



EMITENTE

INTERACT ACESSORIA TÉCNICA EM ENGENHARIA LTDA.

EMPREENDIMENTO

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DA ESTRADA GLÓRIA

CONTRATO

TRECHO

SUB-TRECHO

TÍTULO

MEMORIAL DESCRITIVO DE DRENAGEM

PROJETISTA

interact Engenharia

RESP. TÉCNICO

Eng. MSc.
Eugenio Cunha

VERIFICAÇÃO

Eng. MSc.
Eugenio Cunha

LIBERAÇÃO DO DER

APROVAÇÃO DER

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

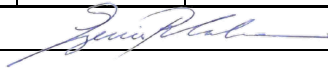
DOCUMENTOS RESULTANTES

OBSERVAÇÕES


Clélia Rosa
Secretária de Obras
Habitação e Serviços Urbanos


Daniel Andrade da Silva
Diretor do Departamento de
Obras Públicas
Prefeitura Municipal de Passos

REVISÃO	DATA	RESP. TÉCNICO	VERIFICAÇÃO	LIBERAÇÃO	APROVAÇÃO
00	15/03/2023	Eugênio da Cunha	Eugênio da Cunha		
01	02/05/2023	Eugênio da Cunha	Eugênio da Cunha		





ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO	3
1.	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	4
2.	DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO.....	4
3.	DRENAGEM SUPERFICIAL	5
3.1.	SARJETA DE CORTE.....	5
3.2.	SARJETA DE BORDA DE PLATAFORMA DE ATERRO	5
3.3.	ENTRADA D'ÁGUA.....	6
3.4.	DESCIDA D'ÁGUA.....	6
3.5.	VALETAS DE PROTEÇÃO DE CRISTA DE CORTE E PÉ DE ATERRO.....	6
3.6.	DISSIPADORES DE ENERGIA	7
3.7.	CAIXAS COLETORAS	7
3.8.	BUEIROS DE GREIDE	7
4.	RESULTADOS OBTIDOS.....	8
4.1.	SARJETA DE CORTE.....	9
4.2.	SARJETA DE BORDA DE PLATAFORMA DE ATERRO	13
4.3.	BUEIROS DE GREIDE	14
4.4.	BUEIROS DE TALVEGUE	16



1. INTRODUÇÃO

O presente documento tem por objetivo apresentar a Prefeitura de Passos/MG, o memorial descritivo de drenagem para o Projeto de Pavimentação da Estrada da Glória, localizada na cidade de Passos, no estado de Minas Gerais. A Figura 1 apresenta a localização do empreendimento.

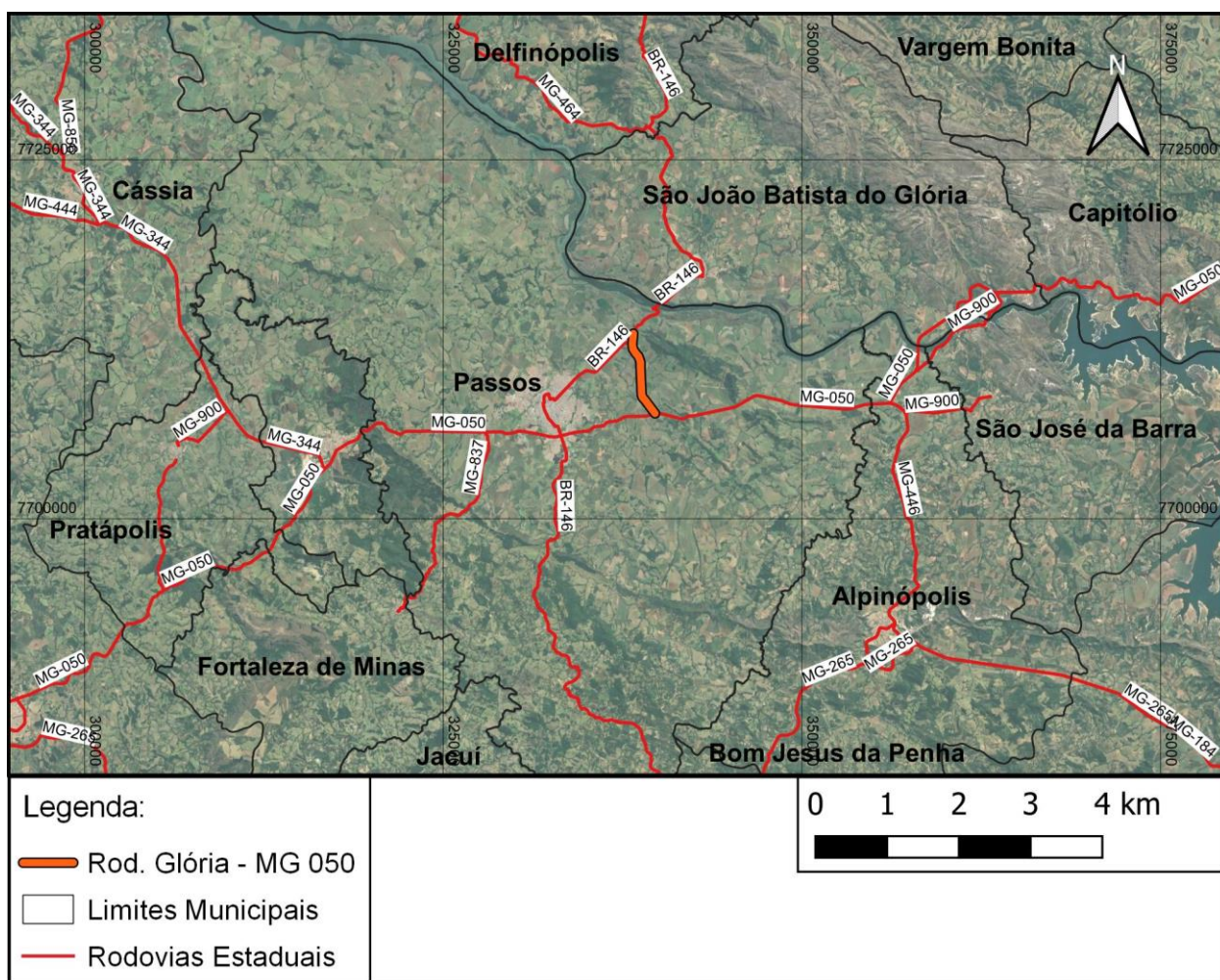


Figura 1 - Localização do Empreendimento



1. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Para o desenvolvimento dos Estudos, seguiu-se os seguintes materiais técnicos:

- IIPR-715 – DNIT, 2005 – Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem;
- IPR-724 – DNIT, 2006 – Manual de Drenagem de Rodovias;
- Álbum de Projeto-Tipo de Drenagem - IPR-736 - 5ª edição-2018;
- Levantamentos topográficos planialtimétricos em toda a área de abrangência do projeto;
- RT-168A3174-PE-DRE-001 – Estudos Hidrológicos

2. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

Para o dimensionamento dos dispositivos da rede de drenagem superficial, utilizou-se basicamente a equação de Manning, aliada à equação da continuidade.

- **EQUAÇÃO DE MANNING:**

$$Q = (A \times R_h^{2/3} \times I^{1/2}) / \eta$$

Onde:

Q = vazão de capacidade (m³/s);

A = área da seção molhada (m²);

R_h = raio hidráulico (m);

I = declividade longitudinal (m/m);

η = coeficiente de rugosidade.

- **EQUAÇÃO DA CONTINUIDADE:**

$$Q = A \times V$$

Onde:

A = área molhada, em m²;

Q = vazão, em m³/s.

Os valores dos coeficientes de rugosidade η utilizados são apresentados a seguir

Tabela 1 – Coeficientes de rugosidade

TIPO	η
Galerias celulares de concreto	0,015
Galerias tubulares de concreto	0,015



Canais trapezoidais ou retangulares em concreto	0,015
Valetas e sarjetas de concreto	0,015

As velocidades máximas de escoamento foram estabelecidas de modo a não ocasionar erosão nos dispositivos com revestimento vegetal ou sem revestimento, e evitar processos abrasivos nos dispositivos revestidos com materiais de consistência sólida, conforme a seguirem apresentadas.

- Sarjetas e valetas revestidas de grama – 1,80 m/s;
- Sarjetas e valetas revestidas de concreto – 4,50 m/s.
- Bueiros de concreto (Lançamento final em dissipador) – 4,50 m/s.

3. DRENAGEM SUPERFICIAL

O sistema de drenagem superficial foi projetado com a finalidade de interceptar e conduzir adequadamente as águas precipitadas que atingem diretamente à plataforma rodoviária através de dispositivos que basicamente são: sarjetas de corte, sarjetas de borda de aterro, valetas de proteção e bueiros de greide

A seguir serão descritas, de forma sucinta, as principais características dos dispositivos acima relacionados.

3.1. SARJETA DE CORTE

A sarjeta de corte tem como objetivo captar as águas que escoam sobre a plataforma e taludes de corte e conduzi-las, longitudinalmente à plataforma ferroviária, até o ponto de transição entre o corte e o aterro, de forma a permitir a saída lateral para o terreno natural ou para a valeta de aterro, ou então, para a caixa coletora de um bueiro de greide.

As sarjetas devem localizar-se em todos os cortes, sendo construídas à margem da superestrutura da ferrovia, terminando em pontos de saída convenientes (pontos de passagem de corte para aterro ou caixas coletoras).

3.2. SARJETA DE BORDA DE PLATAFORMA DE ATERRO

A utilização deste dispositivo tem por objetivo captar as águas precipitadas sobre a plataforma rodoviária, de modo a evitar a ocorrência de processos erosivos nos taludes de aterro. A proteção dos taludes será executada integralmente no trecho de preservação das áreas lindeiras à plataforma ferroviária, onde o lançamento do escoamento será feito em dispositivos apropriados para sua captação e condução.



3.3. ENTRADA D'ÁGUA

As entradas d'água, são dispositivos destinados a conduzir as águas coletadas pelas sarjetas de aterro lançando-as nas descidas d'água. São, portanto, dispositivos de transição entre as sarjetas de aterro e as descidas d'água.

Localizam-se na borda da plataforma, junto aos acostamentos ou em alargamentos próprios para sua execução, nos pontos onde é atingido o comprimento crítico da sarjeta. Para os greides em rampa, onde as águas são coletadas em um único sentido, utiliza-se a entrada d'água tipo EDA-01, para os pontos baixos, onde as águas são coletadas nos dois sentidos utiliza-se a entrada d'água tipo EDA-02.

3.4. DESCIDA D'ÁGUA

É o dispositivo que interliga com a saída d'água conduzindo o fluxo até o ponto de deságue sendo ele podendo ser uma caixa um dissipador ou mesmo o terreno natural, tendo como objetivo conduzir as águas captadas por outros dispositivos de drenagem, pelos taludes de corte e aterro.

Tratando-se de cortes, as descidas d'água têm como objetivo principal conduzir as águas das valetas quando atingem seu comprimento crítico, ou de pequenos talvegues, desaguando numa caixa coletora ou na sarjeta de corte.

No aterro, as descidas d'água conduzem as águas provenientes das sarjetas de aterro quando é atingido seu comprimento crítico, e, nos pontos baixos, através das saídas d'água, desaguando no terreno natural.

As descidas d'água também atendem, no caso de cortes e aterros, às valetas de banquetas quando é atingido seu comprimento crítico e em pontos baixos nesses casos, são utilizadas descidas em degrau.

Não raramente, devido à necessidade de saída de bueiros elevados desaguando no talude do aterro, as descidas d'água são necessárias visando conduzir o fluxo pelo talude até o terreno natural. Posicionam-se sobre os taludes dos cortes e aterros seguindo as suas declividades e na interseção do talude de aterro com o terreno natural nos pontos de passagem de corte-aterro.

Para o projeto em questão, foram utilizadas descidas d'água do tipo DAR-02.

3.5. VALETAS DE PROTEÇÃO DE CRISTA DE CORTE E PÉ DE ATERRO

As valetas de proteção de crista de corte e pé de aterro são dispositivos projetados com a finalidade de interceptar as águas superficiais que poderiam atingir a plataforma ferroviária e conduzi-las para locais de deságue seguros e bem determinados.

Para as valetas de proteção que são 2 tipos a VPC e a VPA, são valetas destinadas a proteger o talude das precipitações que podem danificá-lo, a sarjeta do tipo VPC



– é a sarjeta usada para proteger taludes de corte, sendo aplicada na crista dos cortes e locais onde existam cortes expressivos evitando assim patologias.

3.6. DISSIPADORES DE ENERGIA

Dissipadores de Energia são dispositivos destinados a dissipar energia do fluxo d'água, reduzindo, conseqüentemente, sua velocidade no deságue dos dispositivos de drenagem em terreno natural, a fim de diminuir os riscos de erosões. Os dispositivos indicados para os projetos são:

- DEB - Dissipador de energia aplicável a bueiros tubulares de concreto.
- DES – Dissipador de energia aplicável as sarjetas e valetas.

A escolha dos tipos de dissipadores seguiu o preconizado na IPR-736 – Álbum de Projetos – Tipo de Dispositivos de Drenagem - 5ª Edição.

3.7. CAIXAS COLETORAS

As caixas coletoras foram utilizadas nos seguintes casos:

- Coletar as águas provenientes das canaletas, descidas d'água, sarjetas e valetas, direcionando para bueiros de greide e grotas promovendo um desague seguro;

Possibilitar a mudança de dimensão, declividade, direção e interligação de bueiros;

Outras aplicações como inspeção, passagem e vistoria de condutos e drenos profundos, com o objetivo de verificação de sua funcionalidade e eficiência.

Os dispositivos utilizados nesse projeto são:

CCS (DNIT) – para Sarjetas de Corte ou no pé de escadas de corte.

CCT (DNIT) – para coletas fora da plataforma.

As caixas coletoras têm como finalidade coletar as águas provenientes das sarjetas e valetas de plataforma, de descidas d'água situadas nos taludes dos cortes, de pequenos talvegues em locais em que a execução de bocas de bueiro não seja possível e em outros pontos de inspeção ou em que seja necessário a transferência de água para os bueiros.

3.8. BUEIROS DE GREIDE

São dispositivos destinados a conduzir as águas coletadas por dispositivos de drenagem superficial na plataforma, até um local seguro de deságue. O ponto de início do bueiro se dá quando o dispositivo de drenagem superficial atingir a vazão máxima admissível, o comprimento crítico, ou ainda em pontos que recebem contribuição localizada, proveniente de talude de corte.



4. RESULTADOS OBTIDOS

Para a fase de projeto, adotou-se como referência o dimensionamento por comprimento crítico, obtendo informações de vazão e velocidades máximas como parâmetros para a concepção.

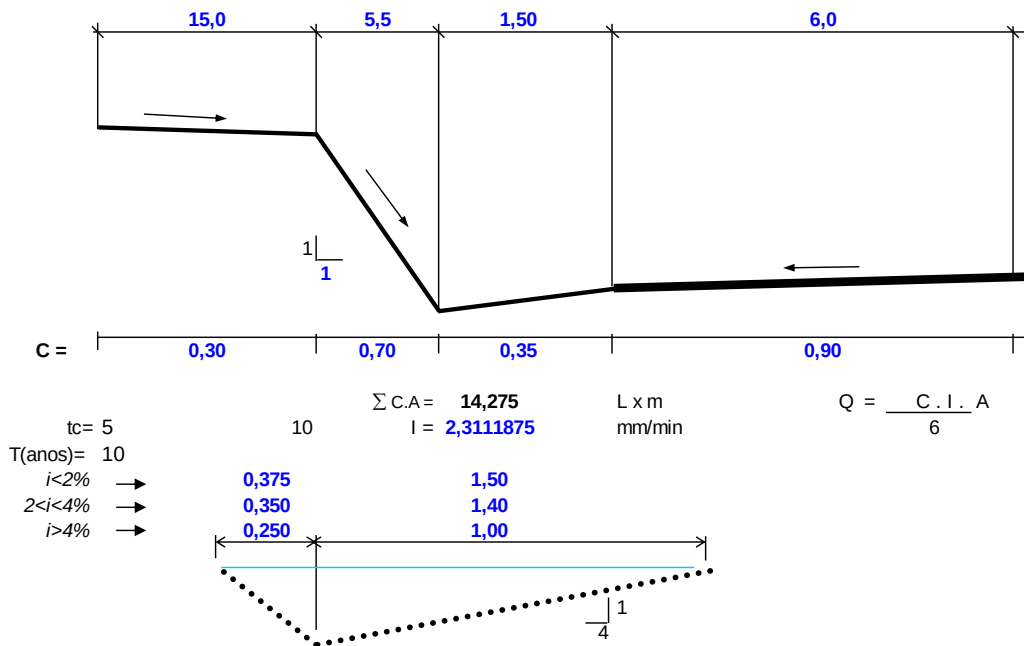
O dimensionamento por comprimento crítico

Na sequência, encontram-se os resumos dos cálculos hidrológicos, contendo as vazões contribuintes por metro linear e as tabelas de comprimentos críticos para os dispositivos e seções de projeto adiante representadas.



4.1. SARJETA DE CORTE

COMPRIMENTO CRÍTICO PARA SARJETA PLATAFORMA DE CORTE (GRAMA)



Q = Vazão em m³/s
C = Coeficiente de escoamento superficial
I = Intensidade pluviométrica local (mm / min)
A = Área da bacia contribuinte (ha)

Portanto:

$Q = 0,00054987 \times L \times I$
sendo L o comprimento crítico da valeta

	p/ i < 2%	p/ 2 < i < 4%	p/ i > 4%	coefic. de rugosidade
Área Molhada :	A = 0,3515625	0,30625	0,15625	
Perímetro Molhado:	P = 2,0764947	1,9380617	1,38433	i < 2% → n = 0,049
Raio Hidráulico:	Rh = 0,1693058	0,1580187	0,112871	2 < i < 4% → n = 0,047
	Rh^(2/3) = 0,30604208	0,2922844	0,233554	i > 4% → n = 0,055

Equação de Manning:

$$Q = \frac{S \cdot R_h^{2/3} \cdot i^{1/2}}{n}$$

sendo:

Q = Vazão (m³/s)
i = Declividade longitudinal (m/m)

Portanto, para cada seção e n:

$$Q = 2,1958 \times i^{1/2} \quad \text{II}$$

$$Q = 1,9045 \times i^{1/2} \quad \text{III}$$

Igualando a equação II com a III :

Igualando a equação I com a III :

$$2,1958 \times i^{1/2} = 0,000550 \times L$$

$$1,9045 \times i^{1/2} = 0,000550 \times L$$

$$L = 3993,25983 \times i^{1/2}$$

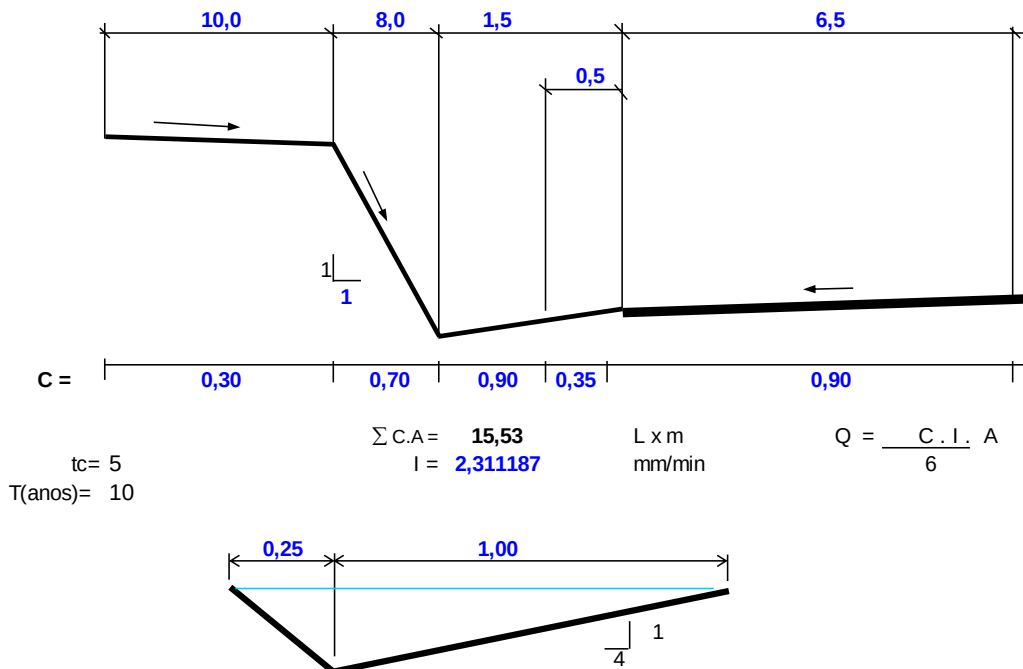
$$L = 3463,569 \times i^{1/2}$$



i (m/m)	Q (m³/s)	v (m/s)	L (m)
0,002	0,098	0,279	179
0,004	0,139	0,395	253
0,006	0,170	0,484	309
0,008	0,196	0,559	357
0,010	0,220	0,625	399
0,011	0,230	0,655	419
0,013	0,250	0,712	455
0,015	0,269	0,765	489
0,017	0,286	0,814	521
0,020	0,311	0,879	565
0,022	0,282	0,922	514
0,024	0,295	0,963	537
0,026	0,307	1,003	558
0,028	0,319	1,041	580
0,030	0,330	1,077	600
0,032	0,341	1,112	620
0,034	0,351	1,147	639
0,036	0,361	1,180	657
0,038	0,371	1,212	675
0,039	0,376	1,228	684
0,042	0,136	0,870	247
0,044	0,139	0,891	253
0,046	0,142	0,911	259
0,048	0,145	0,930	264
0,050	0,148	0,950	270
0,052	0,151	0,968	275
0,054	0,154	0,987	280
0,056	0,157	1,005	286
0,058	0,160	1,023	291
0,070	0,176	1,124	319



COMPRIMENTO CRÍTICO PARA SARJETA PLATAFORMA DE CORTE (CONCRETO)



Q = Vazão em m³/s

C = Coeficiente de escoamento superficial

I = Intensidade pluviométrica local (mm / min)

A = Área da bacia contribuinte (ha)

Portanto:

$$Q = 0,00059802 \times L \quad I$$

sendo L o comprimento crítico da valeta

Área Molhada : A = 0,15625 m²

Perímetro Molhado: P = 1,38433 m

Raio Hidráulico: Rh = 0,112871 m

$$Rh^{2/3} = 0,233554 \text{ m}$$

Coef. de Rugosidade: n = 0,016

Equação de Manning:

$$Q = \frac{S \cdot R_h^{2/3} \cdot i^{1/2}}{n}$$

sendo:

Q = Vazão (m³/s)

i = Declividade longitudinal (m/m)

Portanto:

$$Q = 2,2808 \times i^{1/2} \quad II$$

Igualando a equação I com a II :

$$2,2808 \times i^{1/2} = 0,000598 \times L$$

$$L = 3813,91916 \times i^{1/2}$$

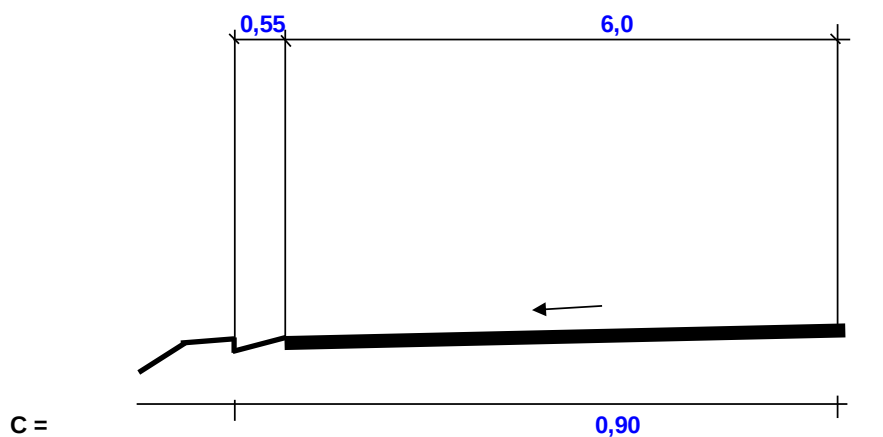


i (m/m)	Q (m³/s)	v (m/s)	L (m)
0,002	0,102	0,653	171
0,003	0,125	0,800	209
0,006	0,177	1,131	295
0,008	0,204	1,306	341
0,010	0,228	1,460	381
0,012	0,250	1,599	418
0,014	0,270	1,727	451
0,015	0,279	1,788	467
0,018	0,306	1,958	512
0,020	0,323	2,064	539
0,022	0,338	2,165	566
0,024	0,353	2,261	591
0,026	0,368	2,354	615
0,028	0,382	2,443	638
0,030	0,395	2,528	661
0,032	0,408	2,611	682
0,034	0,421	2,692	703
0,036	0,433	2,770	724
0,038	0,445	2,846	743
0,040	0,456	2,919	763
0,042	0,467	2,992	782
0,044	0,478	3,062	800
0,046	0,489	3,131	818
0,048	0,500	3,198	836
0,050	0,510	3,264	853
0,051	0,515	3,296	861
0,054	0,530	3,392	886
0,056	0,540	3,454	903
0,058	0,549	3,515	919
0,060	0,559	3,576	934



4.2. SARJETA DE BORDA DE PLATAFORMA DE ATERRO

COMPRIMENTO CRÍTICO PARA SARJETA DE BORDA DE ATERRO



$$t_c = 5$$

$$T(\text{anos}) = 10$$

$$Q = \text{Vazão em m}^3/\text{s}$$

$$C = \text{Coeficiente de escoamento superficial}$$

$$I = \text{Intensidade pluviométrica local (mm / min)}$$

$$A = \text{Área da bacia contribuinte (ha)}$$

$$\sum C.A = 5,90 \quad L \times m$$

$$I = 2,311187467 \quad \text{mm/min}$$

$$Q = C \cdot I \cdot A$$

$$6$$

Portanto:

$$Q = 0,0002271 \times L \quad \textcircled{I}$$

sendo L o comprimento crítico da valeta

Área Molhada : $A = 0,0478 \text{ m}^2$

Perímetro Molhado: $P = 0,7731 \text{ m}$

Raio Hidráulico: $R_h = 0,0618 \text{ m}$

$R_h^{2/3} = 0,156361 \text{ m}$

Coef. de Rugosidade: $n = 0,016$

Equação de Manning:

$$Q = \frac{S \cdot R_h^{2/3} \cdot i^{1/2}}{n}$$

sendo:

$Q = \text{Vazão (m}^3/\text{s)}$

$i = \text{Declividade longitudinal (m/m)}$

Portanto:

$$Q = 0,4671 \times i^{1/2} \quad \textcircled{II}$$

Igualando a equação $\textcircled{I}$ com a $\textcircled{II}$:

$$0,4671 \times i^{1/2} = 0,000227 \times L$$

$$L = 2057,161226 \times i^{1/2}$$



4.3. BUEIROS DE GREIDE

Para a fase de projeto, adotou-se como referência para os bueiros de greide a demonstração por planilhas de sua capacidade hidráulica em função das declividades de projeto (Tabela 2), obtendo informações de vazão e velocidades máximas como parâmetros para a concepção. Admitindo-se lâmina d'água máxima (y/D) igual a 0,80 da seção transversal das tubulações, e com aplicação da fórmula de Manning, a tabela a seguir apresenta a capacidade de vazão do condutor em função do seu diâmetro e declividade.

As classes dos tubos de concreto foram especificadas de acordo com a NBR – 8890/2020 – “Tubo de concreto armado de seção circular para águas pluviais”, sendo equivalentes as determinadas no projeto tipo do DNIT. Os tubos de concreto serão assentados sobre berço de concreto, conforme a disponibilidade do material na região. Serão usadas Bocas de Bueiros Simples, Caixas Coletoras de Sarjetas, Descidas D'água e Dissipadores de Energia como dispositivos auxiliares de entrada e saída dos bueiros de greide.



Tabela 2 - Vazões Admissíveis para Bueiros de Greide.

Seção Circular com Profundidade Normal				n(rug)= 0,015		Y/Ø= 0,80									
	Ø=0,40	y=0,32	Ø=0,50	y=0,40	Ø=0,60	y=0,48	Ø=0,80	y=0,64	Ø=1,00	y=0,80	Ø=1,20	y=0,96	Ø=1,50	y=1,20	
i (%)	Q (m³/s)	V (m/s)	Q (m³/s)	V (m/s)	Q (m³/s)	V (m/s)	Q (m³/s)	V (m/s)	Q (m³/s)	V (m/s)	Q (m³/s)	V (m/s)	Q (m³/s)	V (m/s)	
0,10%	0,06	0,52	0,10	0,60	0,16	0,68	0,35	0,82	0,64	0,95	1,04	1,08	1,89	1,25	
0,15%	0,07	0,63	0,12	0,74	0,20	0,83	0,43	1,01	0,79	1,17	1,28	1,32	2,32	1,53	
0,20%	0,08	0,73	0,14	0,85	0,23	0,96	0,50	1,16	0,91	1,35	1,48	1,52	2,68	1,77	
0,25%	0,09	0,82	0,16	0,95	0,26	1,07	0,56	1,30	1,02	1,51	1,65	1,70	2,99	1,98	
0,30%	0,10	0,90	0,18	1,04	0,28	1,17	0,61	1,42	1,11	1,65	1,81	1,86	3,28	2,16	
0,35%	0,10	0,97	0,19	1,12	0,31	1,27	0,66	1,54	1,20	1,78	1,95	2,01	3,54	2,34	
0,40%	0,11	1,03	0,20	1,20	0,33	1,36	0,71	1,64	1,28	1,91	2,09	2,15	3,79	2,50	
0,45%	0,12	1,10	0,21	1,27	0,35	1,44	0,75	1,74	1,36	2,02	2,21	2,28	4,02	2,65	
0,50%	0,12	1,16	0,23	1,34	0,37	1,52	0,79	1,84	1,44	2,13	2,33	2,41	4,23	2,79	
0,55%	0,13	1,21	0,24	1,41	0,39	1,59	0,83	1,93	1,51	2,24	2,45	2,52	4,44	2,93	
0,60%	0,14	1,27	0,25	1,47	0,40	1,66	0,87	2,01	1,57	2,33	2,56	2,64	4,64	3,06	
0,65%	0,14	1,32	0,26	1,53	0,42	1,73	0,90	2,09	1,64	2,43	2,66	2,74	4,83	3,18	
0,70%	0,15	1,37	0,27	1,59	0,43	1,79	0,94	2,17	1,70	2,52	2,76	2,85	5,01	3,30	
0,75%	0,15	1,42	0,28	1,64	0,45	1,86	0,97	2,25	1,76	2,61	2,86	2,95	5,18	3,42	
0,80%	0,16	1,46	0,29	1,70	0,46	1,92	1,00	2,32	1,82	2,70	2,95	3,04	5,35	3,53	
0,85%	0,16	1,51	0,29	1,75	0,48	1,98	1,03	2,39	1,87	2,78	3,04	3,14	5,52	3,64	
0,90%	0,17	1,55	0,30	1,80	0,49	2,03	1,06	2,46	1,93	2,86	3,13	3,23	5,68	3,75	
0,95%	0,17	1,59	0,31	1,85	0,51	2,09	1,09	2,53	1,98	2,94	3,22	3,32	5,84	3,85	
1,00%	0,18	1,64	0,32	1,90	0,52	2,14	1,12	2,60	2,03	3,01	3,30	3,40	5,99	3,95	
1,05%	0,18	1,68	0,33	1,95	0,53	2,20	1,15	2,66	2,08	3,09	3,38	3,49	6,13	4,05	
1,10%	0,18	1,72	0,34	1,99	0,55	2,25	1,17	2,72	2,13	3,16	3,46	3,57	6,28	4,14	
1,15%	0,19	1,75	0,34	2,04	0,56	2,30	1,20	2,79	2,18	3,23	3,54	3,65	6,42	4,24	
1,20%	0,19	1,79	0,35	2,08	0,57	2,35	1,23	2,85	2,22	3,30	3,62	3,73	6,56	4,33	
1,25%	0,20	1,83	0,36	2,12	0,58	2,40	1,25	2,90	2,27	3,37	3,69	3,81	6,69	4,42	
1,30%	0,20	1,87	0,36	2,16	0,59	2,44	1,28	2,96	2,31	3,44	3,76	3,88	6,83	4,50	
1,35%	0,20	1,90	0,37	2,21	0,60	2,49	1,30	3,02	2,36	3,50	3,84	3,96	6,96	4,59	
1,40%	0,21	1,94	0,38	2,25	0,62	2,54	1,32	3,07	2,40	3,57	3,91	4,03	7,08	4,67	
1,45%	0,21	1,97	0,38	2,29	0,63	2,58	1,35	3,13	2,44	3,63	3,98	4,10	7,21	4,76	
1,50%	0,22	2,00	0,39	2,33	0,64	2,63	1,37	3,18	2,49	3,69	4,04	4,17	7,33	4,84	
1,55%	0,22	2,04	0,40	2,36	0,65	2,67	1,39	3,23	2,53	3,75	4,11	4,24	7,45	4,92	
1,60%	0,22	2,07	0,40	2,40	0,66	2,71	1,42	3,29	2,57	3,81	4,18	4,31	7,57	5,00	
1,65%	0,23	2,10	0,41	2,44	0,67	2,75	1,44	3,34	2,61	3,87	4,24	4,37	7,69	5,07	
1,70%	0,23	2,13	0,42	2,48	0,68	2,80	1,46	3,39	2,65	3,93	4,30	4,44	7,81	5,15	
1,75%	0,23	2,16	0,42	2,51	0,69	2,84	1,48	3,44	2,69	3,99	4,37	4,50	7,92	5,23	
1,80%	0,24	2,19	0,43	2,55	0,70	2,88	1,50	3,48	2,72	4,04	4,43	4,57	8,03	5,30	
1,85%	0,24	2,22	0,43	2,58	0,71	2,92	1,52	3,53	2,76	4,10	4,49	4,63	8,14	5,37	
1,90%	0,24	2,25	0,44	2,62	0,72	2,96	1,54	3,58	2,80	4,15	4,55	4,69	8,25	5,45	
1,95%	0,25	2,28	0,45	2,65	0,73	2,99	1,56	3,63	2,84	4,21	4,61	4,75	8,36	5,52	
2,00%	0,25	2,31	0,45	2,68	0,74	3,03	1,58	3,67	2,87	4,26	4,67	4,81	8,47	5,59	



4.4. BUEIROS DE TALVEGUE

Os bueiros de talvegue foram dimensionados a partir da fórmula de Manning considerando-se regime permanente e dimensionados pela Teoria da Vazão Crítica considerando-se a obra operando com lâmina d'água livre a montante para a descarga calculada considerando o período de recorrência de 50 anos, observando-se os critérios descritos no Item 4 e 5.

As vazões para o cálculo foram obtidas do Estudo hidrológico, conforme relatório RT-168A3174-PE-DRE-001.

As classes dos tubos de concreto foram especificadas de acordo com a NBR – 8890/2020 – “Tubo de concreto armado de seção circular para águas pluviais”, sendo equivalentes as determinadas no projeto tipo do DNIT. Os tubos de concreto serão assentados sobre berço de concreto, conforme a disponibilidade do material na região. Serão usadas Bocas de Bueiros, Caixas Coletoras de Talvegue, Escadas hidráulicas, Bacias de Captação e Dissipadores de Energia como dispositivos auxiliares de entrada e saída dos bueiros de talvegue.

A seguir está apresentado o quadro com o dimensionamento hidráulico dos bueiros projetados.



PLANILHA DE CÁLCULO HIDRÁULICO - BUEIROS DE TALVEGUE

Bacia número	Estaca	OAC PROJETADA		Controle		Declivid.	TR	Vazão	Veloc.	Lâmina d'água	Lâmina crítica	Regime de escoamento
		Tipo	Dimensões	Entrada Hw (m)	Saída Hw (m)							
1D+1E	32+16,00	BSTM	- Ø 3,00	3,06	-	0,70	15	21,95	4,27	2,05	2,05	Supercrítico
		BSTM	- Ø 3,00	3,62	-	0,70	25	26,90	4,37	2,44	2,27	Subcrítico
1E	38+0,00	BSCC	2,00 x 2,00	3,05	-	0,50	25	14,62	3,61	2,03	1,76	Subcrítico
		BSCC	2,00 x 2,00	3,05	-	0,50	50	14,62	3,61	2,03	1,76	Subcrítico
1E	38+0,00	BSCC	2,50 x 2,50	2,02	-	0,50	25	9,25	3,31	1,12	1,12	Supercrítico
		BSCC	2,50 x 2,50	3,07	-	0,50	50	16,26	3,80	1,71	1,63	Subcrítico
2D	62+0,00	BSCC	2,50 x 2,50	2,91	-	0,50	25	17,77	3,87	1,84	1,73	Subcrítico
		BSCC	2,50 x 2,50	3,12	-	0,50	50	19,41	3,94	1,97	1,83	Subcrítico
3D	105+14,00	BTTC	- Ø 1,20	1,59	-	1,50	15	8,14	3,90	0,71	0,91	Supercrítico
		BTTC	- Ø 1,20	1,68	-	1,50	25	8,69	3,96	0,74	0,94	Supercrítico
EX		BTTC	- Ø 1,20	0,87	-	0,50	15	3,69	2,13	0,61	0,60	Subcrítico
		BTTC	- Ø 1,20	0,92	-	0,50	25	3,94	2,16	0,64	0,62	Subcrítico
4D	241+0,00	BSCC	1,50 x 1,50	1,01	-	0,50	25	2,55	2,40	0,71	0,67	Subcrítico
		BSCC	1,50 x 1,50	1,08	-	0,50	50	2,79	2,46	0,76	0,71	Subcrítico