TERMO DE REFERÊNCIA

“IMPLANTAÇÃO DE MELHORIAS NO SISTEMA DE DRENAGEM NO MUNICIPIO DE SALES OLIVEIRA – ROTATÓRIA DO CRISTO”

UGRHI 04 – PARDO

FEHIDRO - PROGRAMA DE DURAÇÃO CONTINUADA

PDC 7: Drenagem e Eventos Hidrológicos Extremos
SubPDC 7.1: Ações estruturais de micro ou macrodrenagem para mitigação de inundações e alagamentos

SETEMBRO/2026

IDENTIFICAÇÃO DA INSTITUIÇÃO

PREFEITURA MUNICIPAL DE SALES OLIVEIRA/SP

PRAÇA DOMINGOS TAVARES BARRADA S/Nº – CEP 14660-000

Fone 16 38520200

CNPJ: 46.756.029/0001-07

Responsável: Mônica da Silva Favarim – Prefeita Municipal - CPF. nº 342.343.698-03

E-mail: projetos@salesoliveira.sp.gov.br

Objeto: **Drenagem e Eventos Hidrológicos Extremos - IMPLANTAÇÃO DE MELHORIAS NO SISTEMA DE DRENAGEM NO MUNICIPIO DE SALES OLIVEIRA – ROTATÓRIA DO CRISTO.**

Tomador: **PREFEITURA MUNICIPAL DE SALES OLIVEIRA**

FINANCIADOR

RECURSOS: SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE, INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA-FEHIDRO

COLEGIADO: COMITE DA BACIA HIDROGRAFICA DO PARDO - UGRHI 04: CBH – PARDO

REGIÂO ADMINISTRATIVA DO ESTADO: RIBEIRÃO PRETO

REGIÃO DE GOVERNO: RIBEIRÃO PRETO

1. INTRODUÇÃO

Este Termo de Referência apresenta as especificações das atividades e serviços a serem desenvolvidos por empresa a ser contratada, para subsidiar a "**Drenagem e Eventos Hidrológicos Extremos - IMPLANTAÇÃO DE MELHORIAS NO SISTEMA DE GALERIAS PLUVIAIS E CONTROLE DE EROSÃO NO MUNICIPIO DE SALES OLIVEIRA – ROTATÓRIA DO CRISTO,**" conforme a **DELIBERAÇÃO CBH-PARDO 323, DE 03 DE MARÇO DE 2023.**

Tipologia empreendimento conforme anexo 2 do MPO:

PDC 7: Drenagem e Eventos Hidrológicos Extremos
SubPDC 7.1: Ações estruturais de micro ou macrodrenagem para mitigação de inundações e alagamentos

2. Equipe Técnica:

2.1 Equipe do proponente tomador

A equipe da prefeitura municipal será oferecida como contrapartida não financeira.

Nome	Formação	Experiência	Função	Dedicação
ANDRÉ LUIZ BRAZÃO	Engenheiro Civil - CREA 50.698.529-34	9 anos	Engenheiro Civil	4h / dia
Isaac Roque	Biólogo	4 anos	Coordenador, Meio Ambiente	8h / dia

2.2 Equipe técnica mínima da CONTRATADA

Formação	Experiência	Função	Dedicação
Topógrafo	1 ano	Levantamento de áreas	8h / dia
Engenheiro civil ou sanitarista	2 anos	Dimensionamento hidráulico, galeria e afins	4h / dia
Engenheiro ambiental/ Agrónomo/Biólogo	2 anos	Elaboração de laudos de fauna e flora	4h / dia
Engenheiro estrutural	2 anos	Elaboração de projetos estruturais	4h / dia

3. JUSTIFICATIVA E DIAGNÓSTICO

No RELATÓRIO PROGNÓSTICO – REVISÃO 01 do Plano de Bacia Hidrográfica do

Pardo, foi citado a necessidade elaboração de planos diretores de drenagem Urbana pelos municípios que compõem a Bacia. No entanto Sales Oliveira concluiu seu plano Diretor de Drenagem Urbana, o qual apontou a necessidade de diversas obras e intervenções para solucionar problemas de enchentes, alta velocidade de escoamento das águas pluviais e de erosão.

SALES OLIVEIRA é um município brasileiro do estado de São Paulo, parte da Região Metropolitana de Ribeirão Preto (RMRP), localiza-se a uma latitude 20º46'19" sul e a uma longitude 47º50'16" oeste, estando a uma altitude de 730 metros. Sua população em 2022 é de 11.420 habitantes

O município de SALES OLIVEIRA encontra-se inserido na Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI 4 – denominada Pardo, conforme apresentado na figura 2. Dentre os principais cursos d'água da região de SALES OLIVEIRA, destacam-se: o Pardo e seus tributários, os córregos do Ribeirão do Agudo, Aurora, Ponte Funda e do Capão da Cruz; além de inúmeros outros córregos, que formam a bacia hidrográfica regional.

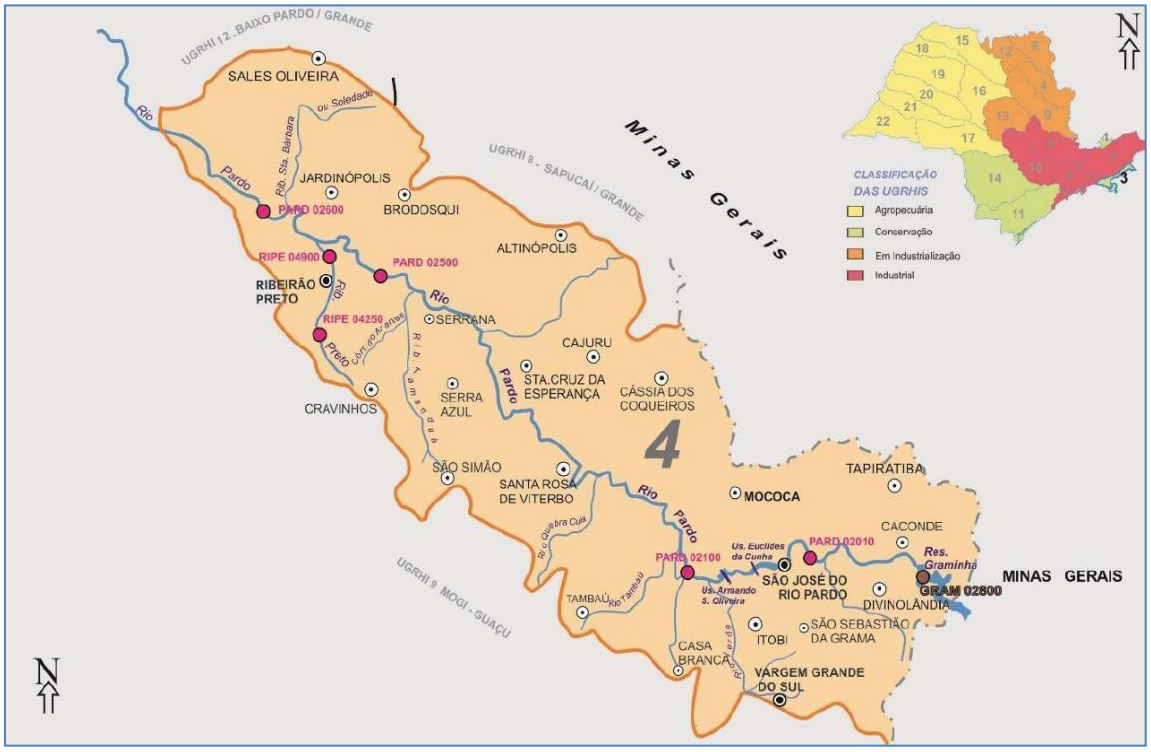


Figura 1: UGRHI 4 - PARDO.

Esses dados fazem parte do **PLANO DIRETOR DE MACRODRENAGEM URBANA** do Município de Sales Oliveira – SP, realizado com recursos do FEHIDRO, contratado no ano de 2016.

As obras são descritas no **PLANO DIRETOR DE MACRODRENAGEM** nos itens e

páginas identificadas abaixo:

Página 137

Item 11.2. PLANO DE AÇÃO

Quadro 24: Dimensão necessária das Passagens para que não haja Estrangulamento

Página 219

Item 12.1.3 EROSÃO - CRISTO

Item 12.1.3.1. GABIÃO TIPO CAIXA.

4. OBJETIVO

O objetivo é reduzir a erosão nas margens do córrego Aurora e controle de inundação próximo a rotatória do Cristo no município de Sales Oliveira.

5. METODOLOGIA

A Prefeitura de Sales Oliveira contratará empresa especializada por meio de processo licitatório. As etapas deverão ser acompanhadas pelos técnicos da Prefeitura, observando os prazos estipulados no cronograma físico-financeiro e as especificações dos memoriais, projetos e demais documentos pertinentes.

6. ÁREA DE ESTUDO

6.1. LOCALIZAÇÃO

O município de Sales Oliveira localiza-se a uma latitude 20º46'19" sul e a uma longitude 47º50'16" oeste, estando a uma altitude de 730 metros, na região nordeste do Estado de São Paulo e faz parte da Região Metropolitana de Ribeirão Preto (RMRP), como pode-se verificar na Figura 2.

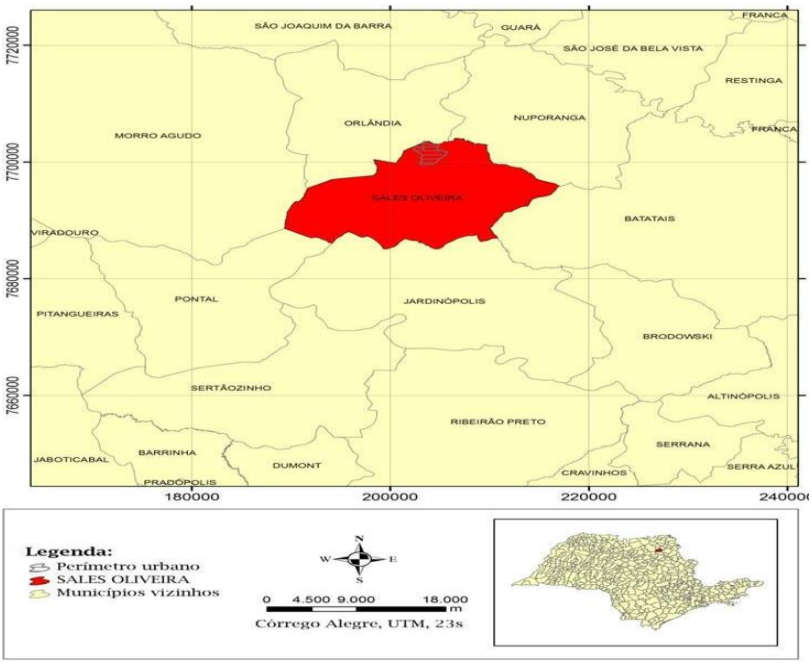


Figura 2: Localização de Sales Oliveira

7. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO AMBIENTE

7.1. RECURSOS HÍDRICOS

O município é dividido em 4 bacias, sendo elas a Bacia do Ribeirão Santa Bárbara; Bacia do Ribeirão do Agudo; Bacia do ribeirão da Floresta e Bacia do ribeirão Santa Quitéria. A bacia de maior abrangência no município é a Bacia do Ribeirão Santa Bárbara tendo como afluentes principais: Córrego Aurora e o Córrego Santa Luzia. A área urbana se divide na bacia do Ribeirão Santa Bárbara e Ribeirão do Agudo.

A Figura 3 espacializa a hidrografia encontrada na região.

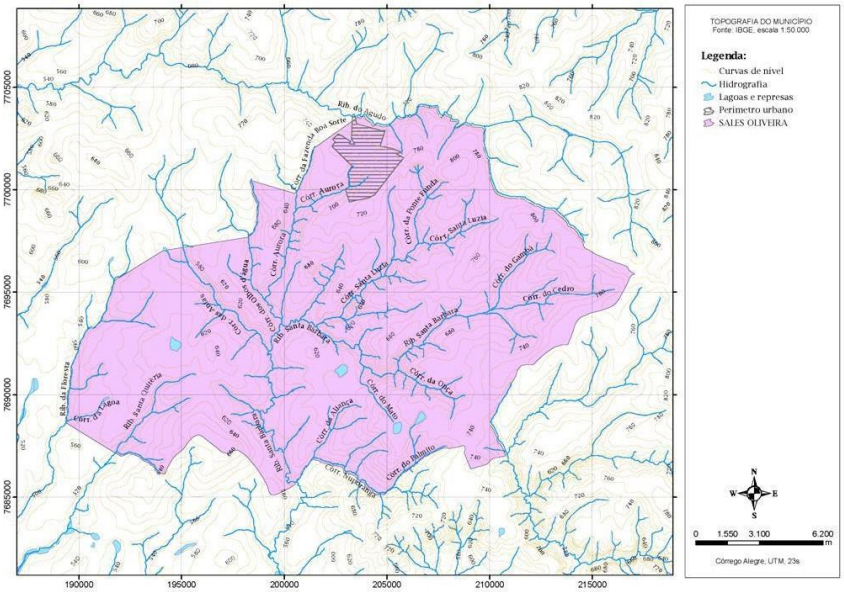


Figura 3: Recursos hídricos municipais
Fonte: Folhas topográficas do IBGE, escala 1:50.000

8. LEVANTAMENTO DA BASE CADASTRAL E TOPOGRÁFICO

8.1. LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

O levantamento topográfico foi realizado com base no Mapa "Planta da Cidade" de 2009 da Prefeitura Municipal, o qual possui curvas de nível com espaçamento de metro em metro em toda área urbana de Sales Oliveira.

A cota mínima da curva de nível é de 640 m e a máxima 799 m, os pontos cotados foram de 665 m a 791 m de altitude. Com base nestas informações foi gerado o modelo numérico de terreno (MNT), com uma superfície de 639,225 m a 799,334 m (Figura 4).

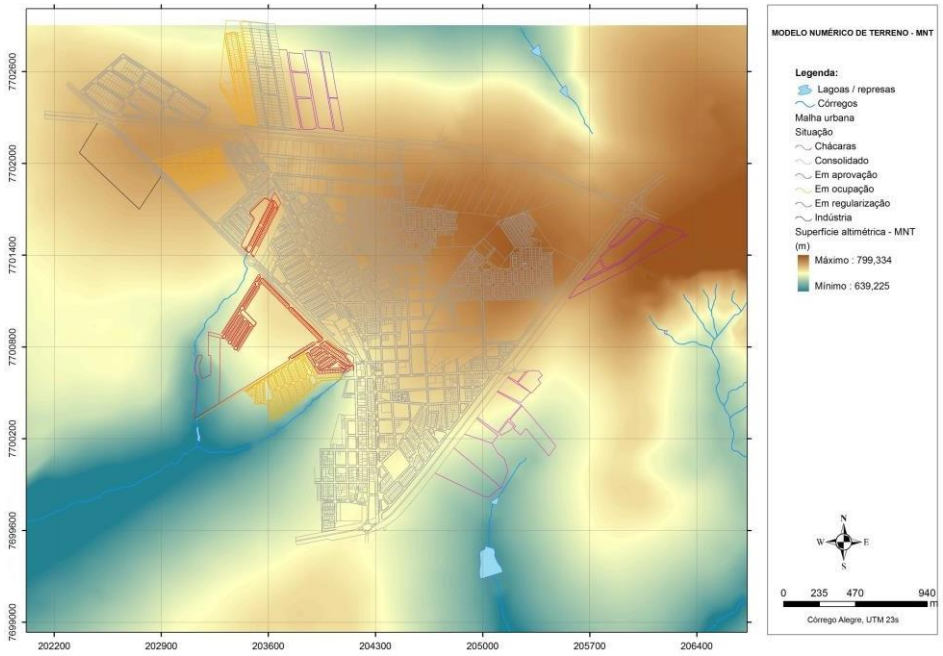


Figura 4: Superfície altimétrica - MNT

8.2 SITUAÇÃO DA PONTE E DO CANAL

A ponte P1 da Bacia B, localizada na SP - 328 próximo à rotatória do Cristo (coordenadas UTM 203442 e 7701401 no fuso 23 sul) possui seção retangular de 2,5 x 3,4 m em concreto armado, em boas condições de escoamento (Figura 5).



Figura 5: Ponte P1 na Bacia B, localizada na SP - 328 - rotatória do Cristo
Fonte: Felco Faleiros - fotografia em 17 de fevereiro de 2017

A jusante desta ponte há um canal aberto retangular de 4,5 x 1,3 m de concreto com assoreamento, invasão da vegetação e lançamento de esgoto clandestino (Figura 6).



Figura 6: Canal com lançamento clandestino de esgoto
Fonte: Felco Faleiros - fotografia em 17 de fevereiro de 2017

Após este canal artificial há uma ponte (P2 da bacia B) com seção circular de concreto, sendo 2 passagens de concreto de 1,5 m de diâmetro e 1 passagem de concreto de 0,6 m de diâmetro (coordenadas UTM 203434 e 7701332 no fuso 23 sul). Cabe ressaltar que a vegetação está encobrindo as seções diminuindo a passagem de água no local (Figura 7).



Figura 7: Ponte P2 na bacia B, localizada na rotatória do Cristo
Fonte: Felco Faleiros - fotografia em 17 de fevereiro de 2017

Após esta ponte há um patamar de concreto, o qual era o fundo do canal artificial (coordenadas UTM 203433 e 7701320 no fuso 23 sul). Entretanto, atualmente se instaurou uma erosão no canal a jusante da ponte do Cristo (Figura 8).



Figura 8: Lançamento clandestino de esgoto
Fonte: Felco Faleiros - fotografia em 17 de fevereiro de 2017

Memorial de calculo

9. METODOLOGIA PARA OS ESTUDOS HIDRÁULICOS E HIDRÓLOGICOS

9.1. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

9.1.1. MÉTODO RACIONAL

Para bacias que não apresentam complexidade e que tenham até 2km² de área de drenagem é usual que a vazão de projeto seja determinada pelo Método Racional. Embora tenha sido frequentemente sujeito a críticas acadêmicas devido à sua simplicidade, nenhum outro método foi desenvolvido dentro de um nível de aceitação geral. Para o cálculo da vazão máxima utiliza-se:

Q =166,67x$Cxi\ xAxD$ (Equação i)

Sendo:
Q=vazão máxima (l/s);
C=coeficiente de escoamento superficial, conforme Quadro 5;
i= intensidade da chuva crítica (mm/min);
A = área da bacia de contribuição (ha);
D= coeficiente de distribuição da chuva.

O coeficiente de distribuição da chuva (D) é calculado a partir da seguinte condição:

- se A<50ha, D=1; e
- sendo A>50ha, D = 1 – 0,009 x L/2, em que L=comprimento do talvegue, em km.

O coeficiente de escoamento superficial (C) é calculado conforme o Quadro 1:

Quadro 1: Coeficiente de escoamento superficial *(runoff)*

Uso o solo ou grau de urbanização	Valores	
	Mínimos	Máximos
Área totalmente urbanizada Urbanização futura	0,50	0,70
Área parcialmente urbanizada Urbanização moderada	0,35	0,50
Área predominante de plantações, pastos, etc. Urbanização atual	0,20	0,35

Fonte: DAEE (1994).

Para o cálculo da intensidade de precipitação, deve-se adotar um tempo de duração de chuva crítica (tc). Este tempo, conhecido também como o da chuva de projeto, é adotado como sendo igual ao tempo de concentração da bacia estudada da seção de interesse.

No projeto será adotado o método de "Califórnia Culverts Pratice" que utiliza a seguinte equação:

$$tc = 57 \times \left(\frac{L^3}{\Delta h} \right)^{0,385} \quad \text{(Equação ii)}$$

Em que:
tc= tempo de concentração (min);
L= comprimento do talvegue (km);
Δh= diferença de nível (m).

A intensidade das chuvas para Sales Oliveira foi calculada baseada no software Pluvio 2.1 desenvolvido pelo grupo de pesquisa em recursos hídricos da Universidade Federal de Viçosa1. A equação utilizada foi:

$$i_{t,T} = \frac{K \times T^a}{(t+b)} \quad \textit{(Equação iii)}$$

Em que:
T é o período de retorno [anos];
t é a duração da chuva [min];
i é a intensidade de precipitação [mm/hora]
K; a; b e c são parâmetros de ajuste estatístico (para Sales Oliveira: K= 1959,662; .a= 0,148; b=24,968 e c=0,817)

O Quadro 2 mostra uma simulação das intensidades em diversos tempos de duração e períodos de retorno.

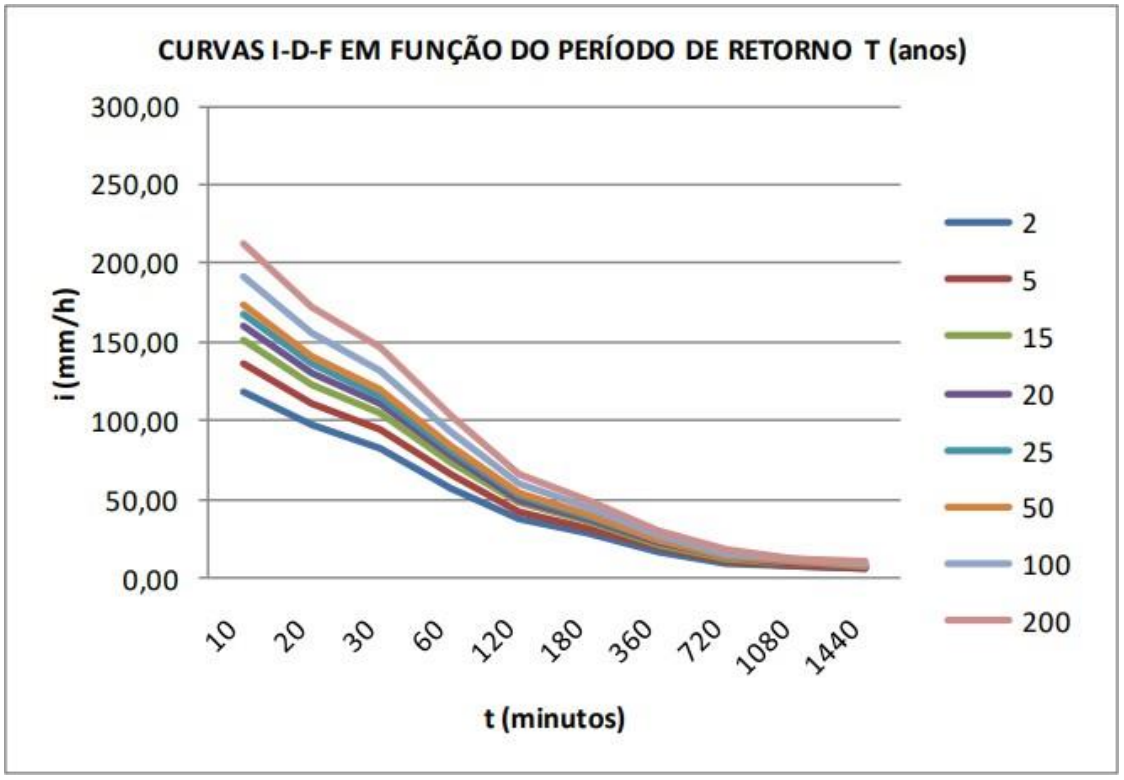
Quadro 2: Simulação das intensidades em diversos tempos de duração e períodos de retorno

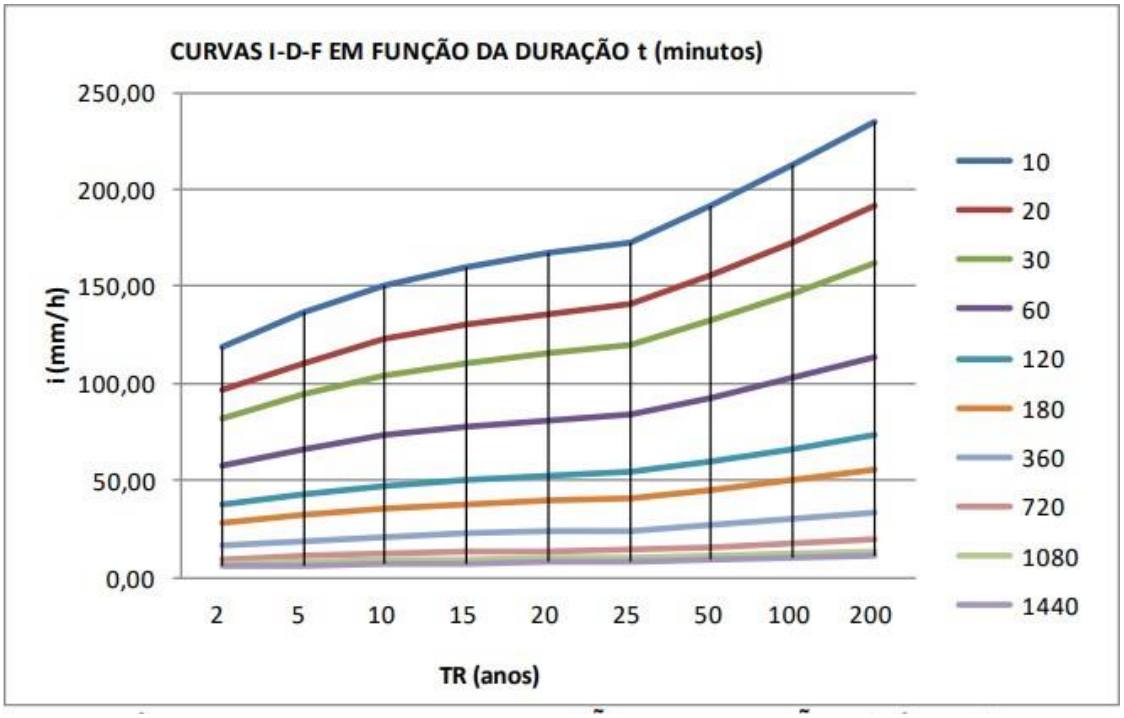
Duração t (minutos)	Período de retorno T (anos)								
	2	5	10	15	20	25	50	100	200
10	119,00	136,29	151,01	160,35	167,32	172,94	191,62	212,33	235,26
20	96,90	110,97	122,96	130,56	136,24	140,82	156,03	172,89	191,56
30	82,24	94,18	104,35	110,81	115,63	119,51	132,42	146,73	162,58
60	57,61	65,98	73,11	77,63	81,01	83,73	92,77	102,80	113,90

[1] Software Pluvio 2.1 - Disponível em: http://www.gprh.ufv.br/?area=softwares. Acesso 24/02/2017

Duração t (minutos)	Período de retorno T (anos)								
	2	5	10	15	20	25	50	100	200
120	37,24	42,65	47,25	50,17	52,36	54,11	59,96	66,44	73,62
180	28,06	32,14	35,61	37,81	39,45	40,78	45,18	50,06	55,47
360	16,77	19,20	21,28	22,59	23,57	24,37	27,00	29,92	33,15
720	9,78	11,20	12,41	13,17	13,75	14,21	15,74	17,44	19,33
1080	7,08	8,11	8,99	9,55	9,96	10,30	11,41	12,64	14,01
1440	5,63	6,44	7,14	7,58	7,91	8,18	9,06	10,04	11,12

As figuras a seguir representam as curvas I-D-Fs (Intensidade-DuraçãoFrequencia) para a cidade de Sales Oliveira, conforme a Equação iv supracitada.





Para a definição do TR (período de retorno), seguiu-se a orientação do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo – DAEE (1994), que sugere, a título de orientação, em função do tipo de ocupação, para obras de drenagem a utilização de eventos hidrológicos com os períodos de retorno indicados no Quadro 3.

Quadro 3: Períodos de Retorno para obras de drenagem recomendados pelo DAEE

Tipo de Obras	Tipo de Ocupação do Solo	Período de Retorno (TR) (anos)
Galerias e Ruas	Residencial	2
	Comercial, Edifícios Públicos	5
	Comercial, Alta Valorização	5 a 10
Canal a Céu Aberto	Terra	50
	Gabião	
	Pedra Argamassada Rachão	
	Concreto	
Pontes, Bueiros e Estruturas Afins	Concreto	100
Canal em galeria	Concreto	100
Diques marginais (áreas urbanas)	Concreto	100

Fonte: DAEE (1994)

9.1.2. MÉTODO DE I-PAI-WU

Este método é utilizado para bacias de 2 a 200 km². Os principais fatores intervenientes, que deverão ser avaliados em cada bacia são:

- Forma (F), área e declividade;

- Intensidade e distribuição da chuva crítica;
- Características da superfície da bacia hidrográfica envolvendo:
  a Provável utilização futura dos terrenos;
  o Grau de impermeabilização do solo;
  o Existência de depressões ou bacias de acumulação que diminuam os picos de cheia;
  o Grau de saturação do solo devido às chuvas antecedentes;
- Tempo de escoamento superficial (ts)
- Tempo de concentração (tc)
- Tempo de pico (tp)

A expressão utilizada para a aplicação do método advém do método racional, como demonstrada a seguir:

$$Q = 0{,}278 \times C \times i \times A^{0,9} \times k \quad \text{(Equação v)}$$

Sendo:
Q=vazão de cheia (m³/s)
C=coeficiente de escoamento superficial
i=intensidade da chuva crítica (mm/h)
A=área da bacia de contribuição (km²)
K=coeficiente de distribuição espacial da chuva

Sendo assim, inicialmente determina-se a chuva crítica, conhecida com a de projeto, a partir desta desconta-se as perdas e obtém-se a chuva efetiva.
A parcela que infiltra no solo é classificada a partir do conhecimento do uso do solo, grau de urbanização, cobertura vegetal e tipo de solo.

Grau de impermeabilização do solo em função do seu uso

Grau de impermeabilidade do solo	Cobertura ou tipo de solo	Uso do solo ou grau de urbanização
Baixo	Com vegetação rala e/ou esparsa Solo arenoso seco Terrenos cultivados	Zonas verdes Não urbanizadas
Médio	Terrenos com manto fino de material poroso Solos com pouca vegetação Gramados amplos Declividade média	Zona residencial com lotes amplos (maior que 1000m²) Zona residencial rarefeita
Alto	Terrenos pavimentados Solos argilosos Terrenos rochosos estéreis ondulados Vegetação quase inexistente	Zona residencial com lotes pequenos (100 a 1000m²)

Fonte: DAEE (1994)

O C2 deverá ser obtido pela ponderação dos coeficientes das áreas parciais ou sub-bacias, conforme Quadro abaixo:

Coeficiente volumétrico de escoamento (C2)

Localização	C2
Zona rural	0,25
Zona Suburbana	0,40
Zona urbana	0,60
Zona urbana central	0,80

Fonte: Morano (2006)

Sempre que a área da bacia em estudo apresentar diferentes usos do solo, considera-se um valor médio, determinado a partir da seguinte equação:

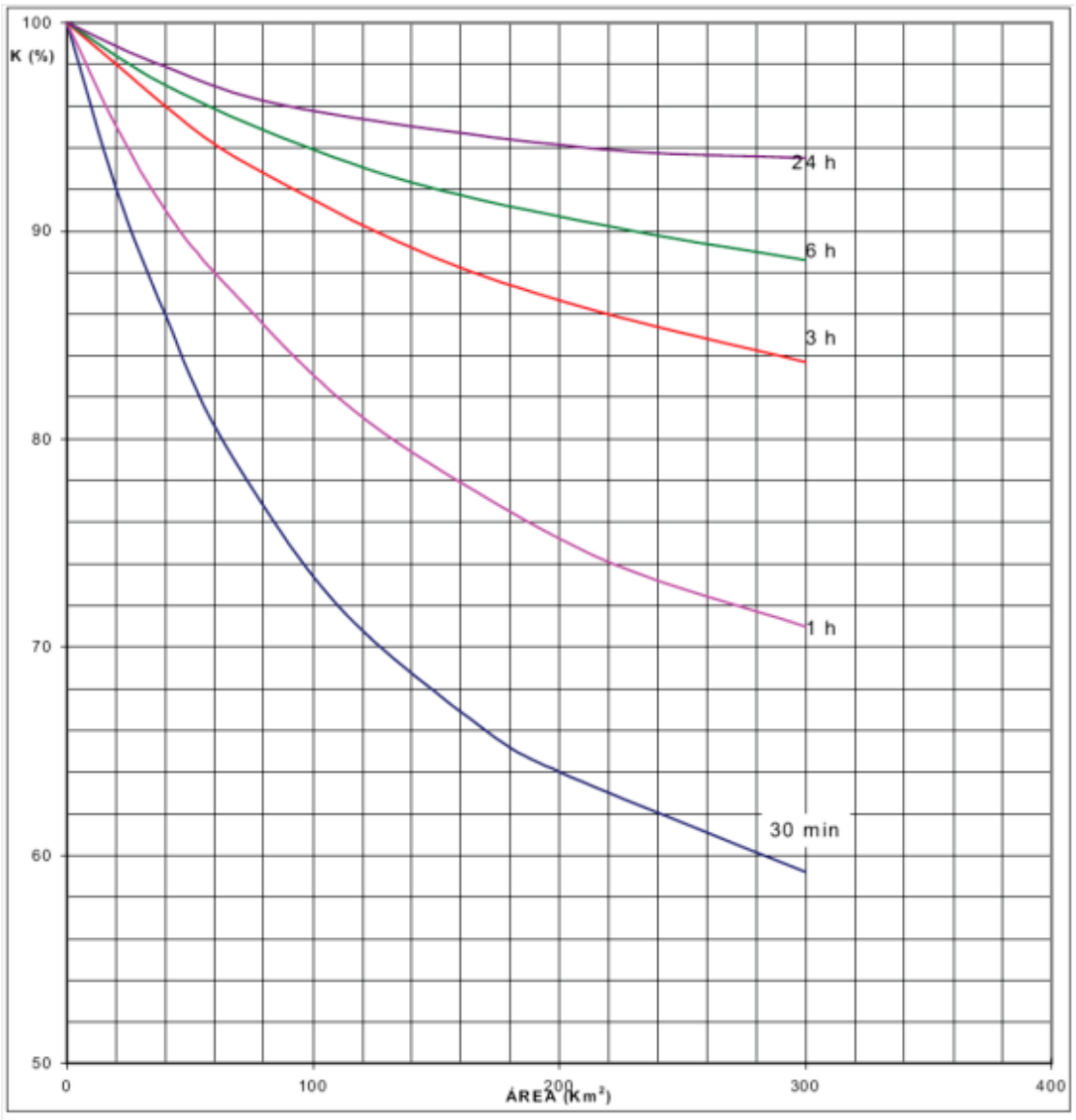
$$C2 = \frac{\left(\sum C2i \times Ai\right)}{A} \quad \text{(Equação x)}$$

Em que a área Ai, corresponderá a C2i.

Por fim, o coeficiente de escoamento da fórmula racional é calculado por:

$$C = f\frac{C2}{C1} \quad \text{(Equação xi)}$$

A determinação da intensidade da chuva (i) se faz de modo análogo ao do método racional A desigualdade da distribuição das chuvas será levada em conta através do parâmetro k.



Coeficiente de distribuição espacial da chuva (K)
Fonte: DAEE (1994)

9.2. ESTUDOS HIDRÁULICOS

9.2.1 - GALERIAS, PONTES/PASSAGENS E CANAIS/ CONDUTOS

Para a verificação das capacidades, foi calculada em cada galeria, ponte/passagem e canal a vazão plena de escoamento e o procedimento de cálculo foi dado pela fórmula de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot \sqrt{I_0} \cdot R_h^{2/3} \cdot A \quad \text{(Equação xv), sendo } R_h = \frac{A}{P}$$

Em que:

- *D* é o diâmetro da galeria (*m*);
- *A* é a área molhada (m^2);
- *P* é o perímetro molhado (m);
- *h R* é o raio hidráulico (*m*).
- *Q* é a vazão no conduto (m^3 / *s*);
- 0 *I* é a declividade transversal média do trecho (*m m*)
- *n* é o coeficiente de rugosidade de Manning equivalente à altura do escoamento;

A definição do coeficiente de rugosidade de Manning foi dada pela Figura 8.

Natureza das Paredes	Condições			
	Muito Boas	Boas	Regu-lares	Más
Tubos de ferro fundido sem revestimento	0,012	0,013	0,014	0,015
Idem, com revestimento de alcatrão	0,011	0,012*	0,013*	---
Tubos de ferro galvanizado	0,013	0,014	0,015	0,017
Tubos de bronze ou de vidro	0,009	0,010	0,011	0,013
Condutos de barro vitrificado, de esgotos	0,011	0,013*	0,015	0,017
Condutos de barro, de drenagem	0,011	0,012*	0,014*	0,017
Alvenaria de tijolos com argamassa de cimento: condutos de esgoto, de tijolos	0,012	0,013	0,015*	0,017
Superfícies de cimento alisado	0,010	0,011	0,012	0,013
Superfícies de argamassa de cimento	0,011	0,012	0,013*	0,015
Tubos de concreto	0,012	0,013	0,015	0,016
Condutos e aduelas de madeira	0,010	0,011	0,012	0,013
Calhas de prancha de madeira aplainada	0,010	0,012*	0,013	0,014
Idem, não aplainada	0,011	0,013*	0,014	0,015
Idem, com pranchões	0,012	0,015*	0,016	---
Canais com revestimento de concreto	0,012	0,014*	0,016	0,018
Alvenaria de pedra argamassa	0,017	0,020	0,025	0,030
Alvenaria de pedra seca	0,025	0,033	0,033	0,035
Alvenaria de pedra aparelhada	0,013	0,014	0,015	0,017
Calhas metálicas lisas (semicirculares)	0,011	0,012	0,013	0,015
Idem, corrugadas	0,023	0,025	0,028	0,030
Canais de terra, retilíneos e uniformes	0,017	0,020	0,023	0,025
Canais abertos em rocha, lisos e uniformes	0,025	0,030	0,033*	0,035
Canais abertos em rocha, irregulares, ou de paredes de pedra irregulares e mal-arrumadas.	0,035	0,040	0,045	---
Canais dragados	0,025	0,028	0,030	0,033
Canais curvilíneos e lamosos	0,023	0,025*	0,028	0,030
Canais com leito pedregoso e vegetação aos taludes	0,025	0,030	0,035*	0,040
Canais com fundo de terra e taludes empedrados	0,028	0,030	0,033	0,035
ARROIOS E RIOS				
1. Limpos, retilíneos e uniformes	0,025	0,028	0,030	0,033
2. Como em 1, porém com vegetação e pedras.	0,030	0,033	0,035	0,040
3. Com meandros, bancos e poços pouco profundos, limpos	0,035	0,040	0,045	0,050
4. Como em 3, águas baixas, declividade fraca	0,040	0,045	0,050	0,055
5. Como em 3, com vegetação e pedras	0,033	0,035	0,040	0,045
6. Como em 4, com pedras	0,045	0,050	0,055	0,060
7. Com margens espraiadas, pouca vegetação	0,050	0,060	0,070	0,080
8. Com margens espraiadas, muita vegetação	0,075	0,100	0,125	0,150

* Valores aconselhados para projetos.

Figura 8: Valores do coeficiente de rugosidade da fórmula de Manning
Fonte: PORTO (2003)

Após o cálculo das capacidades dos canais verificou-se a situação das velocidades de escoamento em cada caso, podendo-se averiguar situações com deposição de lama, lodo ou material em suspensão e crescimento de plantas aquáticas, quando as velocidades médias estavam abaixo da velocidade média mínima aconselhável Quadro 11 ou então casos de possibilidades de erosões do material das paredes e fundo do canal quando a velocidade do canal estiver acima da velocidade média máxima aconselhável.

Quadro 4: Limites aconselháveis para a velocidade média dos canais

Material das Paredes do Canal	Velocidade (m/s) média		máxima
Areia muito fina	0,23	a	0,30
Areia média solta	0,30	a	0,46
Areia grossa	0,46	a	0,61
Terreno Arenoso Comum	0,61	a	0,76
Terreno Silte-Argiloso	0,76	a	0,84
Terreno de Aluvião	0,84	a	0,91
Terreno Argiloso Compacto	0,91	a	1,14
Terreno Argiloso, duro, solo cascalhento	1,22	a	1,52
Cascalho grosso, pedregulho, piçarra	1,52	a	1,83
Rochas sedimentares moles - xistos	1,83	a	2,44
Alvenaria	2,44	a	3,05
Rochas Compactas	3,05	a	4,00
Concreto	4,00	a	6,00

Fonte: Porto (2003)

10. RESULTADOS DOS ESTUDOS HIDRÁLICOS E HIDROLÓGICOS

10.1. ESTUDOS HIDROLÓGICOS – MACROBACIAS

10.1.1. SITUAÇÃO ATUAL

O Quadro 5 mostra o estudo hidrológico nas macrobacias na situação atual.

Quadro 5: Estudo hidrológico para as macrobacias na situação atual

Macrobacias	B - 01	B - 02	B - 03	B - 04	B - 05	B - 06	B - 07	B - 08	B - 09	B - 10	B - 11	B - 12	B - 13	B - 14	B - 15
Área (km²)	1,144	0,006	0,029	1,249	0,137	0,131	0,038	0,005	0,206	1,255	90,897	4,083	2,270	0,002	0,452
Comprimento do talvegue (km)	0,99	0,11	0,06	1,33	0,19	0,09	0,30	0,08	0,09	1,15	15,07	1,61	0,56	1,61	0,54
MIN	726,95	721,98	719,67	700,99	692,04	689,14	689,51	686,47	681,06	664,50	676,83	657,69	679,76	686,47	664,50
MAX	755,49	726,95	721,98	761,77	700,99	692,04	717,95	689,51	686,47	719,67	842,18	676,83	699,52	689,14	681,06
Diferença de nível (m)	28,54	4,98	2,31	60,78	8,95	2,90	28,44	3,05	5,41	55,18	165,36	19,13	19,76	2,67	16,57
Declividade equivalente (m/km)	28,85	44,42	35,89	45,77	47,93	34,03	93,37	39,53	61,82	48,08	10,97	11,92	35,37	1,66	30,89
Precipitação (mm/h)	188,47	258,99	264,66	185,56	250,96	260,95	247,77	263,15	264,26	193,26	49,47	143,29	216,26	95,65	215,26
tempo de concentração (min)	15,49	2,45	1,73	16,27	3,53	2,20	3,98	1,92	1,78	14,27	183,03	31,62	9,22	67,84	9,42
TR	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Método	Racional	Racional	Racional	Racional	Racional	Racional	Racional	Racional	Racional	Racional	I-PAI-WU	I-PAI-WU	I-PAI-WU	Racional	Racional
F											1,98	1,00	0,46		
K											0,925	0,930	0,999		
C1											1,00	1,34	1,62		
C2											0,25	0,25	0,25		
C											0,17	0,19	0,21		
D	0,9955	1,0000	1,0000	0,9940	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9948				1,0000	1,0000
C (racional)	0,70	0,70	0,70	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50				0,50	0,50
Qprojeto (m³/s)	41,74	42,03	43,52	32,01	36,77	41,53	1,30	1,49	50,60	77,05	122,95	24,66	26,42	41,55	64,11

10.1.2. SITUAÇÃO FUTURA

O Quadro 6 mostra o estudo hidrológico nas macrobacias na situação futura.

Macrobacias	B - 01	B - 02	B - 03	B - 04	B - 05	B - 06	B - 07	B - 08	B - 09	B - 10	B - 11	B - 12	B - 13	B - 14	B - 15	B - 16
Área (km²)	1,144	0,006	0,029	0,319	0,937	1,249	0,137	0,131	0,002	0,038	0,005	0,206	0,452	90,897	4,083	2,270
Comprimento do talvegue (km)	0,99	0,11	0,06	0,44	0,77	1,33	0,19	0,09	1,61	0,30	0,08	0,09	0,54	15,07	1,61	0,56
MIN	726,95	721,98	719,67	700,08	664,50	700,99	692,04	689,14	686,47	689,51	686,47	681,06	664,50	676,83	657,69	679,76
MAX	755,49	726,95	721,98	719,67	700,08	761,77	700,99	692,04	689,14	717,95	689,51	686,47	681,06	842,18	676,83	699,52
Diferença de nível (m)	28,54	4,98	2,31	19,59	35,58	60,78	8,95	2,90	2,67	28,44	3,05	5,41	16,57	165,36	19,13	19,76
Declividade equivalente (m/km)	28,85	44,42	35,89	44,53	46,21	45,77	47,93	34,03	1,66	93,37	39,53	61,82	30,89	10,97	11,92	35,37
Precipitação (mm/h)	188,47	258,99	264,66	228,33	209,13	185,56	250,96	260,95	95,65	247,77	263,15	264,26	215,26	49,47	143,29	216,26
tempo de concentração (min)	15,49	2,45	1,73	7,02	10,65	16,27	3,53	2,20	67,84	3,98	1,92	1,78	9,42	183,03	31,62	9,22
TR	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Método	Racional	Racional	Racional	Racional	Racional	Racional	Racional	Racional	Racional	Racional	Racional	Racional	Racional	I-PAI-WU	I-PAI-WU	I-PAI-WU
F														1,98	1,00	0,46
K														0,925	0,930	0,999
C1														1,00	1,34	1,62
C2														0,25	0,25	0,25
C														0,17	0,19	0,21
D	0,996	1,000	1,000	1,000	0,997	0,994	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000			
C (racional)	0,70	0,70	0,70	0,70	0,50	0,70	0,70	0,70	0,90	0,70	0,70	0,70	0,50			
Qprojeto (m³/s)	41,74	42,03	43,52	57,67	84,79	44,81	51,48	58,14	58,19	1,82	2,09	70,85	84,36	122,95	147,61	26,42

Quadro 6: Estudo hidrológico para as macrobacias na situação futura

10.2 CAPACIDADE DAS PONTES/PASSAGENS

Para o cálculo hidráulico e hidrológico foram adotados os seguintes parâmetros:

- Material das pontes/passagens é de concreto;
- Tempo de duração da chuva é de 10 min;
- Período de retorno (TR) é de 100 anos;
- Se Qplena < Qcontr a ponte está estrangulada

Para a verificação da vazão de contribuição nas passagens, foram somadas as contribuições de trechos anteriores e contribuições laterais, ressalta-se que quando houve estrangulamento na passagem/ponte a vazão somada do trecho anterior foi a vazão plena na passagem, ocasionando um represamento à montante.

10.2.1 SITUAÇÃO ATUAL

Das 7 pontes/passagens encontradas na área urbana de Sales Oliveira, 5 estão estranguladas conforme os cálculos hidráulicos e hidrológicos (Quadro 7).

Bacia	Ponte / Passagem	Localização	Situação atual	Seção	Dimensão (mm)	Comprimento talvegue (m)	Cota do terreno (m)		I Terreno	Área	C	Qcontr	Qplena existente	Qcontr / Qplena	Vplena
							Montante	Jusante	(m/m)	(ha)		(m³/s)	(m³/s)		(m/s)
B	P1 (S 1.4)	Figura 73	Figura 41	retangular	2500 x 3400	1000,60	755,51	726,77	0,029	99,42	0,70	41,05	89,05	0,46	10,48
B	P2 (S 1.5)	Figura 73	Figura 43	circular	1500+1500+600	1040,05	755,51	723,32	0,031	99,83	0,60	35,33	35,00	1,01	9,17
K	P1 (S 1.2)	Figura 82	Figura 58	circular	600 + 600	294,50	723,90	719,80	0,014	9,07	0,40	2,14	1,45	1,48	2,56
K	P2 (S 1.3)	Figura 82	Figura 60	circular	600 + 600	20,00	719,80	719,14	0,033	9,34	0,40	1,51	2,23	0,68	3,94
N	P1 (S 1.3)	Figura 82	Figura 53	circular	600 + 600	478,86	731,98	715,87	0,034	17,50	0,40	4,13	2,25	1,83	3,98
O	P1 (S 1.2)	Figura 76	Figura 50	circular	600	490,70	738,91	724,92	0,029	12,30	0,70	5,08	3,11	1,63	3,67
P	P1 (S 1.1)	Figura 76	Figura 47	circular	600	181,39	746,43	739,01	0,041	6,77	0,40	1,60	1,24	1,29	4,39

Quadro 7: Estudos hidráulicos e hidrológicos das pontes/passagens na situação atual

10.2.2 SITUAÇÃO FUTURA

Quadro 8: Estudos hidráulicos e hidrológicos das pontes/passagens na situação futura

Bacia	Ponte / Passagem	Localização	Seção	Dimensão (mm)	Comprimento talvegue (m)	Cota do terreno (m)		I Terreno	Área	C	Qcontr	Oplena existente	Qcontr / Oplena	Vplena
						Montante	Jusante	(m/m)	(ha)		(m³/s)	(m³/s)		(m/s)
B	P1 (S 1.4)	Figura 73	retangular	2500 x 3400	1000,60	755,51	726,77	0,029	99,42	0,70	41,05	89,05	0,46	10,48
B	P2 (S 1.5)	Figura 73	circular	1500+1500+600	1040,05	755,51	723,32	0,031	99,83	0,70	41,22	35,00	1,18	9,17
K	P1 (S 1.2)	Figura 82	circular	600 + 600	294,50	723,90	719,80	0,014	9,07	0,70	3,75	1,45	2,58	2,56
K	P2 (S 1.3)	Figura 82	circular	600 + 600	20,00	719,80	719,14	0,033	9,34	0,70	1,56	2,23	0,70	3,94
N	P1 (S 1.3)	Figura 82	circular	600 + 600	478,86	731,98	715,87	0,034	17,50	0,70	7,23	2,25	3,21	3,98
O	P1 (S 1.2)	Figura 76	circular	600	490,70	738,91	724,92	0,029	12,30	0,70	5,08	3,11	1,63	3,67
P	P1 (S 1.1)	Figura 76	circular	600	181,39	746,43	739,01	0,041	6,77	0,70	2,80	1,24	2,25	4,39

11. MAPEAMENTO DOS PONTOS CRÍTICOS DE INUNDAÇÃO

11.1. PONTOS APONTADOS EM VISITA TÉCNICA

- **P2 da Bacia B**

Este trecho identificado no plano diretor de Macrodrenagem na Proximidades do Cristo: Este trecho inunda na região do Cristo e a jusante do canal artificial o trecho está erodido. A montante da ponte há um canal artificial aberto. A ponte possui 2 tubos de concreto de 1,5 m de diâmetro e 1 tubo de concreto de 0,6 m de diâmetro. A jusante da ponte há uma continuidade do canal por mais 8 m e em seguida este torna-se natural, neste ponto há uma erosão com 10 m de altura;



Figura 24: Trecho de canal artificial com 8 m a jusante da ponte e erosão causada quando o canal tornou-se natural.
Fonte: Felco Faleiros - fotos de 23/01/2017

Quanto à macrodrenagem, das 7 pontes/passagens existentes, 5 estão trabalhando de forma estrangulada, ou seja, possuem seção inferior ao necessário, represando a

água a montante destes locais e provocando inundações locais. Já em relação dos canais estes são suficientes, entretanto a velocidade da água é superior à recomendada na maioria dos casos propiciando o surgimento de erosões.

Quadro 9: Dimensão necessária das Passagens para que não haja estrangulamento

Bacia		B	K	K	N	O	P
Ponte /passagem		P2 (S 1.5)	P1 (S 1.2)	P2 (S 1.3)	P1 (S 1.3)	P1 (S 1.2)	P1 (S 1.1)
Seção		circular	circular	circular	circular	circular	circular
Dimensão existente (mm)		1500+1500+600	600 + 600	600 + 600	600 + 600	600	600
Comprimento talvegue (m)		1040,05	294,50	20,00	478,86	490,70	181,39
Cota do terreno (m)	Montante	755,51	723,90	719,80	731,98	738,91	746,43
	Jusante	723,32	719,80	719,14	715,87	724,92	739,01
I Terreno (m/m)		0,0309	0,0139	0,0329	0,0337	0,0285	0,0409
Área (ha)		99,83	9,07	9,34	17,50	12,30	6,77
C		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Qcontr (m³/s)		41,22	3,75	3,86	7,23	5,08	2,80
Dimensão (mm)		1500+1500+600	600 + 600	600 + 600	600 + 600	600 + 600 + 600	600
Oplena existente (m³/s)		25,95	1,45	2,23	2,25	3,11	1,24
Seção		retangular	circular	circular	circular	circular	circular
Material		Concreto	Concreto	Concreto	Concreto	Concreto	Concreto
Dimensão necessária (mm)		3500 x 1500	800 + 800 + 600	800 + 800	1000 + 1000	800 + 800 + 600	800 + 600
Oplena necessária (m³/s)		46,24	3,85	4,80	8,80	5,50	3,92
Qcontr/Oplena		0,89	0,97	0,80	0,82	0,92	0,71

Para remediar esta situação foi prevista a modificação da seção da P2 para uma aduela de concreto de 3500 x 1500 mm (Quadro 24: Dimensão
necessária das Passagens para que não haja estrangulamento), a qual suportará a vazão de contribuição futura da Bacia B. Tais aduelas de concreto são peças retangulares, com encaixe macho e fêmea e devem ter conformidade com a NBR 15396. A Figura 121 mostra as especificações da aduela de concreto pré-moldada. Ressalta-se que tal aduela também poderá ser moldada in loco caso o custo benefício do momento seja melhor.



Seção (mm)	3500 x 1500
Espessura (mm)	200
Comprimento (mm)	1000
Vol (m³/m)	2,24
Peso (kg/pç)	5400

Figura 25: Especificações técnicas da aduela de concreto pré-moldada
Fonte: disponível em http//www.jesusdemari.com.br/pre-moldados-e-fabricados-de-concreto/aduelas-de-concreto/.acesso 12/09/2017

Os bueiros celulares ou aduelas, quer se tratem de obras moldadas in loco ou pré-moldadas, abrangem estruturas de concreto armado cujo projeto deverá atender às diretrizes da ABNT NBR 6118 e da ABNT NBR 7187, em suas versões vigentes. A execução das obras de drenagem deverá seguir as recomendações da ABNT NBR 15645, em sua versão vigente.

É importante salientar que a viabilidade da estrutura deverá ser verificada em projeto executivo, de acordo com a ABNT NBR 15645, em sua versão vigente.

PLANTA EM ANEXO

11.2. CAPACIDADE DOS CANAIS/CONDUTOS

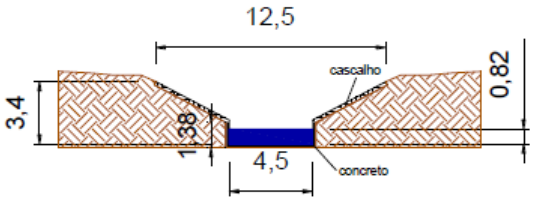
Para a verificação dos canais, foram averiguadas as contribuições em cada trecho, somando-se as contribuições de trechos anteriores e contribuições laterais, ressalta-se que quando houve estrangulamento na passagem/ponte a vazão somada do trecho anterior foi a vazão plena na passagem, ocasionando um represamento à montante.

Cabe ressaltar que os canais naturais podem sofrer várias intempéries, pois a rugosidade dos canais podem ser modificadas por queimadas, cortes de árvores ou limpeza da calha e, além disto, as margens também podem sofrer alterações decorrentes de erosões e assoreamento.

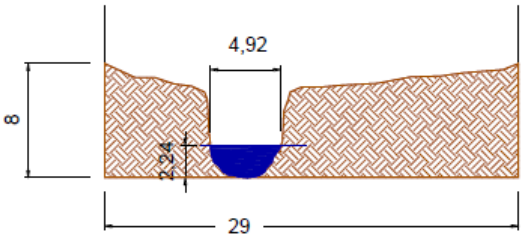
Para o estudo hidráulico dos canais foram desenhadas as seções de cada trecho, na situação atual e futura, a sua localização pode ser verificadas nos quadros abaixo:

SITUAÇÃO ATUAL

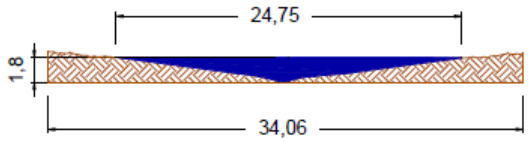
S 01 - S 02



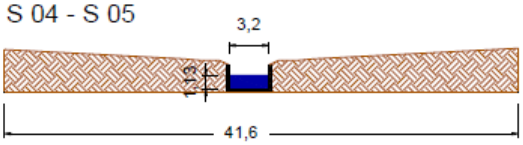
S 02 - S 03



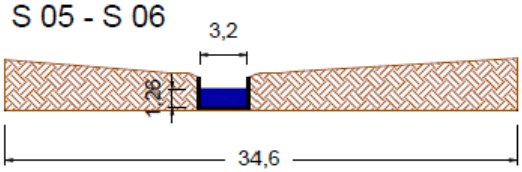
S 03 - S 10



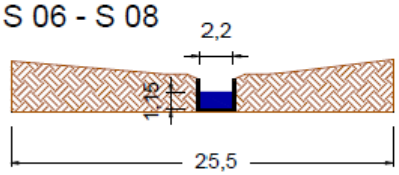
S 04 - S 05



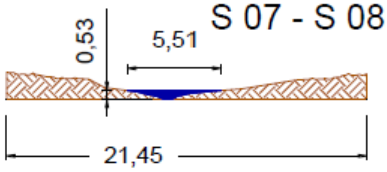
S 05 - S 06



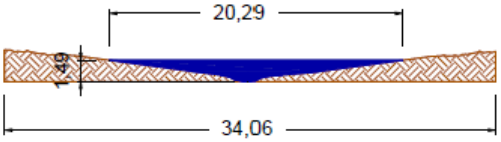
S 06 - S 08



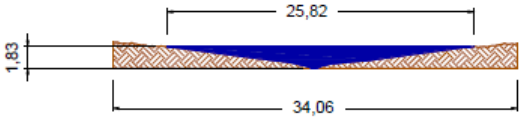
S 07 - S 08



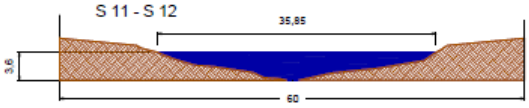
S 08 - S 09

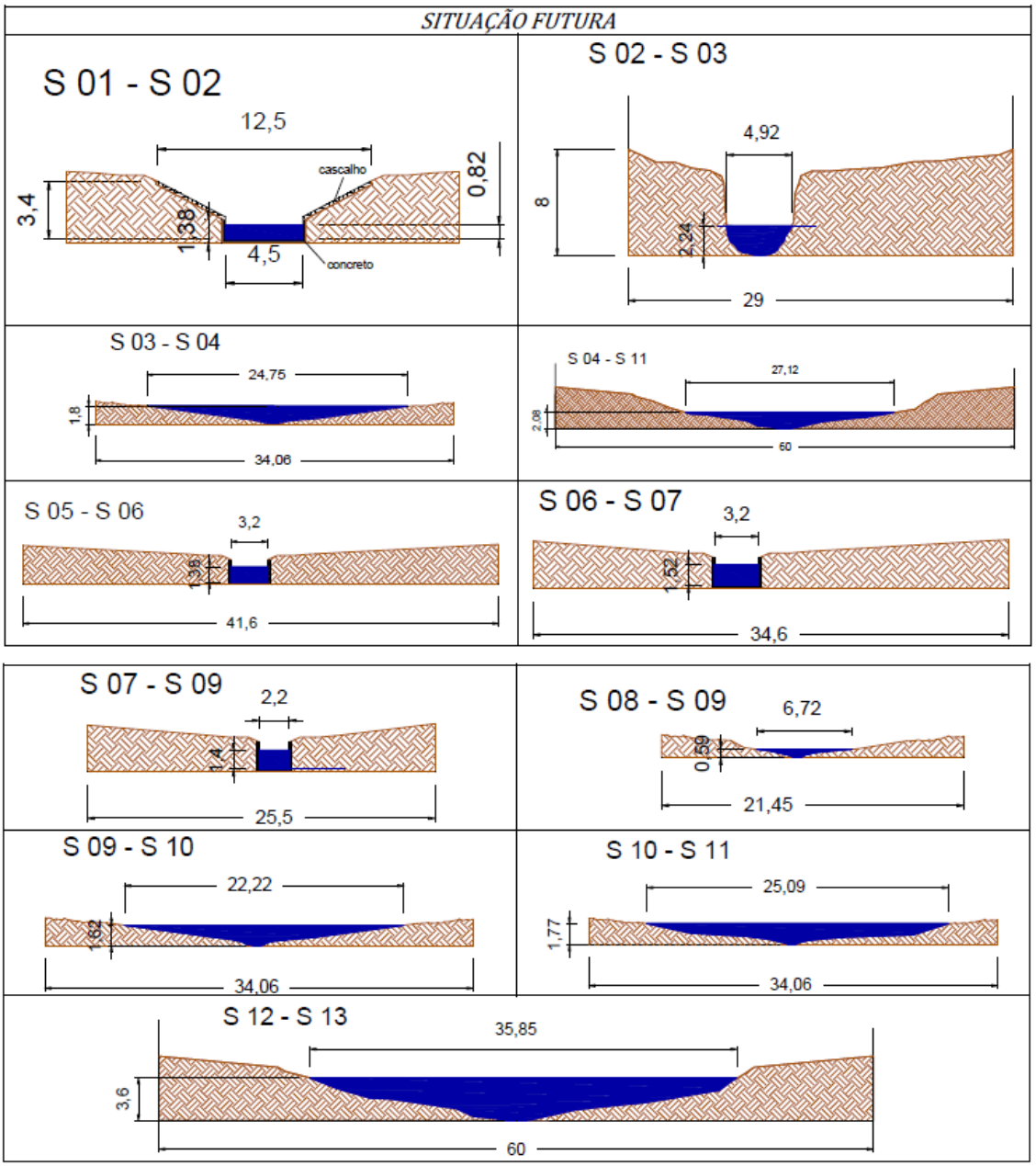


S 09 - S 10



S 11 - S 12





Situação atual

Trecho	material	forma	altura água	largura canal	Área molhada	Perímetro molhado	Raio Hidráulico	Io	n	Oplena	Velocidade Média	Velocidade média aconselhável (m/s)	Comprimento talvegue (m)	Cota do terreno (m)		I_{fonte}	Área	C	Qcontr
														Montante	Jusante	(m/m)	(ha)		(m³/s)
S01 - S02	concreto	retangular	atual - 0,82	4,50	3,69	10,64	0,35	0,077	0,012	42,00	11,38	4 a 6	65,00	726,95	721,98	0,077	0,57	0,50	41,91
S02 - S03	terra	especial	atual - 2,24	4,92	8,23	12,28	0,67	0,037	0,033	36,54	4,44	1,22 a 1,52	63,00	721,98	719,67	0,037	2,91	0,70	36,20
S03 - S10	terra	especial	atual - 1,80	24,75	20,59	49,81	0,41	0,051	0,035	73,70	3,58	1,22 a 1,52	1153,53	723,32	664,50	0,051	125,55	0,50	73,22
S04 - S05	concreto	retangular	atual - 1,13	3,20	3,62	8,66	0,42	0,047	0,012	36,57	10,11	4 a 6	189,60	700,99	692,04	0,047	13,67	0,50	36,04
S05 - S06	concreto	retangular	atual - 1,27	3,20	4,03	8,92	0,45	0,041	0,012	40,27	9,99	4 a 6	70,00	692,04	689,14	0,041	13,11	0,50	39,91
S06 - S08	concreto	retangular	atual - 1,15	2,20	2,53	6,70	0,38	0,134	0,012	40,27	15,92	4 a 6	20,00	689,14	686,47	0,134	0,22	0,50	39,97
S07 - S08	terra	especial	atual - 0,53	5,51	1,18	11,16	0,11	0,039	0,035	1,47	1,25	1,22 a 1,52	79,00	689,51	686,47	0,039	0,52	0,50	1,45
S08 - S09	terra	especial	atual - 1,49	20,29	13,90	40,86	0,34	0,062	0,035	48,10	3,46	1,22 a 1,52	87,50	686,47	681,06	0,062	20,57	0,50	47,49
S09 - S10	terra	especial	atual - 1,83	25,82	21,69	51,96	0,42	0,031	0,035	61,06	2,82	1,22 a 1,52	532,10	681,06	664,50	0,031	45,19	0,50	60,82
S11 - S12	terra	especial	atual - 3,60	35,85	76,33	72,76	1,05	0,012	0,035	246,33	3,23	1,22 a 1,52	1598,70	676,83	657,69	0,012	408,31	0,50	243,36

Situação futura

Trecho	material	forma	altura água	largura canal	Área molhada	Perímetro molhado	Raio Hidráulico	Io	n	Oplena	Velocidade Média	Velocidade média aconselhável (m/s)	Comprimento talvegue (m)	Cota do terreno (m)		I_{fonte}	Área	C	Qcontr
														Montante	Jusante	(m/m)	(ha)		(m³/s)
S01 - S02	concreto	retangular	atual - 0,82	4,50	3,69	10,64	0,35	0,077	0,012	42,00	11,38	4 a 6	65,00	726,95	721,98	0,077	0,57	0,50	41,91
S02 - S03	terra	especial	atual - 2,24	4,92	8,23	12,28	0,67	0,037	0,033	36,54	4,44	1,22 a 1,52	63,00	721,98	719,67	0,037	2,91	0,70	36,20
S03 - S04	terra	especial	atual - 1,80	24,75	20,59	49,81	0,41	0,051	0,035	73,70	3,58	1,22 a 1,52	1153,53	723,32	664,50	0,051	125,55	0,50	73,22
S04 - S11	terra	especial	atual - 2,10	27,12	27,3648	54,68	0,50	0,051	0,035	111,30	4,07	1,22 a 1,52	1153,53	723,32	664,50	0,051	125,55	0,50	110,25
S05 - S06	concreto	retangular	atual - 1,38	3,20	4,42	9,16	0,48	0,047	0,012	49,16	11,13	4 a 6	189,60	700,99	692,04	0,047	13,67	0,50	48,84
S06 - S07	concreto	retangular	atual - 1,52	3,20	4,86	9,44	0,52	0,041	0,012	53,01	10,90	4 a 6	70,00	692,04	689,14	0,041	13,11	0,50	52,71
S07 - S09	concreto	retangular	atual - 1,40	2,20	3,08	7,20	0,43	0,134	0,012	53,27	17,30	4 a 6	20,00	689,14	686,47	0,134	0,22	0,50	52,77
S08 - S09	terra	especial	atual - 0,59	6,72	1,54	13,57	0,11	0,039	0,035	2,03	1,32	1,22 a 1,52	79,00	689,51	686,47	0,039	0,52	0,50	1,98
S09 - S10	terra	especial	atual - 1,62	22,22	16,66	44,73	0,37	0,062	0,035	61,26	3,68	1,22 a 1,52	87,50	686,47	681,06	0,062	20,57	0,50	60,82
S10 - S11	terra	especial	atual - 1,77	25,09	24,20	50,58	0,48	0,031	0,035	74,61	3,08	1,22 a 1,52	532,10	681,06	664,50	0,031	45,19	0,50	74,14
S12 - S13	terra	especial	atual - 3,60	35,85	76,33	72,76	1,05	0,012	0,035	246,33	3,23	1,22 a 1,52	1598,70	676,83	657,69	0,012	408,31	0,50	243,36

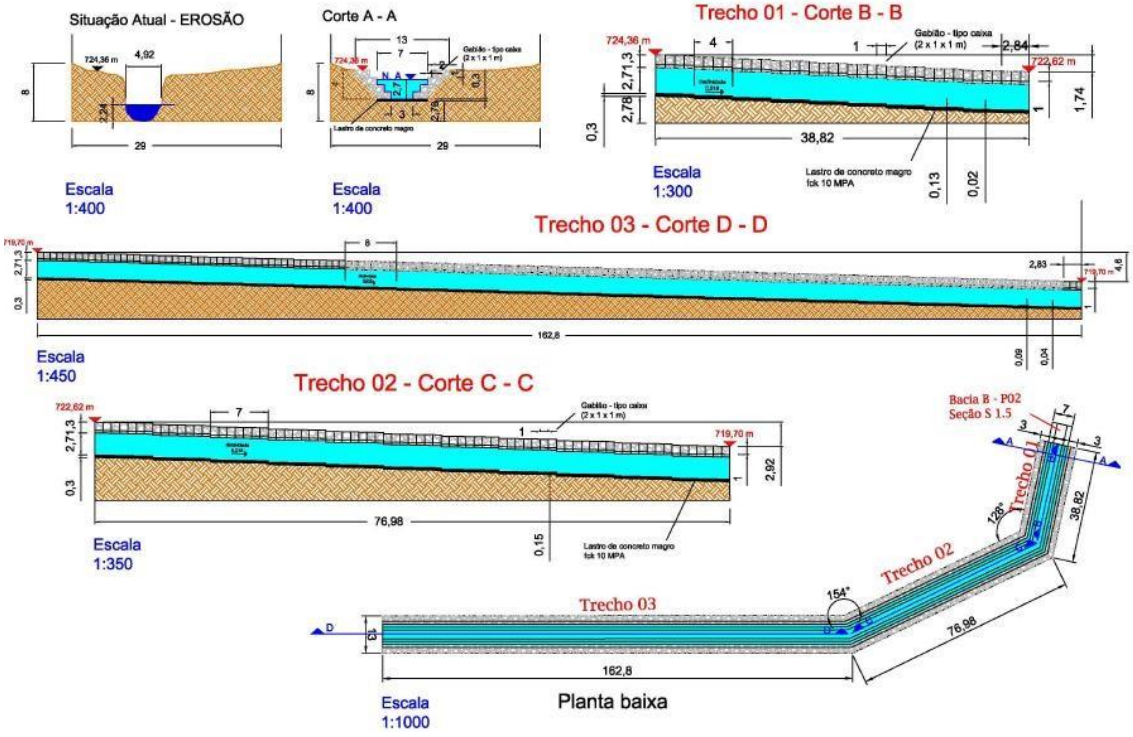
11.3. EROSÃO – CRISTO

11.3.1. GABIÃO TIPO CAIXA

A Figura ABAIXO mostra uma possibilidade de modificação do canal no trecho colocando gabião tipo caixa na sua estrutura. Os gabiões tipo caixa são constituídos de tela de arame revestido ou não preenchidos com pedras.

São muito empregados, na forma de muros, para a associação entre a resistência hidráulica e a estabilidade geotécnica das margens. Os gabiões tipo caixa são disponíveis em caixas de 1 a 2 m de comprimento, com altura de 0,50 a 1 m. Para este empreendimento, conforme a solução orçamentária adotada, a regularização da base do canal será executada com lastro de concreto magro, espessura de 5 cm, observadas as especificações do projeto e da fiscalização.

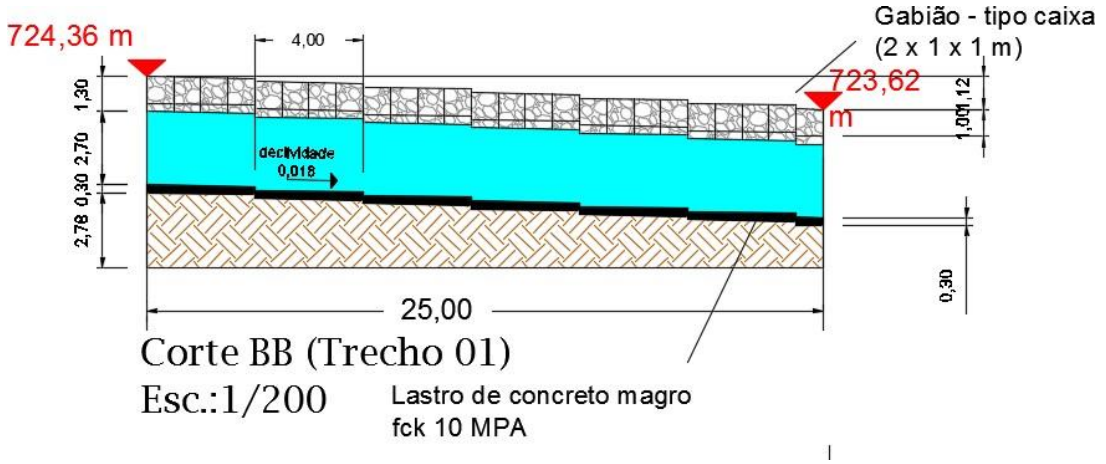
A Figura mostra a proposta em implantação do canal em gabião.



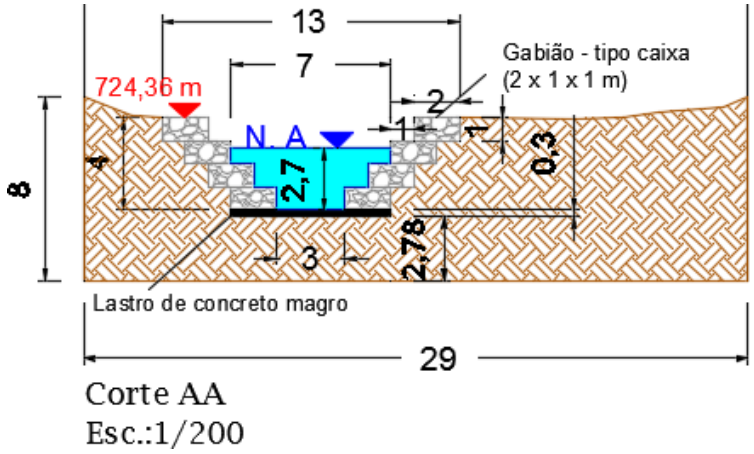
Logo após a ponte 02 da Bacia B conforme Plano Diretor de Macrodrenagem existe uma erosão causada pela alta velocidade e estrangulamento da ponte, o qual inclusive possui um TAC, contendo a obrigação de solucionar o problema em questão.

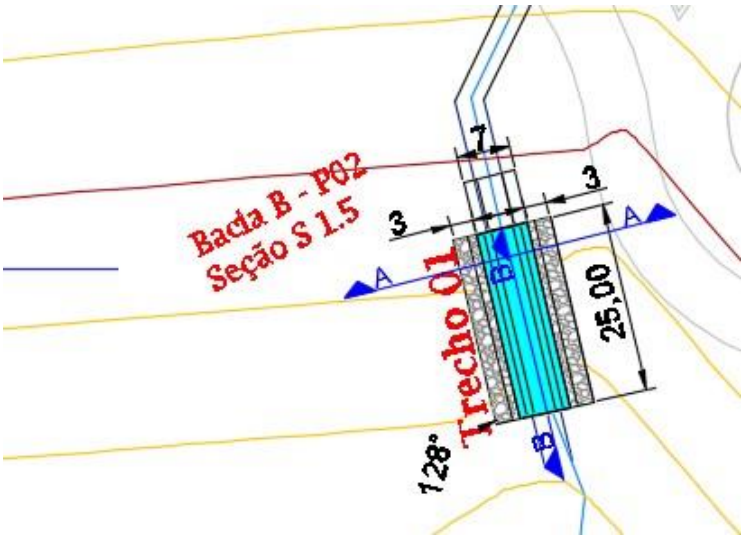
Foi proposto neste termo a execução de um trecho de 25,00 metros de canalização em gabião, logo após a ponte compreendendo o ponto

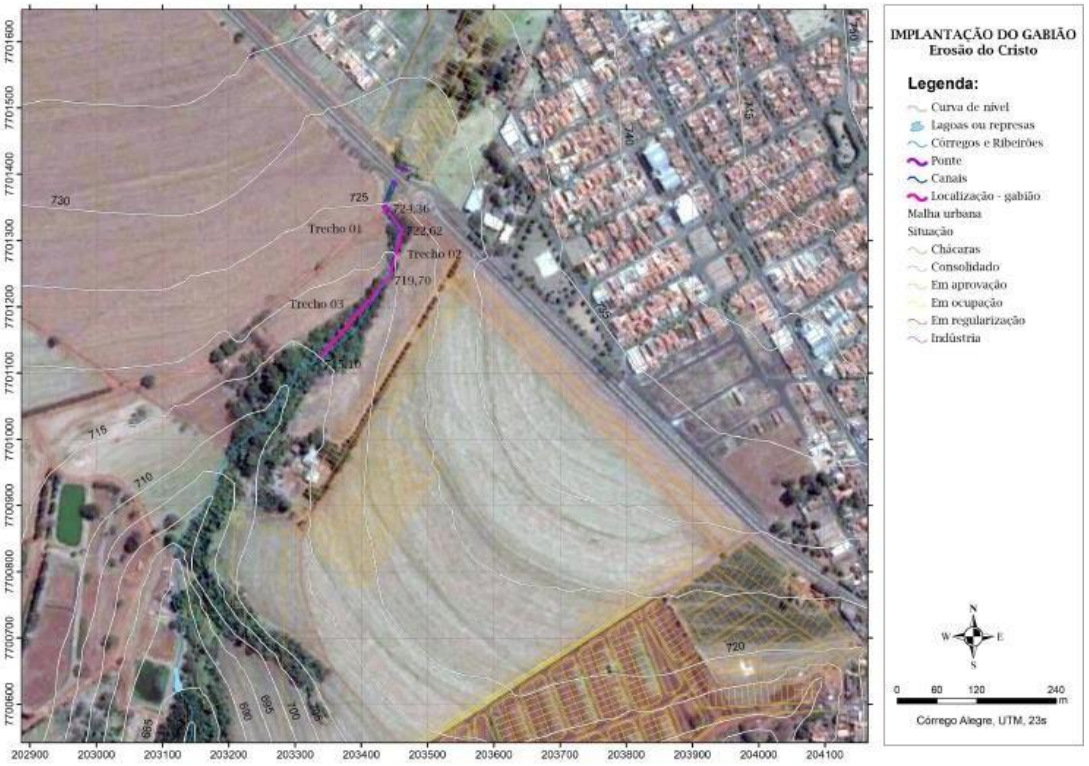
erodido, conforme relatado no plano de macrodrenagem que se encontra a 10,00 metros da ponte. Posteriormente serão executados os demais trechos.



Trecho a ser canalizado




Bacia B - P02
Seção S 1.5
Trecho 01
7
3
3
25,00
128°
A
B


IMPLANTAÇÃO DO GABIÃO
Erosão do Cristo
Legenda:
Curva de nível
Lagoas ou represas
Córregos e Ribeirões
Ponte
Canais
Localização - gabião
Malha urbana
Situação
Chácaras
Consolidado
Em aprovação
Em ocupação
Em regularização
Indústria
Trecho 01
Trecho 02
Trecho 03
724,36
722,62
719,70
N
S
W
E
0
60
120
240
m
Córrego Alegre, UTM, 23s

Foi realizado no quadro abaixo uma simulação do canal com revestimento de gabião, considerando o coeficiente de rugosidade de 0,028.

Simulação da vazão no canal em gabião no trecho S02 a S03

Trecho		S02 - S03
material		gabião
forma		especial
altura água		projeto - 2,7
largura canal		13,00
Área molhada		12,89
Perímetro molhado		19,39
Raio Hidráulico		0,66
Io		0,018
n		0,028
Oplena		47,03
Velocidade Média		3,65
Comprimento talvegue (m)		1040,05
Cota do terreno (m)	Montante	755,51
	Jusante	723,32
$I_{Terreno}$	(m/m)	0,031
Área	(ha)	2,91
C		0,70
Qcontr	(m^3/s)	41,22
Qcontr/Oplena		0,88

O DER (2006) em suas instruções de projeto, aponta na Figura 135 as velocidades máximas para canais revestidos para evitar erosão nos canais sem revestimento ou com revestimento vegetal ou para evitar abrasão nos canais com revestimento de concreto.

Material de Revestimento	Velocidade Máxima (m/s)
Concreto, pedra argamassada ou gabião tipo caixa	4,50
Gabião tipo manta	3,00
Grama em placas	1,60

Velocidade Máxima para canais revestidos
Fonte: DER (2006)

A borda livre (f) dos canais deve ser determinada utilizando-se o critério do U.S. Soil Conservation Service (1954), conforme descrito a seguir

$$He = \left(\frac{V^2}{2 \times g}\right) + h = \left(\frac{3{,}65^2}{2 \times 9{,}8}\right) + 2{,}7 = 3{,}38\ m$$

Em que:

f = borda livre (m);

He = energia específica (m);

V = velocidade de escoamento (m/s);

g = aceleração da gravidade = 9,80 (m/s2);

h = altura normal da lâmina d'água (m).

O canal poderá funcionar no regime:

- regime subcrítico: f = 0,20 x He = 0,68 m
- regime crítico e supercrítico: f = 0,25 x He = 0,84 m

Em DER (2006) são dadas recomendações para execução do canal em gabião tipo caixa, da seguinte forma:

- Nos gabiões tipo caixa devem ser colocados gabaritos de sarrafos na face do paramento externo da estrutura, que alinhados e aprumados, devem condicionar a ocorrência de deformações precoces durante a fase de execução. Devem ser obedecidas as medidas indicadas no projeto, pois a posição dos sarrafos deve fornecer também a posição da colocação dos tirantes.
- Paralelamente à operação de colocação e alinhamento dos gabaritos,

procede-se a amarração entre si, usualmente de 4 peças dos gabiões caixa. Recomenda-se colocar os gabaritos também ao longo do paramento interno da obra.

- As pedras devem ser arrumadas manualmente dentro dos gabiões, de modo que fique o menor número possível de vazios, resultando um peso especifíco médio de 18 kN/m³. Coloca-se uma primeira camada de pedras arrumadas, correspondente 1/3 da altura do gabião, para gabiões com altura de 1 m ou, para gabiões de altura de 0,5 m, esta altura é facilmente determinada pela posição dos sarrafos dos gabaritos, colocando-se os tirantes, sem esticá-los em demasia para não deformar a rede dos gabiões. É proibido o preenchimento das caixas por meio de lançamento com a concha dos equipamentos mencionados como pá carregadeira ou retroescavadeira.
- Concluído o assentamento da primeira camada de caixas, removem-se os gabaritos, que devem ser novamente alinhados e aprumados de acordo com o projeto. Deve-se proceder o levantamento da segunda camada de gabiões da mesma forma como já descrito pra a primeira camada.

12. MEMORIAL DESCRITIVO

12.1 PROJETOS BÁSICOS DE GALERIAS DE ÁGUAS PLUVIAIS, CANAIS NATURAIS, CANAIS PROJETADOS E BACIAS DE CONTENÇÃO TIPO MICRO BACIAS.

12.1.1.1 DISPOSIÇÕES GERAIS

Todos os materiais empregados na obra deverão ser comprovadamente de primeira

qualidade, em obediência às presentes especificações e às prescrições da ABNT, naquilo que lhes for pertinente. A execução das obras de drenagem deverá seguir as recomendações da ABNT NBR 15645, em sua versão vigente.

A mão de obra a ser empregada, deverá ser de primeira qualidade, sendo os serviços realizados dentro da melhor técnica conhecida e em obediência às presentes especificações.

O canteiro de obras deverá ser construído e mantido em bom estado de funcionamento, devendo ser conservadas limpas as instalações sanitárias, necessárias ao uso do pessoal.

Será obrigatório o uso de EPI's como capacete de segurança, luvas de couro e botas de borracha por parte dos empregados.

Durante o andamento das obras os locais de trabalho deverão ser mantidos livre de obstáculos, detritos, entulhos e tudo o mais que possa impedir o trânsito de veículos e transeuntes, e que restrinja a liberdade de trabalho ou contrarie as normas de higiene e segurança.

12.1.1.2 LOCAÇÃO DAS OBRAS

Deverá haver na obra, topógrafo habilitado e auxiliares de topografia, os quais deverão executar os seguintes trabalhos:

- Demarcação no terreno do eixo das galerias.
- Controle das declividades.

12.1.1.3 SEGURANÇA E SINALIZAÇÃO

Deverá ser observada a legislação sobre "Segurança e Higiene do Trabalho", bem como as normas e instruções de segurança.

Deverão ser protegidas todas as propriedades públicas e privadas, contra quaisquer danos oriundos dos serviços.

Não deverá ser interrompido o funcionamento de qualquer serviço de utilidade pública, sem a expressa autorização do órgão competente. Para tal, deverão ser empenhados todos os esforços e meios possíveis à manutenção da plena integridade das instalações relacionadas a tais serviços.

Os danos causados às propriedades privadas e às de utilidade pública na execução das obras, deverão ser reparados no menor prazo possível.

Durante a execução das obras deverá ser dada a necessária atenção aos riscos de acidentes com o próprio pessoal e com terceiros. Com este fim, deverão ser obedecidas as exigências do Código Nacional de Trânsito e das normas locais

porventura existentes, podendo ainda ó órgão competente determinar o isolamento do local de trabalho por meio de tapumes resistentes, de modo a evitar a queda de pessoal ou veículos nas valas abertas.

As áreas de trabalho deverão ser isoladas por cercas de isolamento com trama horizontal na cor laranja.

Deverá ser colocada, no local da obra, sinalização de trânsito adequada, de acordo com as especificações da Prefeitura e com os padrões e normas vigentes dos órgãos competentes, incluindo DER/SP e a regulamentação federal de trânsito aplicável.

12.1.1.4 PROJETO EXECUTIVO

As obras deverão ter rigoroso acompanhamento topográfico, a fim de se determinar com precisão todas as dimensões, tanto em planta, como em perfil.

12.1.1.5 VALAS

A abertura das valas depende de vários fatores, podendo ser citados:

- Condições de suporte do solo;
- Material do tubo a ser implantado;
- Dimensões dos tubos (diâmetros);
- Dimensões longitudinais dos trechos de tubulações;
- Altura do nível d'água do lençol freático;
- Condições de tráfego das vias onde será implantada a rede;
- Equipamentos disponíveis, etc.

Assim, a definição de como deverá ser realizada a implantação, exige condições iniciais que deverão ser fixadas pelo projeto executivo da obra.

As obras em terra devem ser cercadas de muitos cuidados, os quais os engenheiros responsáveis não devem desconhecer. Esses cuidados vão desde a segurança ao tráfego das vias, até as questões relacionadas à segurança dos trabalhadores e dos equipamentos envolvidos na execução das mesmas.

A abertura das valas poderá ser feita mecanicamente, devendo-se aplicar o equipamento adequado para o local, natureza do terreno e velocidade de construção.

Os métodos manuais de escavação ficam reservados para os casos em que, a critério dos responsáveis pela execução, os processos mecanizados se mostrarem inadequados, ou cuja utilização venha a colocar em risco a segurança dos trabalhos ou causar danos à utilidades públicas ou terceiros.

O material escavado deverá ser selecionado para uso no reaterro, ou transportado para fora da obra quando não satisfazer as especificações.

Todo o material escavado deverá ser imediatamente transportado para o bota-fora, cujo local, será indicado pela contratante, seguindo as orientações da Prefeitura Municipal de Sales Oliveira.

12.1.1.6 ESCORAMENTOS

Deverão ser escoradas, todas as valas que apresentarem profundidade de escavação superior à 1,40 metros, bem como muros, redes de abastecimento, tubulações, e de modo geral, todas as estruturas que possam ser afetadas pelas escavações.

O escoramento deverá se inspecionado com frequência principalmente após as chuvas ou outras ocorrências que aumentem o risco de desabamento.

As canalizações com diâmetro superior a 0,10m que estiverem contidas na área de escavação também deverão ser escoradas. O escoramento deverá ser contínuo, com a utilização de estacas prancha de madeira ou metálico (do tipo “blindado”).

12.1.1.7 REGULARIZAÇÃO DO FUNDO DAS VALAS

O fundo da vala deve ser regular e uniforme, obedecendo a declividade prevista no projeto, isento de saliências e reentrâncias. Para tal, deve ser regularizado manualmente, a fim de evitar os colos e ressaltos.

As eventuais reentrâncias devem ser preenchidas com material adequado, convenientemente compactado, de modo a se obter as mesmas condições de suporte do fundo da vala normal;

Caso o fundo da vala apresente rocha ou material indeformável, devese interpor uma camada de areia ou de terra de espessura não inferior a 0,10 m.

Quando o fundo da vala for constituído de argila saturada, tabatinga ou lodo sem condições mecânicas mínimas para o assentamento dos tubos, deve-se executar uma base de cascalho ou de concreto convenientemente estaqueada.

12.1.1.8 LASTROS

Lançamento de brita, em camadas de 20 cm de espessura, compactadas e estabilizadas com máquina de esteira pesada.

12.1.1.9 FORNECIMENTO DE TUBOS DE CONCRETO

Todos os tubos utilizados na obra, caso permaneçam previstos no projeto e na planilha orçamentária final, deverão ser armados, do tipo ponta e bolsa, e atender à ABNT NBR 8890, em sua versão vigente.

Os tubos deverão ser de Classe PA2, quando essa classe estiver prevista no projeto executivo, de acordo com a ABNT NBR 8890, em sua versão vigente.

Quanto aos materiais, amostras, ensaios, aceitação e rejeição dos tubos, deverão ser

observados os requisitos da ABNT NBR 8890, em sua versão vigente.

Os tubos deverão trazer, em caracteres bem legíveis e indeléveis, a marca, a data de fabricação, o diâmetro interno nominal e a classe a que pertencem.

12.1.1.10 ASSENTAMENTO DOS TUBOS DE CONCRETO

Os tubos deverão ser assentados sobre a superfície da vala, regularizada para que as geratrizes fiquem perfeitamente alinhadas, tanto em greide como em planta.

Para evitar o assentamento da tubulação em solo muito duro (rocha) ou muito mole, deverá se preparar o fundo da vala. O leito para assentamento de tubos deverá ser preparado com pedra britada.

Em solo de pequena resistência, a critério da Fiscalização, ao invés de sua substituição por solo de característica superior, poderá ser executada base de rachão antes da execução do berço de pedra britada. A base do rachão consistirá na elaboração de um lençol com largura igual ao diâmetro externo da bolsa, executado com blocos de pedra marroada; a espessura mínima deste lençol deve ser da ordem de 0,20 m (vinte centímetros).

O rejuntamento das tubulações deverá ser feito com argamassa no traço 1:3. As juntas, nas partes internas serão seladas cuidadosamente, alisando-se a argamassa de modo a evitar-se qualquer rugosidade que altere o regime de escoamento das águas. Na parte externa, além de seladas as juntas, serão as bolsas completadas com colar de seção triangular equilateral da mesma argamassa.

Não deverão ser assentados tubos trincados ou danificados durante a descida à vala, ou que apresentem qualquer defeito construtivo aparente.

12.1.1.11 ATERRO, REATERRO E REMOÇÃO

Aterrar a vala consiste em tapar a vala aberta depois que a tubulação foi assentada, sendo a mesma uma operação que deve ser executada com o máximo de cuidados.

O aterro, assim como o reaterro, de maneira geral, deverão ser executados em camadas não superiores a 20 cm, compactados manualmente ou mecanicamente; utilizando-se para isto, o material da vala ou material transportado de local estranho à obra, porém especialmente escolhido para este fim.

O espaço compreendido entre as paredes da vala e a superfície externa do tubo, até 30 cm acima deste, deverá ser preenchido com material cuidadosamente selecionado, isento de corpos estranhos, como pedras, torrões, materiais duros, etc; e adequadamente apiloado em camadas não superiores a 20 cm de cada vez.

O volume de reaterro deverá calculado, como sendo o volume escavado, subtraído do

volume ocupado pela obra construída, pela canalização e pela base e subbase da pavimentação.
O material excedente da escavação deverá ser removido para fora do canteiro de serviço, e o seu volume será calculado pela diferença entre o material escavado e o reaterro.

12.1.12 MURO DE CONTENÇÃO TIPO GABIÃO

Todos os serviços deverão obedecer a uma sequência técnica e construtiva, devendo a obra ter a prévia aprovação pela fiscalização para o início e o fim de cada etapa, sendo esta, condição para efeito de medição de serviços executados bem como sua aceitação conclusiva.
Serviços não aceitos, não serão pagos e deverão ser refeitos sem ônus ao município.

A - LIMPEZA MECANIZADA DA CAMADA VEGETAL

Proceder a limpeza mecânica do terreno, raspando no mínimo 15 cm de espessura, removendo todas as vegetações rasteiras, árvores e arbustos, inclusive o destocamento das árvores no local dos serviços.
Todo o material vegetal deverá ser descartados em bota fora autorizado pelo poder público.

B - ACESSO DE SERVIÇO

O acesso se fará de modo a evitar o menor número de cortes de árvores, através de caminhos de serviços a serem realizados pela lateral oeste do terreno chegando a cota inferior orientada no projeto.

C - ESCAVAÇÃO EM TERRA

Os serviços de escavação em terra serão executados com retro-escavadeiras ou escavadeiras hidráulicas, com caminhões basculantes. A operação incluirá, a utilização de tratores ou carregadeiras, para a manutenção de caminhos de serviço e áreas de trabalho. As operações de escavação compreendem a remoção dos materiais constituintes do terreno natural, de acordo com as indicações técnicas de projeto, transporte dos materiais escavados para aterros ou bota-foras.

D - REATERRO

Os solos para os reaterros provirão de empréstimos ou de cortes, ou de escavações,

ou de jazidas, devidamente selecionados. Os solos para os aterros deverão ser isentos de matérias orgânicas, micáceas e diatomáceas. Turfas e argilas orgânicas não devem ser empregadas. Onde houver ocorrência de materiais rochosos, e na falta de materiais de 1ª ou 2ª categorias, admite-se, desde que haja especificação complementar no projeto, o emprego destes. A execução dos reaterros deverá prever a utilização racional de equipamento apropriado, atendidas às condições locais e a produtividade exigida, poderão ser empregados tratores de lâmina, caminhões basculantes, retro-escavadeiras, escavadeiras hidráulicas ou carregadeiras.

E - EXECUÇÃO DOS GABIÕES

A seguir são identificadas as especificações mínimas para os materiais e serviços que compõe os elementos em gabiões.

Arame: todo o arame utilizado na fabricação do gabião, e nas operações de amarração e atirantamento durante a construção devem ser de aço doce recozido. O diâmetro mínimo do arame utilizado deve ser de 2,7 mm para os gabiões caixa. Todo arame utilizado na fabricação dos elementos dos gabiões deve ter revestimento de zinco (mínimo de 240 gr/m2). Após zincado, o arame deve ser revestido com PVC por extrusão, com espessura não inferior a 0,40 mm.

Tela: a tela deve ser malha hexagonal de dupla torção; as dimensões das malhas deverão ser de 8 x 10 cm para os gabiões caixa. Bordas: devem ser enroladas mecanicamente; o arame utilizado nas bordas deve ter diâmetro maior que o arame usado na fabricação da tela, ou seja, 3,4 mm para os gabiões caixa. Arame de amarração e atirantamento: o diâmetro mínimo do arame deve ser de 2,2 mm. **Montagem:** nos gabiões caixa costure as quatro arestas em contato e os diafragmas com as laterais. Colocação: nivele a base onde os gabiões e colchões serão colocados até obter um terreno regular com a inclinação prevista (6º ou 10,5% de inclinação com a vertical); costure cada gabião caixa ao longo das arestas em contato, tanto horizontais como verticais, antes do enchimento; a costura é feita de forma contínua passando-se em todas as malhas, alternadamente, com volta simples e dupla; deve-se utilizar gabaritos de madeira, especialmente na face externa, para obter melhor alinhamento e acabamento.

Enchimento: efetuar o enchimento manualmente, com a melhor acomodação possível, reduzindo ao mínimo o volume de vazios entre as pedras; as pedras devem ser assentadas e dispostas entre si, formando a melhor amarração do conjunto; de forma alguma será aceita a colocação mecânica das pedras nas caixas; a pedra deve ser limpa e proveniente de jazida de basalto ou granito; o tamanho da pedra deve ser

regular e as dimensões compreendidas entre a medida maior da malha e o dobro; o enchimento deve gerar o mínimo de vazios, gerando maior peso específico na estrutura.

Atirantamento: durante o enchimento, encha cada célula até um terço da sua capacidade; após, coloque dois tirantes unindo paredes opostas, com as extremidades amarradas ao redor de duas malhas; repetir a operação quando o enchimento alcançar dois terços da altura.

Fechamento: costure as tampas às bordas superiores da base e dos diafragmas; os gabiões caixa, colocados acima de uma camada já executada, devem ser costurados ao longo das arestas em contato com a camada dos gabiões já enchidos. As paredes de gabiões devem receber drenagem das águas subterrâneas, através de aplicação de manta geotêxtil (gramatura mínima de 200 gramas por m2), em toda a extensão e altura das paredes, na parte de trás das mesmas. A manta deve ficar ancorada na parte inferior das fundações dos gabiões (mínimo de 50 cm) e amarrada no topo do muro, por largura mínima, também, de 50 cm. As emendas das mantas de geotêxtil devem possuir sobreposições de 30 cm, costuradas manualmente com arames galvanizados n.º 16. Os serviços serão medidos por m3 de gabião e rachão e m2 de manta geotêxtil.

F - LASTRO DE CONCRETO, E = 5 CM, PREPARO MECÂNICO, INCLUSOS LANÇAMENTO E ADENSAMENTO.

Após vigorosa compactação do solo deve ser lançado o concreto magro no fundo do canal com altura de 5 cm, o serviço inclui o lançamento do concreto e o acabamento do serviço com o pedreiro de obras. O preparo do concreto magro deverá ser com a utilização de betoneira. O lançamento do concreto, bem como o preparo deste deverá seguir os critérios normativos e técnicos para sua perfeita funcionalidade. O traço do concreto com os materiais da empresa a ser utilizado deverá ser encaminhado a Fiscalização.

13. ETAPAS, PRAZOS E METAS

A obra foi dividida em duas etapas, sendo uma a substituição dos tubos por aduela na Ponte do Cristo e outra a execução do canal em gabião. O prazo de execução física dos serviços será de 3 (três) meses, contados da emissão da Ordem de Serviço, em conformidade com o Cronograma Físico-Financeiro - Revisão 03 Final, anexo, que concentra a execução nos meses 1, 2 e 3. O prazo de vigência contratual será de 9 (nove) meses, contado da assinatura do contrato, abrangendo o período de execução e o tempo necessário à fiscalização, medições, saneamento de pendências,

recebimentos provisório e definitivo, liquidação e pagamento final. A duração e eventuais alterações dos prazos observarão a Lei Federal nº 14.133/2021 e as condições estabelecidas no edital e no contrato, inclusive, quando aplicável, o art. 111 para contratação com escopo predefinido e o art. 115, § 5º, nos casos de impedimento, ordem de paralisação ou suspensão do contrato.

Para fins de gestão contratual, o término do prazo de execução física não implica, por si só, o encerramento da vigência do contrato. Após a conclusão dos serviços, permanecerão cabíveis, dentro da vigência contratual, os atos de fiscalização, medição final, correção de eventuais pendências, recebimentos provisório e definitivo, liquidação e pagamento. O recebimento do objeto observará o art. 140 da Lei Federal nº 14.133/2021, e os pagamentos observarão as condições contratuais, a ordem cronológica aplicável e a vedação de pagamento antecipado, nos termos dos arts. 92, 141 e 145 da mesma Lei.

Com a obra a prefeitura visa solucionar os problemas de inundação na rotatória do Cristo e proteger o trecho a jusante da ponte P2 contra erosões provocadas pelas grandes vazões no trecho.

14. PRODUTOS, RESULTADOS E BENEFÍCIOS ESPERADOS

A obra visa executar trecho de galeria na Rotatória do Cristo, com maior capacidade de absorver as águas oriundas da Bacia B identificada no Plano Diretor, além de trecho canalizado com maior resistência ao processo erosivo.

15. ESTRATÉGIAS DE SUSTENTABILIDADE

Impactos socioeconômicos: A implantação da obra irá reduzir as enchentes a jusante da Ponte do Cristo e o processo erosivo a montante causados pelas altas velocidades das águas.

Com melhor controle das vazões ocorrerão menos danos nas infraestruturas públicas e propriedades particulares, além de melhorar o trânsito de pedestre e veículos.

De maneira geral obras de saneamento melhoram a saúde pública, geram empregos e valorizam os espaços economicamente e ambientalmente, quando bem planejadas.

Durabilidade e manutenção do objeto: obras de saneamento geralmente tem previsão de vida útil acima de 25 anos, vai depender muito da qualidade do material utilizado. Para obra em questão foi previsto aduela em concreto que possui grande resistência ao tempo podendo chegar até 100 anos. A norma de desempenho ABNT NBR 15575 estabelece que a vida útil mínima de estruturas de concreto deve ser de, no mínimo, 50 anos.

Para evitar a degradação da estrutura, é importante utilizar telas de qualidade e revestimentos metálicos com proteção polimérica contra a corrosão.

A manutenção do gabião tipo caixa deve ser feita periodicamente, verificando o estado dos fios metálicos, das pedras e das juntas e realizando os reparos necessários em caso de rompimento.

A manutenção será realizada uma vez por ano.

Órgãos e entidades responsáveis: a Prefeitura Municipal de Sales Oliveira é responsável pela manutenção e guarda da obra.

Custos e fontes de recursos:

O custo total do empreendimento é de R$ 513.855,84, sendo R$ 385.808,99 provenientes de recursos FEHIDRO e R$ 128.046,85 de contrapartida do Município de Sales Oliveira, já incluído o BDI custeado pelo Município, sem recursos de outras fontes. A dotação orçamentária será informada posteriormente pelo setor contábil.

Integram a documentação técnica de referência do empreendimento a Planilha Orçamentária Ponte do Cristo, o Cronograma Físico-Financeiro, o Projeto e o Memorial de Cálculo. Para fins de medição e pagamento, deverão ser observados os serviços efetivamente executados, os preços unitários contratados e os critérios definidos no edital, contrato, projeto e especificações técnicas, vedado o pagamento por quantitativos não executados.

16. FONTES REFERENCIAIS E BIBLIOGRAFICAS

Lei 14.133, de 01 de abril de 2021. Lei de Licitações e Contratos Administrativos.

Anexo 02 do MPO (Manual de Procedimentos Operacionais de Investimento) - Conteúdo Mínimo para os Termos de Referência.

DNIT – ***Manual de Pavimentação*** - 3a. Edição - Rio de Janeiro, 2006.

Linsley, Ray K. & Franzini, Joseph B., ***Engenharia de Recursos Hídricos -*** Mc Graw – Hill, Ed. 1978 – S. Paulo/SP.

NR18 – Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção;

NBR 8964/2013 - Arames de aço de baixo teor de carbono, revestidos, para gabiões e demais produtos fabricados com malha de dupla torção.

NBR 10.514/1988 - Redes de aço com malha hexagonal de dupla torção, para confecção de gabiões;

Norma DNIT 103/2009 - Muros e Taludes em Solos reforçados;

NBR 11.682/2009 - Estabilidade de encostas.

Responsável técnico:	**Responsável legal:**
Engenheiro Civil	**Prefeita Municipal de Sales Oliveira**