MEMORIAL DESCRITIVO DE PROJETO DE REDE DE DRENAGEM URBANA

Microbacia 02 e Microbacia 03, Vespasiano Corrêa/RS

Vespasiano Corrêa/RS

Novembro de 2025

Informações Prévias

Requerente

Cliente:	**Município de Vespasiano Corrêa**
Telefone:	(51)37558079
Endereço:	Av. Professor Sérgio Beninho Gheno, 1046
CEP:	95972-000
Município/UF:	Vespasiano Corrêa/RS

Responsável Técnico

Nome:	**Leonardo Fachinetto**
Formação Profissional:	Engenharia Civil
Registro no CREA:	RS219780
Telefone:	(51) 992091009
E-mail:	engcivilleofachi@gmail.com

Dados do Projeto

Extenção:	Drenagem da Microbacia 02: 347,00m Drenagem da Microbacia 03: 530,00m **Total:877,00m**
Área do Projeto:	Microbacia 02: 136.900,00m² Microbacia 03: 151.800,00m² **Total: 288.700,00m²**

1. Justificativa

1.1. Microbacia 02

No período de **27 de abril a 12 de maio de 2024**, o município de Vespasiano Corrêa foi duramente atingido por um evento climático extremo, com **1.111 mm de precipitação acumulada em apenas 16 dias.** O volume excepcional de chuvas causou alagamentos severos e danos estruturais significativos, revelando de forma incontestável a insuficiência do atual sistema de drenagem pluvial — especialmente na região da **Microbacia 02**, na Rua Uruguaiana, uma das áreas mais afetadas.

Trata-se de um problema **crônico**, que se arrasta há pelo menos **20 anos**, com alagamentos recorrentes e significativos. A rede de drenagem da Microbacia 02 é composta por **tubulação de concreto com 100 cm de diâmetro e 430 metros de extensão,** porém apresenta **subdimensionamento e redução de seção ao longo do trecho**, o que compromete gravemente sua eficiência. Estudos técnicos apontam para **vazões de pico de até 6,985 m³/s**, que excedem a capacidade da rede atual.

A consequência direta dessa limitação estrutural é o alagamento de diversos pontos críticos, com destaque para **infraestruturas públicas essenciais**:

- **Centro de Referência da Assistência Social (CRAS)**, que sofreu danos irreversíveis e não pode mais funcionar em seu local original;
- **Escola de Educação Básica Esperança**, afetada com alagamento de salas e áreas comuns, comprometendo o funcionamento das aulas;
- **Ginásio Municipal de Esportes**, frequentemente tomado pelas águas em eventos de chuva, tendo danificado todo seu piso;
- **Rua Uruguaiana**, obstruída em diversos momentos, dificultando o deslocamento da população e o acesso aos serviços públicos;
- **Residências e salas comerciais**, algumas com histórico repetido de alagamentos.

Além das estruturas públicas, a região abriga **uma família que realiza o plantio de hortaliças** em seu terreno, atividade que complementa sua renda e abastece

alguns **pontos comerciais locais**. Durante o evento extremo de abril e maio de 2024, essa família perdeu **toda a produção**, que foi destruída pelo alagamento decorrente da sobrecarga da microbacia. Embora não seja sua única fonte de renda, a perda representa um **prejuízo importante** e evidencia a vulnerabilidade da área em períodos de chuvas intensas.

O sistema de drenagem atual foi concebido em uma época em que o município era bem menor e a infraestrutura urbana mais simples. Hoje, com o crescimento populacional e urbano, aliado à intensificação de eventos climáticos extremos, é evidente que **o modelo existente não atende mais à realidade atual**. A situação exige uma resposta técnica proporcional à gravidade do problema.

Dessa forma, o Município de Vespasiano Corrêa solicita a destinação de recursos para a **requalificação completa da drenagem da Microbacia 02**, com a ampliação da rede, eliminação de gargalos e modernização do sistema, a fim de evitar prejuízos recorrentes à população e preservar os serviços públicos essenciais ao bem-estar da comunidade.



Figura 1. Alagamento junto as instalações do CRAS.

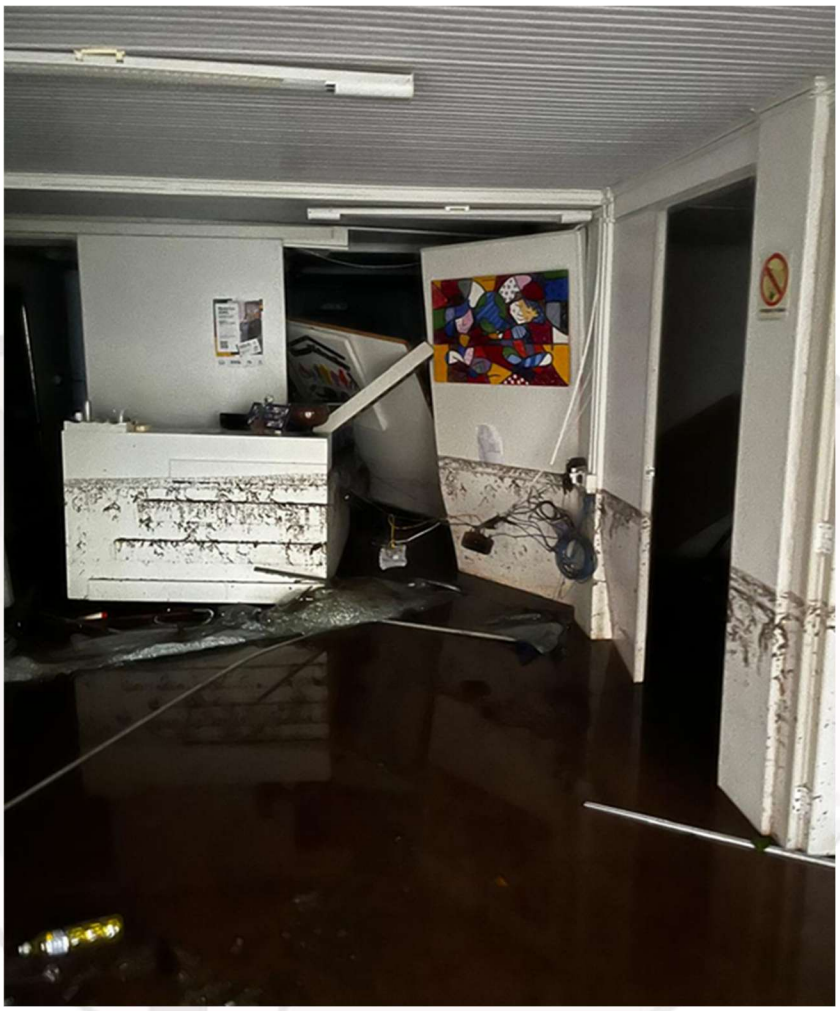


Figura 2. Marcas do nível da água junto as instalações do CRAS.



Figura 3. Alagamento junto a Escola Municipal de Educação Básica Esperança



Figura 4. Alagamento junto a Rua Uruguaiana, em frente a Escola Municipal de Educação Básica Esperança.



Figura 5. Alagamento junto ao Ginásio de Esportes da Escola Municipal de Educação Básica Esperança.

1.2. Microbacia 03

Entre os dias 27 de abril e 12 de maio de 2024, o município de Vespasiano Corrêa enfrentou um dos episódios de maior volume pluviométrico de sua história, com 1.111 mm de precipitação acumulada em apenas 16 dias. As chuvas intensas causaram alagamentos generalizados e diversos danos estruturais em diferentes áreas da cidade, evidenciando as limitações do atual sistema de drenagem pluvial. Uma das regiões mais impactadas foi a da Microbacia 03, que influencia diretamente a Avenida Principal e áreas adjacentes.

Um dos pontos mais críticos se encontra na Avenida Professor Sérgio Beninho Gheno, onde há comprometimento severo de taludes, representando risco direto à segurança de aproximadamente 10% da população municipal. A drenagem ineficiente na região contribui significativamente para o agravamento desse problema, já que o acúmulo e o escoamento inadequado de água aumentam a instabilidade dos terrenos. O Município já encaminhou solicitação de recursos para a obra de reestruturação de talude, mas a execução da nova drenagem pluvial é imprescindível para reduzir a pressão hídrica e garantir a eficácia da intervenção nos taludes.

Outro ponto crítico refere-se à casa mortuária, localizada na mesma avenida, que vem apresentando afundamento estrutural progressivo. O problema é causado tanto pelo escoamento inadequado das águas pluviais na região, quanto pelo fato de que a rede pluvial passa diretamente sob a edificação. A atual tubulação, além de insuficiente para a vazão necessária, compromete a estabilidade do solo e da construção, colocando em risco um espaço público de importância simbólica e social para a comunidade.

A Avenida Principal como um todo apresenta sinais de esgotamento da capacidade de drenagem, resultado da sobrecarga imposta pela Bacia do Campo Municipal, da qual a Microbacia 03 faz parte. O sistema atual, projetado para uma realidade urbana muito mais limitada, já não atende ao crescimento da cidade nem à frequência de eventos extremos, que vêm se tornando mais comuns.

Portanto, a execução de uma nova obra de drenagem pluvial nesta microbacia é fundamental. O projeto deve incluir a ampliação da rede existente, bem como o desvio da tubulação que atualmente passa sob a casa mortuária, protegendo essa edificação e evitando danos estruturais adicionais. A ação, integrada à obra de reestruturação de talude, permitirá não apenas a mitigação de riscos imediatos, mas também maior segurança urbana e qualidade de vida para a população da região.



Figura 6. Sobrecarga da rede de drenagem junto a Igreja Matriz.



Figura 7. Comprometeimento de etrutura de residência junto a AV. Prof. Sergio B. Gheno ocasionada por deslocamento de talude.

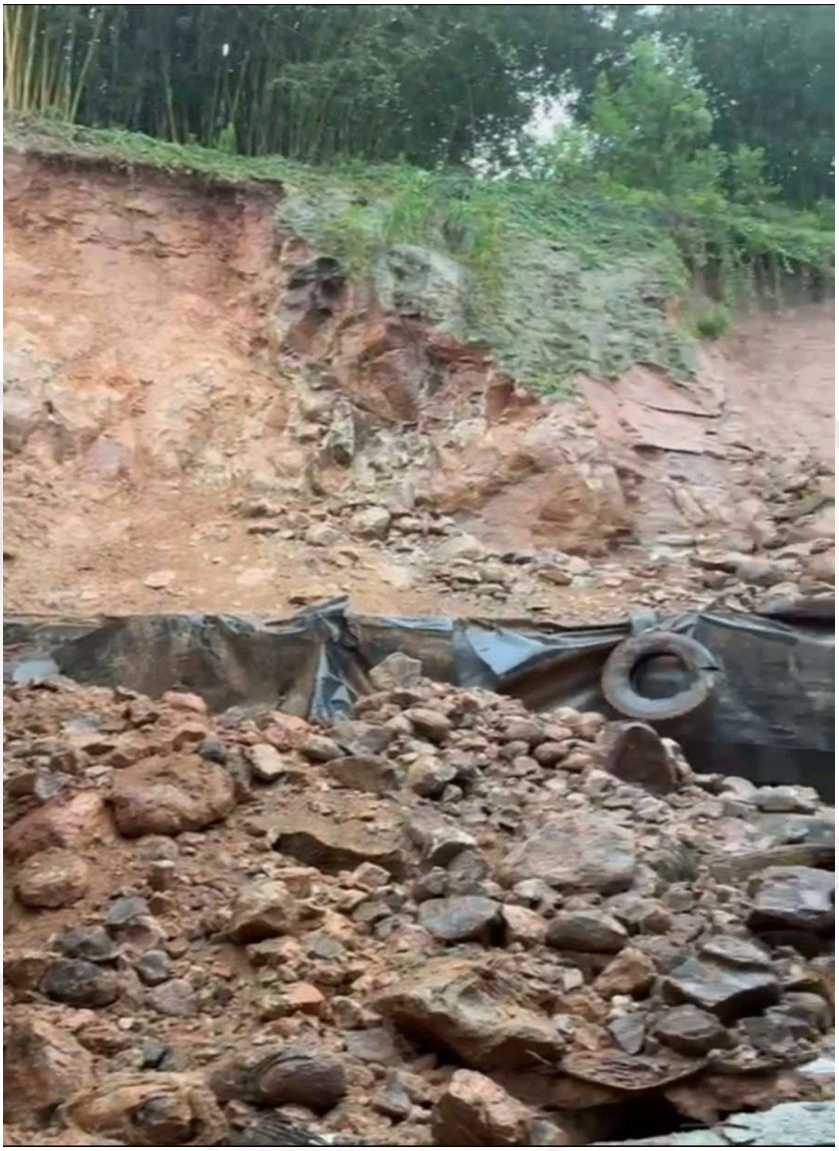


Figura 8. Deslizamento de talude cituado nos fundos de um edifício da região central da cidade.

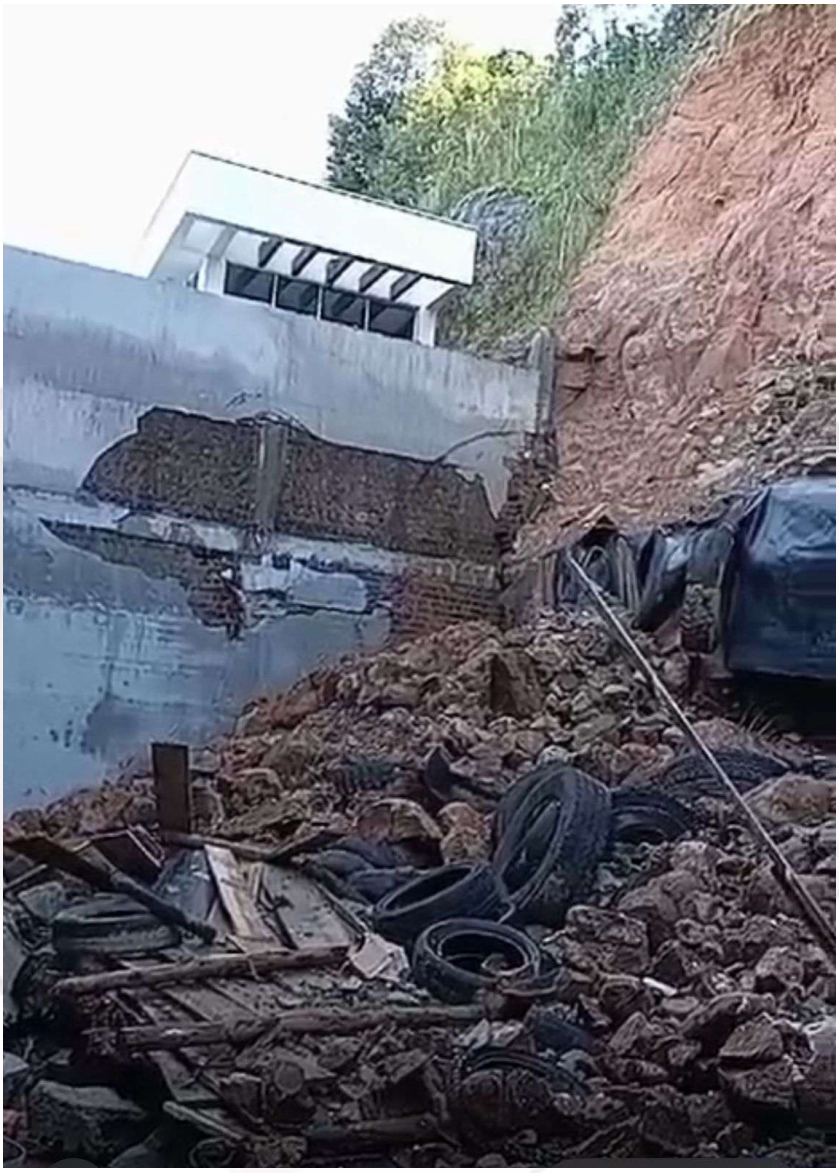


Figura 9. Deslizamento de talude cituado nos fundos de um edifício da região central da cidade.

2. Descrição do Projeto

2.1 Analise Inicial

2.1.1 Microbacia 02

Após observar a contribuição das águas na região da Microbacia 02, concluiu-se a necessidade de adequação de rede de drenagem neste local, visto a rede existente não atender a demanda de vazão da microbacia. Como solução para a região a proposta é reposicionar uma nova linha de drenagem que será alocada ao longo da Rua Uruguaiana, cruzando a Av. Professor Sérgio B. Gheno, e continuando pela Rua João Baldo, desaguando na rede de drenagem da Microbacia 01, a qual foi previamente dimensionada para suportar esse acrècimo de carga hídrica. A rede existente, que hoje localiza-se em local que impossibilita sua substituição, será mantida e continuará recebendo uma pequena parcela das águas da Microbacia 02.



Figura 10. Trecho da Rua Uruguaiana aonde será alocado a rede de drenagem.



Figura 11. Trecho no cruzamneto da Av. Prof. Sergio B. Gheno aonde será alocado a rede de drenagem.



Figura 12. Trecho da Rua João Baldo aonde será alocado a rede de drenagem

2 .1. 2 Microbacia 03

Primeiramente, precisa-se destacar, que a drenagem da Microbacia 03 contempla um trecho novo de rede de tubulação, aonde hoje a coleta da água das chuvas é feita por valas abertas no solo. Este trecho está localizado na área aonde está em andamento um projeto de reestruturação de talude, citado na Justificativa. Como solução para a região a proposta é a instalação de tubulação de drenagem e caixas coletoras. Na região dos fundos da Igreja Matris, faz-se necessário a instalação de calha para coleta das águas que hoje sobrecarregam a rede existente. Essas águas deveram ser direcionadas para essa nova rede de drenagem. A rede parte dos fundos da igreja matriz, segue por Rua sem denominação, que está em processo de construção, até chegara aos fundos da Casa Mortuária, ande será direcionada para o cruzamento da Av. Professor Sérgio B. Gheno, desaguando em vala existente.



Figura 13. Trecho da Rua sem denominação, a ser construida, aonde será alocado a rede de drenagem



Figura 14. Trecho da Rua sem denominação, localizada nos fundos da Casa Mortuária, aonde será alocado a rede de drenagem.

2.2. Localização

O local onde foi alocada a rede. de drenagem de águas pluviais das Microbacias 02 e 03, projetada para a região central da cidade de Vespasiano Corrêa/RS, estão representadas nas imagens que seguem.



Figura 2. Rede de drenagem Microbacia 02.



Figura 2. Rede de drenagem Microbacia 03.

2 . 3 Execução de obra

2. 3. 1 Serviços Iniciais

Serão executados os serviços iniciais para implantação da obra de drenagem urbana, como cointainer para escritório e banheiros e placa da obra metálica, conforme padrão.

2. 3. 2 Infraestrutura

2.3.2.1 Serão removidos os paralelepípedos existentes no local assim como o revestimento asfáltico localizado junto ao Acesso dos Platanos. Após a conclusão dos serviços de colocação da tubulação, será feito o reassentamento das pedras de paralelepípedo, incluído camada de brita, pó de brita e a compactação. O asfalto deverá ser reconstituido, atentando-se para a devida compactação da base. Afim de evidar deformações futuras dos recapeamento. No momento do preparo para a recolocação do paralelepípedo e do CBUQ, o engenherio resonsável pela fiscalização deverá ser comunicado para conferência do nível e compactação do solo.

2.3.2.2 Movimento de terra e rocha: Será executado escavação com máquinas, manual e detonação até atingir a profundidade e declividade necessária para o devido escoamento das águas pluviais, inclusive escavação, sendo necessário escavadeira e caminhão caçamba. O material excedente deverá ser transportado até a área de bota fora, indicada pelo Municipio de Vespasiano Corrêa.

2.3.2.3 Após a abertura da vala, deve-se executar o escoramento da vala para evitar desmoronamentos; - O serviço de escoramento inicia com a colocação das tábuas de madeira espaçadas de 1,35 metros de “eixo a eixo”, assim que a escavação disponibiliza frente de serviço; - Após a colocação das tábuas, é feito a cada metro de profundidade da vala a instalação das escoras; - A partir daí os demais serviços são executados tais como: preparo do fundo, assentamento da tubulação e reaterro. Durante o reaterro é feita a retirada dos escoramentos simultaneamente.

2.3.2.4 Após o escoramento, o fundo da vala deverá ser alinhado e nivelado, respeitando a declividade do projeto, afin de possibilitar o escoamento das águas. As cotas deverão ser aferidas por serviço especializado de topografia. O nivelamento do fundo da vala será executado com lastro de pó de brita com 5 cm de espessura.

2.3.2.5 As cotas de escavação deste trecho deverão ser revisadas, levando em consideração projeto existente que contempla a execução de Drenagem da Microbacia 02, afim de viabilizar a declividade necessária para escoamento da água desta microbacia.

2. 3. 3 Reaterro e Pavimentação

2.3.3.1 Após a conclusão do serviço de instalação de tubos de concreto armado, serão executados os serviços de reaterro com compactação mecânica e manual, de material de jazida, em camadas sucessivas de 20cm, devidamente compactadas, conforme projeto em anexo.

2.3.3.2 Após a conclusão do serviço de compactação do aterro das valas, será executado o reassentamento dos paralelepípedos de basalto regular existente e o recapeamento do asfalto.

2.3.3.3 Os paralelepídedos devem ser limpo e selecionado. A base será uma camada de 10 cm pedrisco para assentamento das pedras, em seguida será espalhado pó-de-pedra em cima dos paralelepípedo para o rejuntamento e acabamento da pavimentação, sendo necessário a remoção do excesso de pó-de-brita sobre as pedras. Deverá ser utilizada mão-de-obra especializada para assentamento das pedras, sendo que o afastamento médio entre as pedras de paralelepípedos de basalto será de no máximo 5 mm e dispostas em contrafiada, não admitindo-se junta reta. Quando estiver pronto o serviço será utilizado o rolo compactador para melhorar o assentamento das pedras.

2.3.3.4 Para o recapeamento asfáltico, deverá ser executado uma sub-base de 15cm de rachão, regularizada com uma base de 15 cm de brita graduada, devidamente compactada. A base devidamente emprimada com CM30 e pintura de ligação RR-2C, receberá uma camada de 5cm de CBUQ como capa de rolamento.

2.3.3.5 Após a finalização dos serviços da obra, será realizado a limpeza geral com o recolhimento de todo e qualquer entulho proveniente da execução da obra.

2. 3. 4 Tubulação

2.3.4.1 Sobre o lastro de pó de brita serão assentados os tubos de concreto armado PA2, seguindo descrição de bitolas conforme projeto, instalados e rejuntados internamente e externamente, com argamassa de cimento e areia traço 1:4.

2.3.4.2 Serão executadas caixas de passagem (CP) e e caixas de inspeção (CI) , em bloco de concreto, para possibilitar a mudança de direção da rede de drenagem, conforme projeto em anexo. As caixas de inspeção

(CI) deverão possuir acesso através de tampa de ferro fundido reforçado, Ø 60cm.

2.3.4.3 Serão executadas caixas coletoras de sarjeta, em bloco de concreto, para possibilitar a captação das águas pluviais pela rede de drenagem, conforme projeto em anexo.

2.3.4.4 Junto ao final deste trecho, aonde a tubulação desagua no Arroi Brava, deverá ser executada uma Ala de Drenagem de concreto armado, conforme projeto, para previnir a erosão do solo e direcionar as águas para o arroio.

2.3.4.5 Deverá ser realizada a ligação das redes de drenagem pluvial remanecentes com a rede nova, de forma a evitar vazamentos e pocível erosão do solo.

2.3.4.6 As redes de abastecimento de água que sofrerem intervenção no momento da escavação, deverão ser imediatamente reconstituidas, evitando o corte prolongado de fornecimento de água para a população.

2 . 4 Contribuição de Águas Pluviais

Para dimensionar os elementos do sistema de drenagem pluvial é necessário estimar a precipitação em uma situação crítica e o correspondente escoamento superficial gerado, de forma que os dispositivos de drenagem suportem a vazão necessária. Para tal, foram usados dados pluviométricos e dados topográficos, que em conjunto com o programa Google Earth, possibilitou serem definidas as áreas de contribuição de cada microbacia. Com os resultados desses dados, em uma planilha Excel, se determinou os valores das vazões usadas para o dimensionamento.

2 . 4. 1 Bacia de contribuição

As bacias de contribuição foram desenhadas conforme a geometria das quadras e vias. As microbacias estão representadas Nas imagens a seguir.

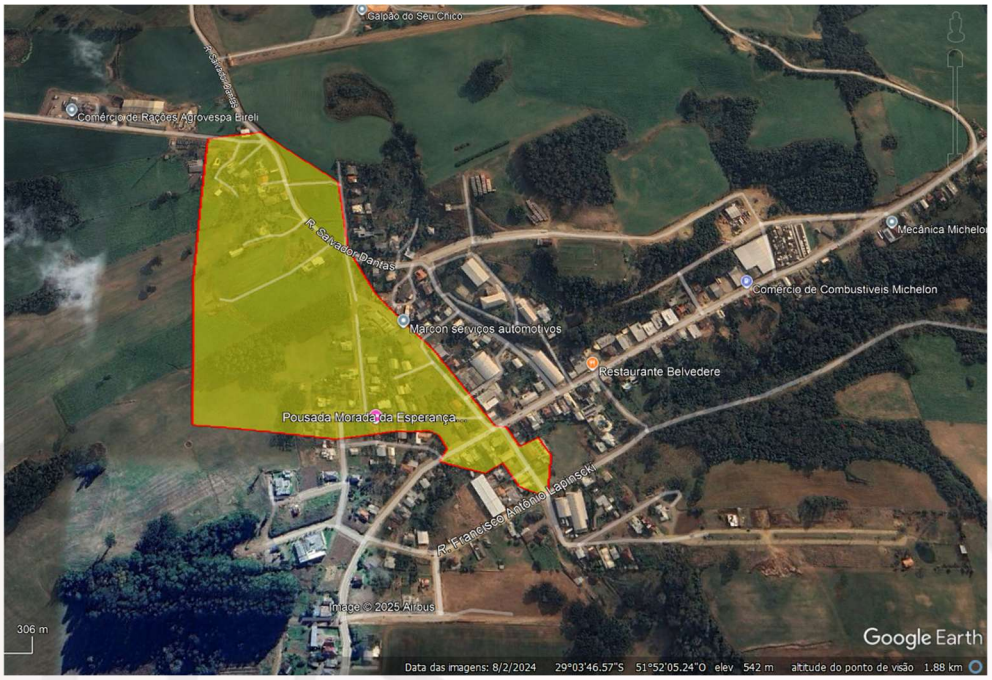


Figura 2. Microbacia 02.

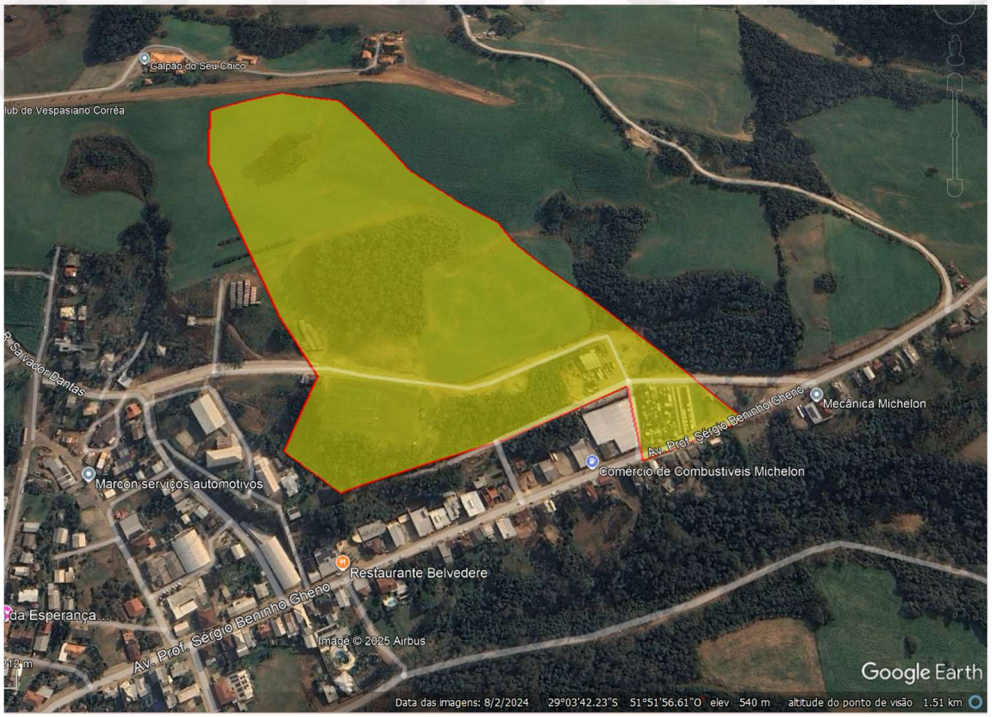


Figura 2. Microbacia 03.

2 . 4. 2 Metodo Racional

Utilizado para estimar o escoamento superficial de pequenas bacias, o método racional considera a intensidade da chuva, a área da bacia de contribuição e o coeficiente de escoamento do método racional, sendo este um número adimensional empírico determinado pela superfície da área de contribuição. O cálculo do escoamento superficial é dado pela Equação 1.

$$Q = 0{,}278 \times C \times i \times A \quad \text{[Equação 1]}$$

Onde:

- Q = Vazão (m3/s)
- C = Coeficiente de escoamento do método racional
- i = Intensidade da chuva (mm/h)
- A = Área da bacia de contribuição (ha)

O valor de C adotado para a região foi de 0,85.

2 . 4. 3 Curva IDF

A curva IDF (intensidade, duração e frequência) é construída através de registros históricos. Para cada local distinto tem-se uma equação empírica determinada por parâmetros observados através dos registros.

A Equação 2 apresenta a fórmula geral para o cálculo de chuva.

$$i_{máx} = \frac{K \times TR^{a}}{(t+b)^{c}} \quad \text{[Equação 2]}$$

Ond
e:

- $i_{máx}$ = Intensidade máxima média (mm/h)
- TR = Tempo de retorno (anos)
- t = tempo de duração da chuva (min)
- K, a, b e c = coeficientes locais ajustados pelo método dos mínimos quadrados.

Os parametros adotados para calculo foram da cidade de Caxias do Sul/RS. Segundo Silva (2016), os valores dos coeficientes para o município de Caxias do Sul são:

- K = 702,71
- a = 0,240
- b = 8,85
- c = 0,740

O tempo de retorno foi adotado como 20 anos.

O tempo de duração da chuva é adotado como o tempo de concentração da bacia de contribuição. O tempo de concentração (t) é definido como o espaço de tempo entre o início da precipitação torrencial sobre a bacia até o instante em que a bacia toda passa a contribuir. O tempo de entrada (t_i) é tempo necessário para que as contribuições iniciais atinjam a seção inicial do projeto. O tempo de percurso (t_p) é o tempo gasto para que o escoamento atravesse toda a bacia.

$$t = t_i + t_p \qquad \text{[Equação 3]}$$

2.5 Galerias

A galeria de drenagem de águas pluviais está representada no ANEXO II, Pranchas A1, A2, A3 e A4, assim como os cálculos realizados em planilha estão representados no ANEXO I.

2.5.1 Condutos

Os condutos transportam a água pluvial desde o início do escoamento superficial até o corpo hídrico receptor. Os condutos são ligados entre os poços de visita, determinados a partir das áreas de contribuição e declividade. São projetados para funcionarem em uma relação de altura de lâmina d'água (y) por diâmetro da tubulação (D) de até 75%. A velocidade máxima admitida foi de 5,0 m/s para que não comprometesse a tubulação de concreto.

Para dimensionar a tubulação, foi utilizada a fórmula a seguir:

$$Q = A \times Rh^2 \times I \qquad \text{[Equação 4]}$$

n 3 2

Ond
e:

- Q = Vazão de projeto (m^3/s)
- A = Área da seção (m^2)
- n = Coeficiente de Manning
- Rh = Raio hidráulico (m)
- I = Declividade do trecho (m/m)

O valor de n adotado foi de 0,0015, considerando que as tubulações sejam d concreto no projeto. Outros parâmetros de projeto foram adotados:

- Recobrimento mínimo = 1,00 m
- Diâmetro mínimo = 300 mm
- Declividade mínima do trecho = 0,005 m/m

2.4,2 Declividade do terreno

Para o cálculo de declividade do terreno, foi utilizada a diferença de cotas entre os poços de visita, conforme a Equação 5.

$$I_T = \frac{CT_{Mont} - CT_{Jusan}}{L}$$ [Equação 5]

Ond
e:

- I_T = Declividade do terreno (m/m)
- CT_{Mont} = Cota do terreno à montante (m)
- CT_{Jusan} = Cota do terreno à jusante (m)
- L = Comprimento do conduto (m)

Para definir a configuração dos trechos, foram priorizados os trechos com menor declividade, para evitar altas velocidades, e com menor recobrimento do conduto.

2 . 4. 2 Diâmetro Necessário

Considerando os condutos como circulares, para determinar o diâmetro mais adequado foi utilizada a Equação 6, proveniente da Equação 4.

$$D = 1{,}55 \times \left(n \times \frac{Q}{I^{\frac{1}{2}}}\right)^{3} \qquad \text{[Equação 6]}$$

Onde:

- D = Diâmetro necessário (m)
- n = Número de Manning
- Q = Vazão de projeto (m^3/s)
- I = Declividade do trecho (m/m)

Para os cálculos de diâmetro, a declividade utilizada foi a do trecho, calculada a partir da cota da geratriz inferior a cada extremidade do conduto, conforme a Equação 7.

$$I = \frac{CGI_{Mont} - CGI_{Jusan}}{L} \qquad \text{[Equação 7]}$$

Onde:

- I = Declividade do trecho (m/m)
- CGI_{Mont} = Cota da geratriz inferior do conduto à montante (m)
- CGI_{Jusan} = Cota da geratriz inferior do conduto à jusante (m)
- L = Comprimento do conduto (m)

A cota da geratriz inferior é calculada da seguinte forma expressa na Equação 8.

$$CGI = CT - RC - D_{com} - 0{,}1 \quad \text{[Equação 8]}$$

Onde:

- CGI = Cota da geratriz inferior do conduto (m)
- CT = Cota do terreno (m)
- RC = Recobrimento do conduto (m)
- D_{com} = Diâmetro comercial adotado (m)

2 . 4. 3 Diâmetro Comercial

O diâmetro comercial (D_{com}) utilizado em cada conduto é escolhido conforme o cálculo de diâmetro necessário e obedecendo a relação y/D ≤ 0,75. Como base para a escolha da tubulação, foi utilizada como base a Tabela A.1 — Dimensões dos tubos para águas pluviais com encaixe ponta e bolsa e macho e fêmea da norma ABNT NBR 8890/07, apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Dimensões (em mm) dos tubos para águas pluviais com encaixe ponta e bolsa. Fonte: NBR 8890/20

Dimensões em milímetros

Diâmetro nominal	Comprimento útil mínimo do tubo	Comprimento mínimo da bolsa	Folga máxima do encaixe	Espessura mínima de parede					
DN	L	B	C [a]	D					
				PS1	PS2	PA1	PA2	PA3	PA4
200	1 000	50	30	30	30	–	–	–	–
300	1 000	60	30	30	30	45	45	45	45
400	1 000	65	30	40	40	45	45	45	45
500	1 000	70	40	50	50	50	50	50	60
600	1 000	75	40	55	55	60	60	60	70
700	1 000	80	40	–	–	66	66	75	80
800	1 000	80	40	–	–	72	72	80	95
900	1 000	80	40	–	–	75	75	90	100
1 000	1 000	80	40	–	–	80	80	100	115
1 100	1 000	80	50	–	–	90	90	112	125
1 200	1 000	90	50	–	–	96	96	125	140
1 300	1 000	90	50	–	–	105	105	130	155
1 500	1 000	90	60	–	–	120	120	155	160
1 750	1 000	100	60	–	–	140	140	165	175
2 000	1 000	100	60	–	–	160	160	170	180

[a] C é a diferença entre o diâmetro interno mínimo da bolsa e o diâmetro externo da ponta do tubo.

NOTA O atendimento às dimensões estabelecidas nesta Tabela não elimina a necessidade de verificação dos requisitos de resistência à compressão diametral e os demais requisitos estabelecidos nesta Norma.

2 . 4. 4 Vazões com Seção Plena

Foi realizado o cálculo de vazão com seção plena (Qp) para encontrar as razões de y/D e velocidade real (V) sobre a velocidade com seção plena (Vp). Para este cálculo, foi utilizada a Equação 9.

$$Qp = \frac{1}{n} \times \frac{\pi \times Dcom^2}{4} \times Dcom^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}}$$ [Equação

A Tabela 2 apresenta as relações de y/D, Q/Qp e V/Vp.

Tabela 2. Relação entre y/D, Q/Qp e V/Vp.

y/D	Q/Q_p	V/V_p	y/D	Q/Q_p	V/V_p	y/D	Q/Q_p	V/V_p	y/D	Q/Q_p	V/V_p
0,01	0,00015	0,0890	0,26	0,14803	0,7165	0,51	0,51702	1,0084	0,76	0,92582	1,1354
0,02	0,00067	0,1408	0,27	0,15945	0,7320	0,52	0,53411	1,1065	0,77	0,93938	1,1369
0,03	0,00161	0,1839	0,28	0,17123	0,7470	0,53	0,55127	1,0243	0,78	0,95253	1,1382
0,04	0,00298	0,2221	0,29	0,17336	0,7618	0,54	0,56847	1,0320	0,79	0,96523	1,1391
0,05	0,00480	0,2569	0,30	0,19583	0,7761	0,55	0,58571	1,0393	0,80	0,97747	1,1397
0,06	0,00708	0,2891	0,31	0,20863	0,7901	0,56	0,60296	1,0464	0,81	0,98921	1,1400
0,07	0,00983	0,3194	0,32	0,22175	0,8038	0,57	0,62022	1,0533	0,82	1,00041	1,1399
0,08	0,01304	0,3480	0,33	0,23518	0,8172	0,58	0,63746	1,0599	0,83	1,01104	1,1395
0,09	0,01672	0,3725	0,34	0,24892	0,8302	0,59	0,65467	1,0663	0,84	1,02107	1,1387
0,10	0,02088	0,4011	0,35	0,26294	0,8430	0,60	0,67184	1,0724	0,85	1,03044	1,1374
0,11	0,02550	0,4260	0,36	0,27724	0,8554	0,61	0,68895	1,0783	0,86	1,03913	1,1358
0,12	0,03058	0,4499	0,37	0,29180	0,8675	0,62	0,70597	1,0893	0,87	1,04706	1,1337
0,13	0,03613	0,4730	0,38	0,30662	0,8794	0,63	0,72290	1,0893	0,88	1,05420	1,1311
0,14	0,04214	0,4953	0,39	0,32169	0,8909	0,64	0,73972	1,0944	0,89	1,06047	1,1280
0,15	0,04861	0,5168	0,40	0,33699	0,9022	0,65	0,75641	1,0993	0,90	1,06580	1,1243
0,16	0,05552	0,5376	0,41	0,35250	0,9131	0,66	0,77295	1,1039	0,91	1,07011	1,1200
0,17	0,06288	0,5578	0,42	0,36823	0,9239	0,67	0,78932	1,1083	0,92	1,07328	1,1151
0,18	0,07068	0,5774	0,43	0,38415	0,9343	0,68	0,80551	1,1124	0,93	1,07520	1,1093
0,19	0,07891	0,5965	0,44	0,40025	0,9445	0,69	0,82149	1,1162	0,94	1,07568	1,1027
0,20	0,08757	0,6150	0,45	0,41653	0,9544	0,70	0,83724	1,1198	0,95	1,07452	1,0950
0,21	0,09664	0,6331	0,46	0,43296	0,9640	0,71	0,85275	1,2311	0,96	1,07138	1,0859
0,22	0,10613	0,6506	0,47	0,44954	0,9734	0,72	0,86799	1,1261	0,97	1,06575	1,0751
0,23	0,11602	0,6677	0,48	0,46624	0,9825	0,73	0,88294	1,1288	0,98	1,05669	1,0618
0,24	0,12631	0,6844	0,49	0,48307	0,9914	0,74	0,89758	1,1313	0,99	1,04196	1,0437
0,25	0,13698	0,7007	0,50	0,50000	1,0000	0,75	0,91188	1,1335	1,00	1,00000	1,0000

2 . 4. 5 Velocidade com Seção Plena

A velocidade com seção plena é calculada a partir de Qp e da área do diâmetro utilizado, através da Equação 10.

$$Vp = \frac{Qp}{\frac{\pi \times Dco}{m^2\ 4}} \qquad \text{[Equação 10]}$$

2 . 4. 6 Velocidade Real

Através de Vp, é possível calcular a velocidade real (V) para cada tubulação na vazão de projeto utilizada com a relação V/Vp obtida por meio da Tabela 2.

2 . 4. 7 Correçõesde Declividade , Diâmetro e Número de Tubulações

Foram feitas as correções necessárias após a realização dos cálculos citados acima. Os resultados foram obtidos através de métodos iterativos buscando o cenário mais econômico e respeitando os parâmetros de projeto estabelecidos.

Nos trechos em que a relação y/D foi superior a 0,75, foi utilizado um diâmetro maior que o estimado previamente.

Para os condutos com V acima da velocidade máxima permitida, aumentou-se o recobrimento do conduto a montante, reduzindo a declividade do trecho.

3 . Referência Bibliográfica

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8890 : 2020 : Tubo de
concreto de seção circular para águas pluviais e esgotos sanitários: Requisitos e métodos de ensaios. Rio de Janeiro: ABNT, 2007. 30 p.

SILVA, T. S. Desenvolvimento de uma nova equação de intensidade-duração-frequência de chuvas para a cidade de Campo Grande — MS. Auditoria, Avaliações & Perícias de Engenharia, Instituto de Pós-Graduação – IPOG. Campo Grande, MS, 27/02/2016.

4. Responsável Técnico

_____

Leonardo Fachinetto
Eng. Civil - CREA RS219780