

MUNICÍPIO DE CASEIROS

DIMENSINAMENTO

Sistema de Aduelas de Concreto

Drenagem Pluvial

Córrego da Lavagem

CASEIROS/RS, Agosto de 2026



1 IDENTIFICAÇÃO

Empreendedor

Nome: Município de Caseiros

CNPJ: 90.483.058/0001-26

Endereço: Avenida Mario Cirino Rodrigues, nº249, Centro, Caseiros/RS 95315.000

Empreendimento 1

Endereço: Rodovia Federal BR-285 km 218,100, Lado Direito

Obra: Ampliação de sistema de Drenagem no córrego da Lavagem no município de Caseiros/RS.

Coordenadas geográficas: -28.269994°; -51.692551°

Responsável Técnico

Nome: Márcio Gregolon

Engenheiro Civil

CREA RS-263995

APRESENTAÇÃO

O presente documento, aborda a geologia, hidrologia, e caracterização geotécnica da área em estudo e seu entorno, afim de atestar as condições que o meio apresenta, respeitando as legislações vigentes, para a execução das seguintes obras:

Obra 1 - Extensão das galerias (aduelas de concreto) que fazem a transposição do curso d'água do Córrego da Lavagem sob a Rodovia BR 285

As galerias, objeto de estudo deste laudo, estão localizadas na zona urbana do município de Caseiros-RS, a sudoeste da sede da prefeitura municipal, conforme imagem abaixo apresentada:



Figura 1: Mapa de localização das aduelas de concreto km 218,100 BR 285



1 Bacia hidrográfica do Córrego da Lavagem

Para realizar o estudo hidrológico da região do Córrego da Lavagem, foram levantadas informações da bacia hidrográfica que abastece este córrego, tais como: dados de precipitação e fluviométrica para obter parâmetros que possibilitando a determinação da vazão e assim selecionar e dimensionar os elementos de drenagem adequados para atender a demanda e assim proteger a obra dos efeitos das águas superficiais.

A Bacia hidrográfica do Córrego da Lavagem foi delimitada por levantamento planialtimétrico. É composta basicamente de um conjunto de superfícies vertentes de uma rede de drenagem, topograficamente drenada para um curso d'água, de forma tal que toda a vazão efluente seja descarregada por uma simples saída.

A formação da bacia hidrográfica dá-se através dos desníveis dos terrenos que direcionam os cursos da água, sempre das áreas mais altas para as mais baixas. Esta bacia possui seus pontos de delimitação em altitudes entre 860 m e 910 metros acima do nível do mar, já o talvegue que define o córrego tem suas nascentes localizadas a uma altitude de 857 metros, e o exutório definido como o local de instalação das Aduelas está a uma altitude de 780 metros.

O comprimento do talvegue é de 2.857 metros, e pelos pontos mais altos do seu entorno, foi possível delimitar a bacia hidrográfica do córrego da Lavagem. A área de contribuição da bacia tem 5,20 km² sendo considerada uma bacia de tamanho médio, com cobertura vegetal mista de florestas e campos, e com pouca ocupação residencial. A Figura 2 ilustra a bacia do Córrego da Lavagem.

Para corrigir a margem de incerteza na delimitação dos parâmetros da Bacia hidrográfica, foi utilizado um fator de correção em favor da segurança.

$$\Delta h = (857 \text{ m} - 780 \text{ m}) \times 1,2 = 92,4 \text{ metros}$$

$$L = 2.857 \text{ metros} \times 1,2 = 3.428,40 \text{ metros}$$

$$A = 5,20 \text{ km}^2 \times 1,2 = 6,24 \text{ km}^2$$

$$\text{Inclinação} = 2,7\%$$

$$\text{TR} = 100 \text{ Anos}$$

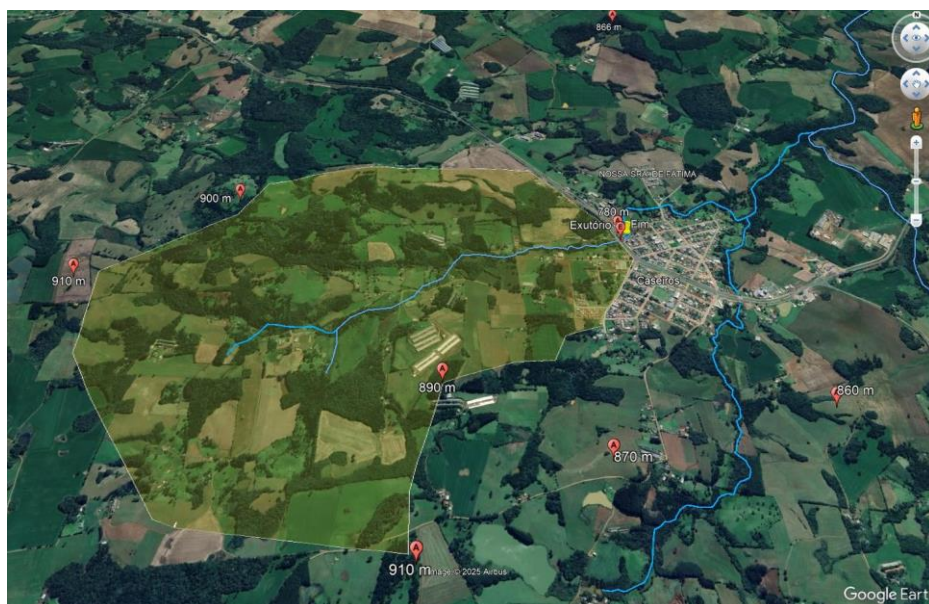


Figura 2: Mapa da Micro bacia hidrográfica do Córrego da Lavagem.
Fonte: Elaborado pelo autor com base em levantamentos topográficos QGIS, e google Earth.



Figura 3 :Imagem do Córrego da Lavagem em condições normais de vazão, e abaixo imagem do correço no dia 23/07/2026.

2 Chuva de Projeto.

Para determinar a intensidade máxima de chuva, existem vários métodos, como estatísticos, hidrógrafas, ou equações matemáticas. Para este projeto foi adotada a Equação IDF (Intensidade, Duração e Frequência) a qual se mostrou adequada para definição de intensidade máxima de precipitação. No link da Universidade Federal de Pelotas, foi possível encontrar as variáveis desta equação para cada município do RS através de arquivos e mapas.

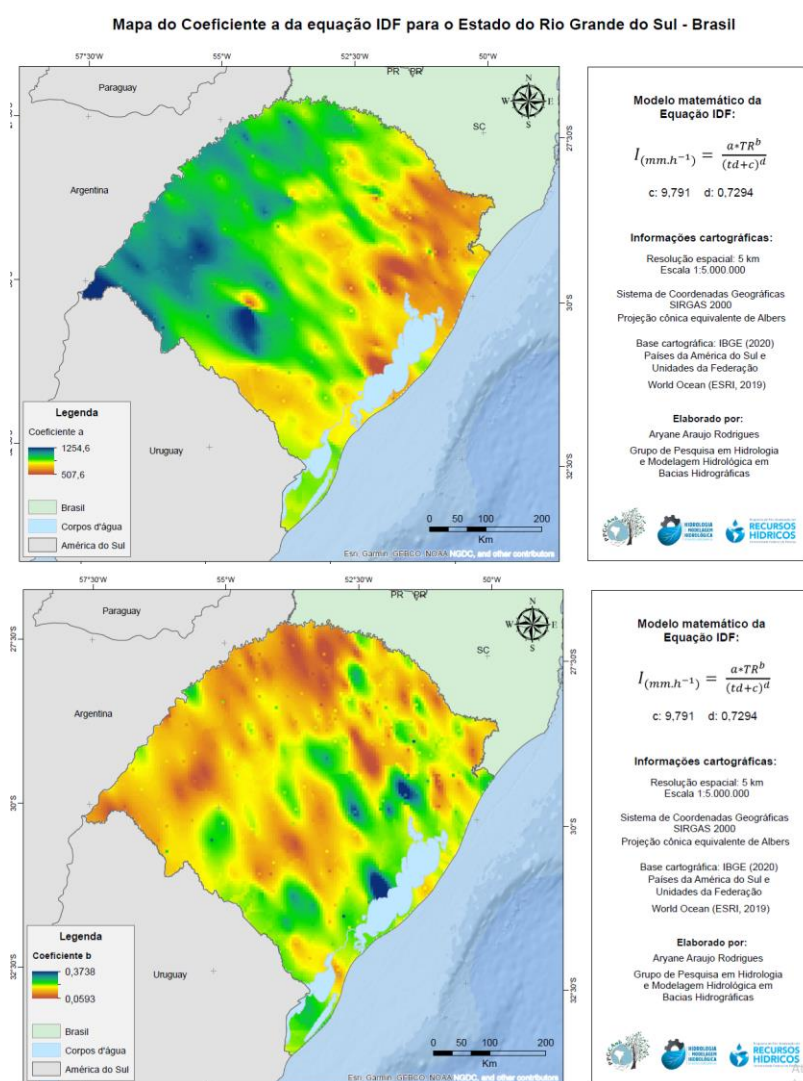


Figura 3 :Mapa de coeficientes a e b para a equação IDF.

[https://wp.ufpel.edu.br/hidrologiaemodelagemhidrologica/coeficientes -da-equacao-idf-para-o-estado-do-rio-grande-do-sul/](https://wp.ufpel.edu.br/hidrologiaemodelagemhidrologica/coeficientes-da-equacao-idf-para-o-estado-do-rio-grande-do-sul/)



Para a equação IDF, o tempo(t) é definido como sendo o tempo de concentração. Para a bacia do Córrego da Lavagem foi utilizada a equação de Kirpchi Modificada e a equação de DNOS para cálculo do tempo de concentração, os resultados estão apresentados abaixo.

Calculo de Cuva de Projeto.

Precipitação (Imax) mm/hora	
Equação Intensidade, Duração e Frecuencia	
Tc DNOS	76,87 mm/hora
a	821,1
b	0,156
c	9,791
d	0,7294
TR	100
t=tc (minutos)	59,06939767
L (m)	3428,4
H (m)	92,4
A (hectares)	624
K(solo argiloso) absorção média	4
minutos	
59,07	59,07

$$t_c = \frac{10 \cdot A^{0,3} \cdot L^{0,2}}{K \cdot I^{0,4}}$$

Calculo de Cuva de Projeto.

Precipitação (Imax) mm/hora	
Tc Kirpich modificada	95,39 mm/hora
Equação Intensidade, Duração e Frecuencia	
a	821,1
b	0,156
c	9,791
d	0,7294
TR	100
t=tc	41,43
L (km)	3,43
H (m)	92,4
A (km²)	6,24
horas	0,69
minutos	41,43
inclinação (m/m) talvegue	
2,693877551 m/m	
• Em horas (T _c em horas):	
$T_c = 1,42 \cdot \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385}$	
• Em minutos (T _c em minutos):	
$T_c = 85,2 \cdot \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385}$	

Para fins de cálculo, será utilizado a tc de 41,43 minutos, resultando em uma chuva de projeto de 95,39 mm/h

3. Determinação da Vazão de Projeto Pelo Método Racional Corrigido

Para bacias de médio porte ($4 \text{ km}^2 < A < 10 \text{ km}^2$), diretrizes de estudos hidrológicos rodoviários (como DNIT / GOINFRA) recomendam a aplicação do Coeficiente de Retardo (ϕ) para compensar a não uniformidade espacial da precipitação:

$$\text{Metodo Racional} \quad Q = \frac{C.I.A}{3,6}$$

$$\text{Metodo Racional Corrigido} \quad Q = \frac{C.I.A}{3,6} \frac{1}{A^{0,1}}$$

A = Area da Bacia em $\text{km}^2 = 6,24 \text{ km}^2$

I = Intensidade = 95,39 mm/h

C = coeficiente de deflúvio (runoff) = Considerando solo com boa absorção e cobertura mista (florestas e campos), adota-se um C médio de 0,20.

$$Q_{\text{corrig.}} = \frac{0,2 \cdot 6,24 \cdot 95,39}{3,6} \frac{1}{6,24^{0,1}}$$

$$Q_{\text{corrig.}} = 27,54 \text{ m}^3/\text{s}$$

3. Determinação da Vazão de Projeto Pelo Método Racional Corrigido

O local de implantação do sistema de drenagem fica adjacente à Rodovia Federal BR-285, no km 218+100, do lado direito no sentido Vacaria – Passo Fundo. Atualmente, existem duas galerias que transpassam a rodovia: uma com dimensões de 1,50 m x 1,50 m e outra com 2,00 m x 2,00 m.

A proposta deste projeto consiste na extensão do sistema de drenagem existente para viabilizar a construção de uma via lateral paralela à BR-285, o que proporcionará uma melhoria significativa na trafegabilidade e na segurança do trânsito local.

Para permitir futuras manutenções e a transição do fluxo, será mantido um trecho de 7,00 m em canal natural (sem canalização) entre as novas galerias projetadas e as estruturas sob a rodovia.

Para o dimensionamento hidráulico-estrutural das aduelas de concreto, determinou-se a vazão de projeto com o objetivo de evitar tanto o superdimensionamento quanto eventuais falhas por insuficiência de vazão. A estimativa do deflúvio superficial foi realizada por meio do Método Racional, adotando-se um



Tempo de Retorno (TR) de 100 anos.

A seção de escoamento (área molhada) necessária foi obtida pela relação entre a vazão de projeto e a velocidade limite admissível. As duas aduelas propostas para o projeto possuem dimensões de 2,50 m x 2,50 m cada

Tabela 2 - Vazão, velocidade e declividade crítica de bueiros celulares de concreto trabalhando como canal (ec = d)

TIPO	BASE X ALTURA (mxm)	ÁREA MOLHADA CRÍTICA (m²)	VAZÃO CRÍTICA (m³/s)	VELOCIDADE CRÍTICA (m/s)	DECLIVIDADE CRÍTICA (%)
BSCC	1,0 x 1,0	0,67	1,71	2,56	0,78
BSCC	1,5 x 1,5	1,50	4,70	3,14	0,68
BSCC	2,0 x 1,5	2,00	6,26	3,14	0,56
BSCC	2,0 x 2,0	2,67	9,64	3,62	0,62
BSCC	2,0 x 2,5	3,33	13,48	4,05	0,69
BSCC	2,0 x 3,0	4,00	17,72	4,43	0,76
BSCC	2,5 x 2,5	4,17	16,85	4,05	0,58
BSCC	3,0 x 1,5	3,00	9,40	3,14	0,44
BSCC	3,0 x 2,0	4,00	14,47	3,62	0,47
BSCC	3,0 x 2,5	5,00	20,22	4,05	0,51
BSCC	3,0 x 3,0	6,00	26,58	4,43	0,54
BDCC	2,0 x 1,5	4,00	12,53	3,14	0,56
BDCC	2,0 x 2,0	5,33	19,29	3,62	0,62
BDCC	2,0 x 2,5	6,67	26,96	4,05	0,69
BDCC	2,0 x 3,0	8,00	35,44	4,43	0,76
BDCC	2,5 x 2,5	8,33	33,70	4,05	0,58
BDCC	3,0 x 1,5	6,00	17,79	3,14	0,44
BDCC	3,0 x 2,0	8,00	28,93	3,62	0,47
BDCC	3,0 x 2,5	10,00	40,44	4,05	0,51
BDCC	3,0 x 3,0	12,00	53,16	4,43	0,54
BTCC	2,0 x 2,0	8,00	28,93	3,62	0,62
BTCC	2,0 x 2,5	10,00	40,44	4,05	0,69
BTCC	2,5 x 2,5	12,50	50,55	4,05	0,58
BTCC	3,0 x 2,0	12,00	43,40	3,63	0,47
BTCC	3,0 x 2,5	15,00	60,66	4,05	0,51
BTCC	3,0 x 3,0	18,00	79,73	4,43	0,54

Como a $Q_{critica.}$ é maior que a vazão encontrada, as BDCC de 2,50 x 2,50 atendem a demanda.

$$Q_{critica.} = 33,70 \text{ m}^3/\text{h} > Q = 27,54 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Area molhada de projeto } A = \frac{Q=27,54 \text{ m}^3/\text{s}}{v=4,05 \text{ m/s}} = 6,80 \text{ m}^2$$

$$\text{Altura da Lamina d'água } h = \frac{A=6,80}{b=5,00} = 1,36 \text{ m}$$

Folga de 1,64 metros

5. Conclusão e Detalhes Construtivos

Com base nos estudos hidrológicos e hidráulicos apresentados, atesta-se a plena viabilidade técnica e a segurança operacional da solução proposta de duas galerias pré-moldadas de 2,50 m x 2,50 m. Para assegurar a durabilidade e funcionalidade do sistema, devem ser seguidas as diretrizes construtivas abaixo:

1. Muros de Ala (Cabeceiras): Execução de muros de ala em concreto armado nas embocaduras de entrada e saída das aduelas, com inclinação adequada para direcionamento hidrodinâmico do fluxo, redução de perdas de carga por entrada e proteção estrutural dos aterros viários contra erosões superficiais.
2. Dissipação de Energia / Proteção de Jusante: Tendo em vista a velocidade de escoamento de $V = 4,05$ m/s na condição de pico, é obrigatória a implantação de colchão de enrocamento com pedra de mão/pedra argamassada ($D_{50} \geq 30$ cm) em extensão mínima de 5,00 metros a jusante do exutório, prevenindo a formação de cavas de erosão (solapamento).
3. Assentamento e Declividade Longitudinal: A galeria deve ser assentada com declividade longitudinal constante de $i = 0,5\%$ sobre um colchão de brita/pó de pedra devidamente adensado e nivelado, com espessura mínima de 15 cm. O rigoroso adensamento da fundação é fundamental para evitar recalques diferenciais nas juntas das aduelas pré-moldadas.
4. Vedação das Juntas: As juntas entre as aduelas pré-moldadas devem receber vedação com fita emborrachada de mastique asfáltico e argamassa de cimento e areia, impedindo a infiltração de água e a fuga de finos do solo de aterro.
5. Trecho de Transição em Canal Natural: Manutenção do trecho de 7,00 metros em canal aberto mantendo taludes suavemente conformados e revestidos com vegetação rasteira ou biomanta para estabilização do leito.