	Mês	R\$ 1.627,50	R\$6.510,00
74209/1	SINAPI	Placa de obra em chapa de aço galvanizado	12	M <sup>2</sup>	R\$ 301,53	R\$3.618,36
<b>Locação da obra</b>						<b>R\$3.372,71</b>
73610	SINAPI	Locação de redes de água ou de esgoto	3876,68	M	R\$ 0,87	R\$3.372,71
<b>Demolições/ retiradas e recomposições</b>						<b>R\$ 67.020,35</b>

<b>Código</b>	<b>Fonte</b>	<b>Descrição de serviço</b>	<b>Quant.</b>	<b>Un.</b>	<b>Pr. Unit.</b>	<b>Valor total</b>
92970	SINAPI	Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	5287,02	M <sup>2</sup>	R\$ 12,55	R\$66.352,10
20143	AGETOP	Demolição de meio fio sem reaproveitamento	165	M	R\$ 4,05	R\$668,25
<b>Movimentação de terra</b>						<b>R\$821.484,50</b>
90084	SINAPI	Escavação mecanizada de vala com prof. Maior que 1,5 m até 3,0 m (média entre montante e jusante/uma composição por trecho), com escavadeira hidráulica (0,8 m <sup>3</sup> /111 HP), largura até 1,5 m, em solo de 1ª categoria, locais com alto nível de interferência	10574,04	M <sup>3</sup>	R\$ 22,67	R\$239.713,49
72897	SINAPI	Carga manual de entulho em caminhão basculante 6 m <sup>3</sup>	5179,280	M <sup>3</sup>	R\$ 42,75	R\$221.414,22
95302	SINAPI	Transporte com caminhão basculante 6 m <sup>3</sup> em rodovia pavimentada ( para distâncias superiores a 4 km)	5179,280	M <sup>3</sup>	R\$ 1,29	R\$6.681,27
93382	SINAPI	Reaterro manual de valas com compactação mecanizada. Af_04/2016	6589,980	M <sup>3</sup>	R\$ 26,31	R\$173.382,37
41002	AGETOP	Apiloamento	5287,020	M <sup>2</sup>	R\$ 4,05	R\$21.412,43
94058	SINAPI	Escoramento de vala, tipo descontínuo, com profundidade de 1,5 a 3,0 m, largura maior ou igual a 1,5 m e menor que 2,5 m, em local com nível baixo de interferência. Af_06/2016	5815,020	M <sup>2</sup>	R\$ 25,04	R\$145.608,10
060470/24 97	AGETOP	Lastro de brita nº e = 10 cm para fundo de vala	284,820	M <sup>3</sup>	R\$ 46,60	R\$13.272,61
<b>Tubulação de concreto</b>						<b>R\$313.827,74</b>
92210	SINAPI	Tubo de concreto para redes coletoras de águas pluviais, diâmetro de 400 mm, junta rígida, instalado em local com baixo nível de interferências - fornecimento e assentamento. Af_12/2015	2934,57	M	R\$ 95,36	R\$279.840,60
92211	SINAPI	Tubo de concreto para redes coletoras de águas pluviais, diâmetro de 500 mm, junta rígida, instalado em local com baixo nível de interferências - fornecimento e assentamento. Af_12/2015	211,15	M	R\$ 121,95	R\$25.749,74

Código	Fonte	Descrição de serviço	Quant.	Un.	Pr. Unit.	Valor total
92212	SINAPI	Tubo de concreto para redes coletoras de águas pluviais, diâmetro de 600 mm, junta rígida, instalado em local com baixo nível de interferências - fornecimento e assentamento. Af_12/2015	53,1	M	R\$ 155,13	R\$8.237,40
<b>Boca de lobo</b>						<b>R\$46.815,75</b>
83659	SINAPI	Boca de lobo em alvenaria tijolo maciço, revestida c/ argamassa de cimento e areia 1:3, sobre lastro de concreto 10 cm e tampa de concreto armado	75	Un	R\$ 624,21	R\$46.815,75
<b>Poço de visita</b>						<b>R\$99.181,64</b>
74124/1	SINAPI	Poço visita ag pluv:conc arm 1x1x1,40 m coletor d = 40 a 50 cm parede e = 20 cm base conc fck = 10 MPa incluindo fornecimento todos materiais	46	Un	R\$ 2.054,19	R\$94.492,74
74124/2	SINAPI	Poço visita ag pluv:conc arm 1,10x1,10x1,40 m coletor d = 60 cm parede e = 20 cm base conc fck = 10 MPa incluindo fornecimento todos materiais	2	Un	R\$ 2.344,45	R\$4.688,90
<b>Chaminé</b>						<b>R\$24.997,92</b>
	Cotação	Chaminé de poço de visita, em alvenaria de tijolo maciço e = 20 cm revestida	48	Un	R\$ 520,79	R\$24.997,92
<b>Tampa de ferro fundido</b>						<b>R\$16.901,76</b>
73607	SINAPI	Assentamento de tampão de ferro fundido 400 a 600 mm	48	Un	R\$ 67,06	R\$3.218,88
81841	AGETOP	Tampão de ferro fundido t-60 simples para trafego leve	48	Un	R\$ 285,06	R\$13.682,88
<b>Pavimentação</b>						<b>R\$270.057,20</b>
94285	SINAPI	Execução de sarjeta de concreto usinado, moldada in loco em trecho reto, 60 cm base x 15 cm altura. Af_06/2016	3957,52	M	R\$ 45,66	R\$180.700,36
271715	AGETOP	Meio fio pd. Agetop em conc. Pré mold. Reto/curvo (9v 12x30x100 cm), fc28 = 20 MPa com argam (1ci:3armlc) incluso escavação/ apiloamento/reaterro e concreto.fc28 = 10 MPa p/ assentamento e chumbamento	165	M	R\$ 24,06	R\$3.969,90

<b>Código</b>	<b>Fonte</b>	<b>Descrição de serviço</b>	<b>Quant.</b>	<b>Un.</b>	<b>Pr. Unit.</b>	<b>Valor total</b>
	Cotação	Pavimentação asfáltica	3271,53	M <sup>2</sup>	R\$ 26,1	R\$85.386,93
					CUSTO DIRETO	R\$2.981.260,13
					BDI (20%)	R\$596.252,03
					IMPOSTOS - 11,15%	R\$398.892,60
					<b>VALOR TOTAL</b>	<b>R\$3.976.404,75</b>

Fonte: Próprio autor (2017).

Segundo Canholi (2014), o levantamento de custos para implantação de um sistema de drenagem pluvial compreende basicamente em custos de operação e manutenção que incluem as despesas de mão de obra, equipamentos, deslocamento de colaboradores, entre outras, pertinentes à execução de reparos, limpeza e vistorias.

O valor para execução do projeto é de R\$ 3.976.404,75 (três milhões, novecentos e setenta e seis mil, quatrocentos e quatro reais e setenta e cinco centavos), visto que a implantação do sistema de drenagem trará impactos positivos para a área delimitada, evitando alagamentos na área delimitada que interdita o trânsito e inunda os comércios e residências próximos a região.

De acordo com Canholi (2014), a eliminação das inundações, após a implantação do sistema de drenagem pluvial, torna-se justificativa para os investimentos de execução na obra, pois exerce diretamente melhorias na qualidade de vida e no bem-estar da população.

### **Conclusões**

A partir das análises e levantamentos apresentados, foi possível traçar conclusões acerca do sistema de drenagem em questão. Recomenda-se planos de ações estruturais, que resultam na implantação do sistema de drenagem pluvial devidamente projetado ao longo deste trabalho. Esse sistema de drenagem proporcionará uma série de benefícios, sendo eles escoamento mais rápido das águas superficiais, facilitando o trânsito de veículos e pessoas em épocas de chuva na cidade, além de reduzir o volume de águas paradas.

O investimento necessário na implementação da obra é de R\$ 3.976.404,75 (três milhões novecentos e setenta e seis mil quatrocentos e quatro reais e setenta e cinco centavos). Avaliando os aspectos técnicos e econômicos, caso seja implantado o sistema de drenagem pluvial, este contribuirá muito para o bairro Vila Baylão, além de possuir execução prática em curto prazo.

### **Referências**

AGETOP. Relatório de composição do serviço. 1 ed. Goiânia, 2017. 2031p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8890: Tubo de Concreto Armado de Seção Circular para Esgoto Sanitário. Rio de Janeiro, 2007.

BELL, F. G. Generalized rainfall-duration- frequency relationships. Journal of the Hydraulics, 1969.

BOTELHO, M. H. C. Águas de chuva, engenharia das águas pluviais nas cidades. 3 ed. Blücher Ltda., 2011. 344 p.

CANHOLI, A. P. Drenagem urbana, e controle de enchentes. Editora Oficina dos textos, 2º ed. 2014. 304 p.

CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B. Hidrologia, Capítulo 7 - escoamento Superficial (2006). Apostila UFRRJ. Disponível em:  
<<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap7-ES.pdf>  
Agosto/2006>. Acesso em: 08 de setembro de 2016.

COSTA, A. R.; BRITO, V. F. Equações de chuva intensa para Goiás e sul de Tocantins. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 13, 1999. Belo Horizonte. Anais... Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1999. 1 CD-ROM.

FERNANDES, M. L. F. Impermeabilização excessiva do solo: Impactos ambientais negativos. Educação Ambiental em ação, Porto Alegre, v. 1, n. 49, p. 12, set./nov. 2005.

IBGE. Geografia urbana, Áreas Urbanizadas. Disponível em:  
[http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/geografia\\_urbana/areas\\_urbanizadas/default.shtm?c=8](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/geografia_urbana/areas_urbanizadas/default.shtm?c=8). Acesso em: 25 de agosto de 2016.

SILVEIRA, A. L. L. Drenagem urbana, diferença entre microdrenagem e macrodrenagem (2002). Instituto de Pesquisas Hidráulicas Universidade Federal do Rio Grande do Sul Fundo Setorial de Recursos Hídricos (CNPQ).

SINAPE. Custos de composição. 1. ed. Brasília, 2017. 535p.

TOMAZ, P. Manejo de águas pluviais, microdrenagem. São Paulo, set. 2013. Disponível em:  
<[http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livro\\_calculos/capitulo05.pdf](http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livro_calculos/capitulo05.pdf)>. Acesso 18 de outubro de 2017.

TUCCI, C. E. M. Coeficiente de escoamento e vazão máxima das bacias urbanas. Porto Alegre: Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.5, n.1, p.61-68, jan/mar, 2003.

WANIELISTA, M. P., KERSTEN, R.; EAGLIN, R. Hydrology: Water Quality and Quality Control. 2a. ed. New York: John Wiley & Sons, 1997, 567 p., ISBN 0-471-07259-1.