

MEMÓRIA DE CÁLCULO DE DRENAGEM

Cliente: TERIN – Terminais Inteligentes
Empreendimento: Ampliação do Terminal de Paranaguá
Local: Paranaguá, PR, Brasil

Rev.	Data	Descrição da revisão	Elaborado por	Verificado por	Autorizado por	CE

Emissão inicial

Rev.	Data	Elaborado por		Verificado por		Autorizado por		Responsável técnico	CE
		Iniciais	Visto	Iniciais	Visto	Iniciais	Visto	CREA	
0	29/01/2019	HBAA		EAB		LAA		260662852-7/SP	AP

CE - Códigos de emissão

AP Para aprovação	CO Para comentários	FA Para fabricação	PC Para compra
CC Como construído	CP Como comprado	IN Para informação	PD Para detalhamento
CD Cancelado	CT Certificado	LC Para construção, instalação	PU Para utilização
CF Como fabricado	ES Estudo preliminar	OR Para orçamento, cotação	RG Para registro

ÍNDICE

1	OBJETIVO	3
2	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	3
3	DESCRIPTIVO DO SISTEMA DE DRENAGEM	3
3.1	CRITÉRIOS HIDROLÓGICOS.....	4
3.1.1	INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO	4
3.1.2	PERÍODO DE RETORNO	5
3.1.3	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO	6
3.1.4	INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO	7
3.2	DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO	7
3.2.1	RESTRIÇÕES.....	8
3.2.2	COEFICIENTE DE RUGOSIDADE DE MANNING	8
3.2.3	VAZÕES DE PROJETO	8
4	ÁREA 2	9
4.1	DRENAGEM DOS DIQUES	9
4.1.1	DRENAGEM LIMPA	12
4.1.2	DRENAGEM DO EFLUENTE	12
4.2	DRENAGEM DAS CASAS DE BOMBAS	13
4.3	DRENAGEM SUPERFICIAL DAS RUAS.....	14
5	ÁREA 3	15
5.1	DRENAGEM PLUVIAL LIMPA DE COBERTURA	15
5.2	DRENAGEM DOS DIQUES	16
5.2.1	DRENAGEM LIMPA	17
5.2.2	DRENAGEM DO EFLUENTE	17
5.3	DRENAGEM DAS CASAS DE BOMBAS	18
5.4	DRENAGEM DO SISTEMA DE INCÊNDIO DA PLATAFORMA DE CARREGAMENTO	
	19	
5.5	DRENAGEM SUPERFICIAL DAS RUAS.....	20

1 OBJETIVO

Este documento tem por objetivo apresentar os critérios e parâmetros utilizados no dimensionamento da drenagem pluvial limpa e contaminada, destinados ao desenvolvimento da Expansão da Terin, com a construção de duas novas áreas no Terminal de estocagem de produtos – no qual está inserida a Área 1, que se refere à atual operação, denominadas Área 2 e Área 3, situadas no município de Paranaguá, estado do Paraná.

2 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- Botelho, M. H. ,& Jr., G. A. (2010). Instalações Hidráulicas Prediais. São Paulo: Blucher
- Macintyre, J. A. (2008). Manual de Instalações Hidráulicas e Sanitárias. Rio de Janeiro: LTC;
- Michelin, R.G. (1975). Drenagem Superficial e Subterrânea de Estradas. Porto Alegre: Multilibri.Ltda;
- Netto, J. M. (1998). Manual de Hidráulica (8ª Edição ed.). São Paulo: Edgard Blucher Ltda.
- Departamento de Águas e Energia Elétrica - Drenagem Urbana – Manual de projeto;
- DP-H01 – Diretrizes de Projeto para Estudos Hidrológicos – Período de Retorno.
- DNIT - Manual de Drenagem de Rodovias;
- E.TRIN001-IH4-00001 @00003 – Planta de Drenagem.

3 DESCRITIVO DO SISTEMA DE DRENAGEM

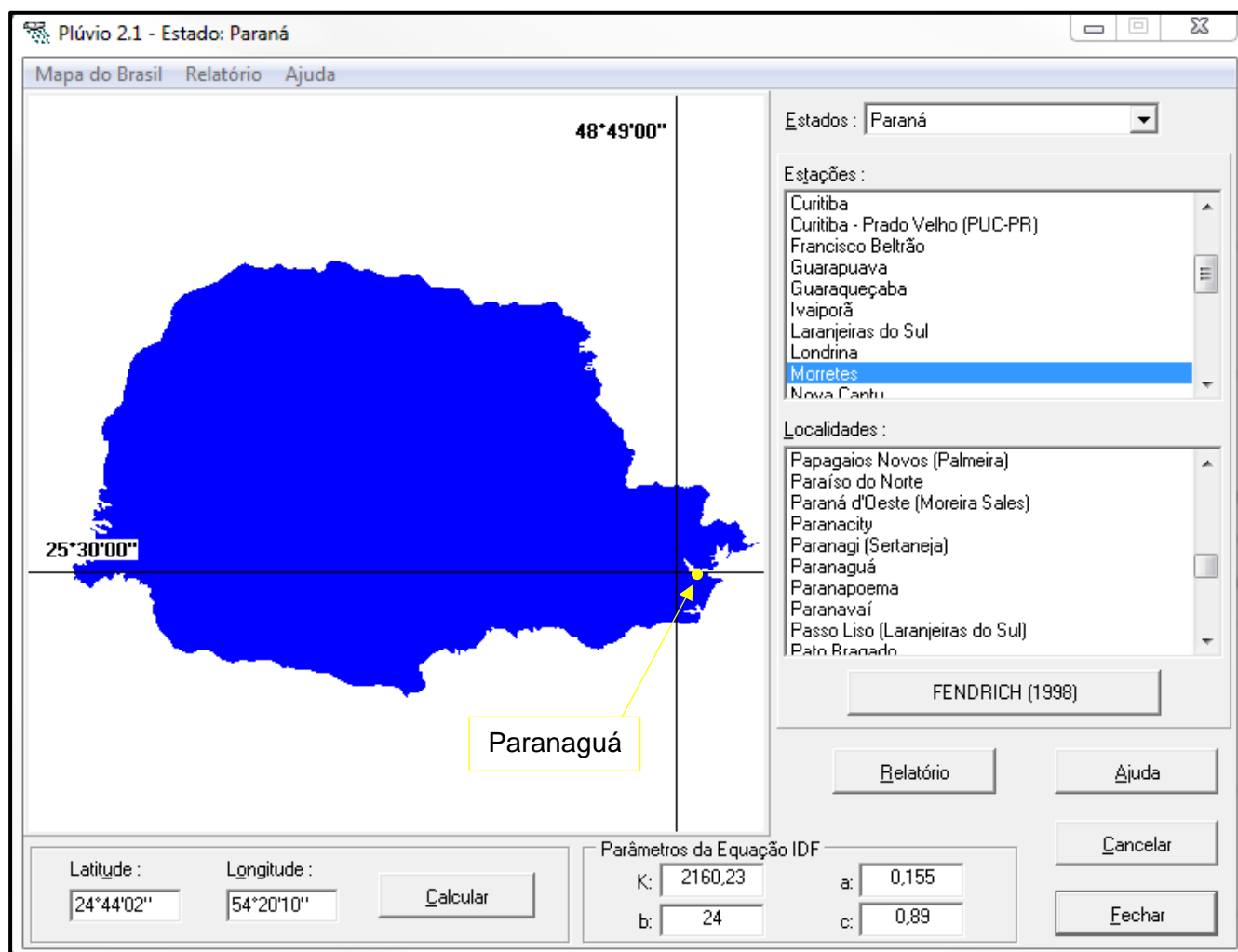
Nos próximos capítulos estão descritos os diferentes tipos de drenagem da planta:

- a) Drenagem dos diques (efluente e limpa);
- b) Drenagem do sistema de incêndio da plataforma de carregamento;
- c) Drenagem superficial das ruas.

3.1 CRITÉRIOS HIDROLÓGICOS

3.1.1 INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO

Para o cálculo da intensidade pluviométrica, utilizou-se a equação IDF (Intensidade, Duração e Frequência) desenvolvida por Fendrich (1998) para a localidade de Morretes, a mais próxima de Paranaguá - PR:



Pluvio 2.1 - Estado: Paraná

Mapa do Brasil Relatório Ajuda

Estados : Paraná

Estações :

- Curitiba
- Curitiba - Prado Velho (PUC-PR)
- Francisco Beltrão
- Guarapuava
- Guaraqueçaba
- Ivaiporã
- Laranjeiras do Sul
- Londrina
- Morretes**
- Nova Cantuária

Localidades :

- Papagaios Novos (Palmeira)
- Paraíso do Norte
- Paraná d'Oeste (Moreira Sales)
- Paranacity
- Paranagi (Sertaneja)
- Paranaguá
- Paranapoema
- Paranavaí
- Passo Liso (Laranjeiras do Sul)
- Patu Branco

FENDRICH (1998)

Relatório Ajuda

Cancelar

Fechar

Latitude : Longitude :

24°44'02" 54°20'10"

Calcular

Parâmetros da Equação IDF

K: 2160,23 a: 0,155

b: 24 c: 0,89

Figura 1 – Dados pluviométricos – Pluvio 2.0.

Morretes (PR)

$$i_{\max} = \frac{2.160,23 * T_R^{0,155}}{(t + 24)^{0,890}}$$

(Fendrich, 1989)

Onde

t = duração da chuva (min);

TR = período de retorno (anos);

I = intensidade da chuva (mm/h).

3.1.2 PERÍODO DE RETORNO

O período de retorno define o grau de proteção da obra diante a eventos hidrológicos intensos, e está atrelado ao risco aceitável associado aos danos esperados quando da ocorrência de um evento hidrológico de intensidade superior ao de projeto. Assim, a escolha do período de retorno adequado passa pela ponderação de diferentes aspectos, sendo muitos deles intangíveis e de difícil quantificação, reforçando a adoção de critérios mais objetivos para a escolha do valor adequado. A Tabela 1 apresenta uma relação usual sugerida entre o tipo de obra e o período de retorno para projetos de drenagem, envolvendo valores aceitos de forma mais ampla pelo meio técnico.

Tabela 1 - Matriz de aplicabilidade de projetos.

TIPOS DE OBRAS E INTERVENÇÕES			
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	CLASSIFICAÇÃO	PERÍODO DE RETORNO
ARV	Arranjos e complexos viários	Alto impacto Médio impacto Baixo impacto	≥ 25 anos 25 anos 10 anos
PTV	Pontes, viadutos e passagens subterrâneas	Alto impacto Médio impacto Baixo impacto	≥ 25 anos 25 anos 10 anos
PPE	Passarelas de pedestres	Alto impacto Médio impacto	10 anos
ECO	Obras de contenção e estabilização	Alto impacto Médio impacto Baixo impacto	25 anos 10 anos 10 anos
CAN	Canalizações e obras de drenagem	Alto impacto Médio impacto Baixo impacto	≥ 25 anos ≥ 25 anos 25 anos
TUG	Obras em métodos não destrutivos (túneis viários e galerias hidráulicas)	Alto impacto Médio impacto	≥ 25 anos
REC	Recuperação de obras-de-arte especiais	Alto impacto Médio impacto Baixo impacto	25 anos 10 anos 10 anos
PAV	Pavimentação de vias	Alto impacto Médio impacto Baixo impacto	25 anos 10 anos 10 anos

FONTE: DP-H01 – Diretrizes de Projeto para Estudos Hidrológicos – Período de Retorno.

De acordo com o quadro acima e considerando o grau de importância das obras de drenagem do projeto, será adotado um período de retorno de 25 anos, usual para obras de tamanha relevância.

3.1.3 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

O tempo de concentração do escoamento é determinado por uma composição do tempo demandado para o escoamento superficial percorrer o caminho do ponto mais afastado da bacia até a entrada da primeira boca de lobo, chamado de tempo de entrada (t_e), e o tempo decorrido desde a entrada no conduto até o ponto de controle, chamado de tempo de percurso (t_p), sendo determinado pela equação abaixo:

$$t_c = t_e + t_p$$

O tempo de entrada é função da geometria do terreno e das condições da cobertura do solo, já o tempo de percurso pode ser calculado por simples cinemática, sendo função do comprimento do trecho estudado e da velocidade do escoamento nele desenvolvido.

Em geral, quanto maior a intensidade da chuva, menor o tempo de concentração. Práticas usuais para bacias urbanas empregam tempos de entrada entre 10 e 30 min.

3.1.4 INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO

Após a definição das premissas, calculou-se o valor da intensidade pluviométrica para 5 e 15 minutos de tempo de concentração, ambos com período de retorno de 25 anos.

Tabela 2 - Intensidades pluviométricas para intervalos de duração da chuva entre 5 minutos e 20 minutos.

T (minutos)	I (mm/h)
05	177,683
10	154,228
15	136,500
20	122,605

3.2 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

A altura e velocidade de escoamento nas tubulações foram determinadas utilizando-se a fórmula de Manning associadas à Equação da Continuidade.

Fórmula de Manning

$$v = \frac{R_h^{2/3} \cdot I^{1/2}}{\eta}$$

Sendo:

v = Velocidade média de escoamento em m/s;

Rh = Raio hidráulico em m, tal que: $R=A/P$;

A = Área molhada em m²;

P = Perímetro molhado em m;

I = Declividade longitudinal em m/m;

η = Coeficiente de rugosidade.

Equação da Continuidade:

$$Q = A \cdot v$$

Sendo:

A = Área molhada em m²;

v = Velocidade média de escoamento em m/s.

3.2.1 RESTRIÇÕES

Velocidades:

As velocidades limites, máximas e mínimas, de escoamento foram estabelecidas para não ocasionar abrasão nas tubulações e impedir o assoreamento:

- Velocidades limites: 0,60 m/s a 4,50 m/s.

Lâminas d'água:

- Canaletas: o "freeboard" ou borda livre deve ser ≥ 5 cm.

- Coletores Fechados: lâmina máxima de 70% da seção molhada do tubo.

3.2.2 COEFICIENTE DE RUGOSIDADE DE MANNING

A Tabela 3 apresenta os coeficientes de rugosidade para os materiais mais usuais em drenagem urbana e neste projeto.

Tabela 3 – Coeficientes de rugosidade de Manning.

Canaleta pré-moldada de concreto	n=0,013
Canaleta e tubos de concreto	n=0,013
Tubos de FoFo	n=0,012
Tubos plásticos	n=0,011

3.2.3 VAZÕES DE PROJETO

As vazões de projeto foram calculadas pelo método racional o qual deve ser aplicado somente para pequenas bacias, ou seja, com área de drenagem inferior a 3 km² (PORTO, 1993) ou quando o tempo de concentração seja inferior à uma hora (TOMAZ, 2003) e admite como critério básico que o pico de vazão de uma bacia hidrográfica ocorre no instante em que toda a área da mesma esteja contribuindo, sujeita a uma precipitação de intensidade constante, uniformemente distribuída dentro dos limites da bacia. O método racional é definido pela seguinte expressão:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3600}$$

Sendo:

Q = Vazão de projeto dada em l/s;

C = Coeficiente de escoamento superficial ou “runoff” adimensional:

- Para pisos e áreas pavimentadas com concreto (ruas): C= 1,00;
- Para áreas pavimentadas com asfalto: C = 0,90.

I = Intensidade pluviométrica dada em mm/h;

A = Área da bacia contribuinte dada em m².

4 ÁREA 2

4.1 DRENAGEM DOS DIQUES

Todos os diques terão dois tipos de drenagem: efluente e limpa. Para cada tipo, está previsto um sistema de válvulas. O dimensionamento destas tubulações foi realizado a partir da divisão das seguintes áreas representadas abaixo.

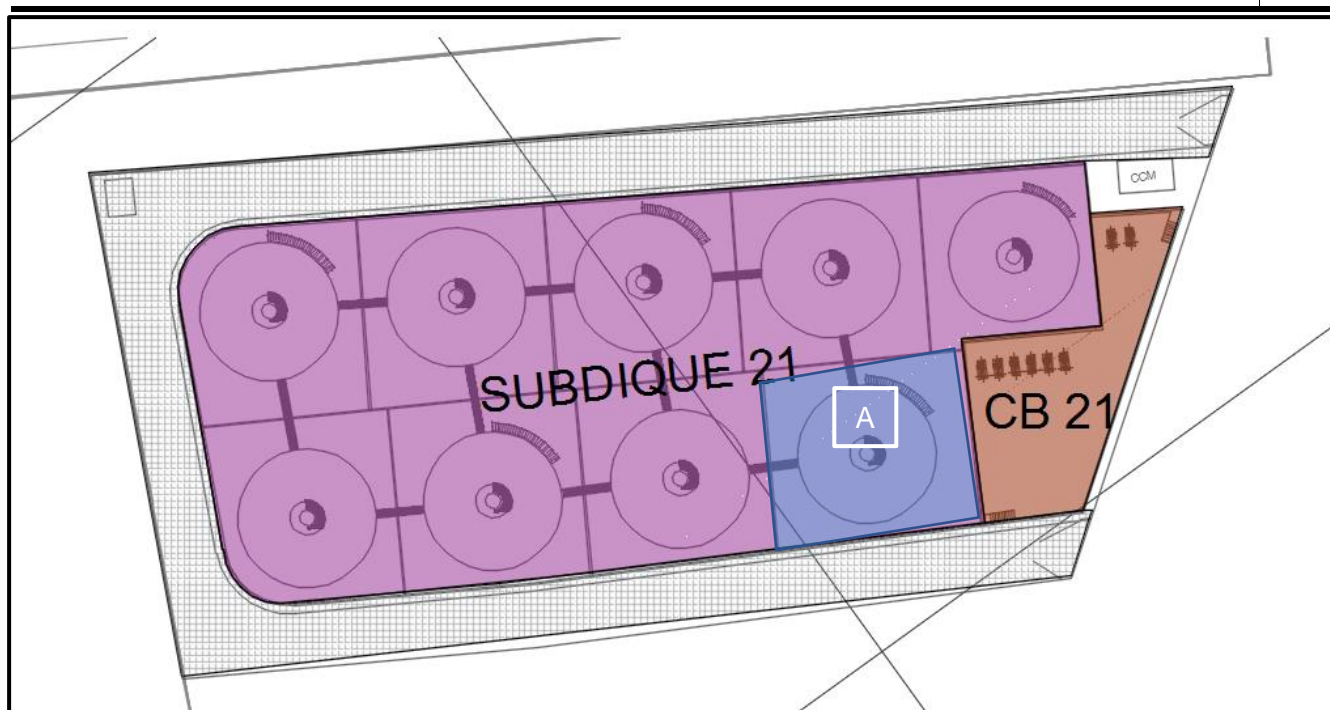


Figura 2 – Divisão da drenagem nos diques.

Para o cálculo da vazão, utilizaram-se os seguintes critérios:

Tempo de retorno: 25 anos;

Tempo de concentração: 2 horas e 15 minutos;

Coeficiente de runoff: 1 (piso de concreto).

A partir destas premissas, calculou-se a vazão do maior subdique (A) e do total de subdiques (SUBDIQUE 21) conforme as tabelas abaixo:

Tabela 4 – Cálculo da vazão do maior subdique (A) para $t_c = 2$ horas.

Trecho	Área de contribuição (m ²)		t (min)	Intensidade pluviométrica (mm/hora)	Vazões (L/s)
	c=90	c=100			Trecho
SUBDIQUE A	0,00	421,92	120,00	42,68	5,00

Tabela 5 – Cálculo da vazão do total de subdiques (Subdique 21) para $t_c = 2$ horas.

Trecho	Área de contribuição (m ²)		t (min)	Intensidade pluviométrica (mm/hora)	Vazões (L/s)
	c=90	c=100			Trecho
SUBDIQUE 21	0,00	3592,14	120,00	42,68	42,59

Entretanto, caso ocorra uma chuva com a intensidade de tempo de concentração de 15 min, temos os seguintes resultados:

Tabela 6 – Cálculo da vazão do maior subdique (A) para $t_c = 15$ minutos.

Trecho	Área de contribuição (m ²)		t (min)	Intensidade pluviométrica (mm/hora)	Vazões (L/s)
	c=90	c=100			Trecho
SUBDIQUE 21	0,00	3592,14	15,00	136,50	136,20

Tabela 7 – Cálculo da vazão do total de subdiques (Subdique 21) para $t_c = 15$ minutos.

Trecho	Área de contribuição (m ²)		t (min)	Intensidade pluviométrica (mm/hora)	Vazões (L/s)
	c=90	c=100			Trecho
SUBDIQUE A	0,00	421,92	15,00	136,50	16,00

Após o deflúvio, a operação ficará encarregada de analisar o efluente armazenado nos diques e abrir a válvula correspondente à drenagem limpa ou efluente, de acordo com a análise realizada.

4.1.1 DRENAGEM LIMPA

Caso o efluente armazenado no dique seja considerado limpo, ou seja, livre de contaminação admitindo-se presença de substâncias em concentrações tais que possibilitem o seu lançamento direto no corpo receptor, conforme a Resolução CONAMA 430/11 e/ou Legislação Estadual ou Municipal aplicável, deverá ser aberta a válvula de drenagem limpa, que possui uma tubulação de 100 mm que deságua nas ruas, ilustrada na Figura 3.

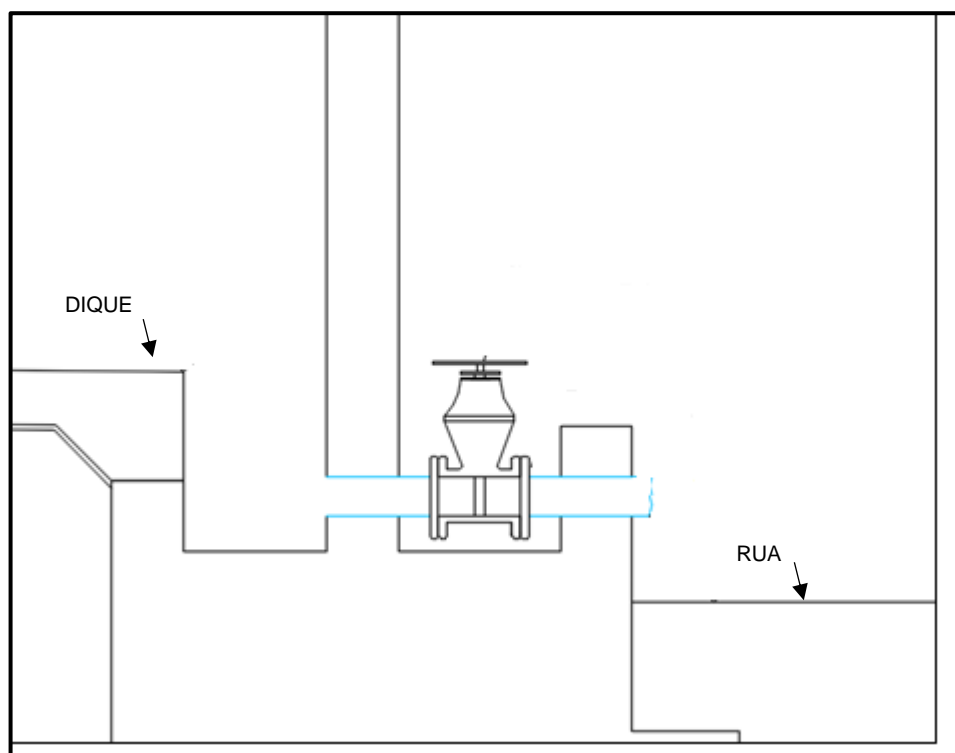


Figura 3 – Caixa de válvulas de drenagem limpa dos diques.

4.1.2 DRENAGEM DO EFLUENTE

No caso da presença de efluentes na drenagem dos diques, a operação deverá manipular a válvula de drenagem do efluente, que está ilustrada na Figura 4.

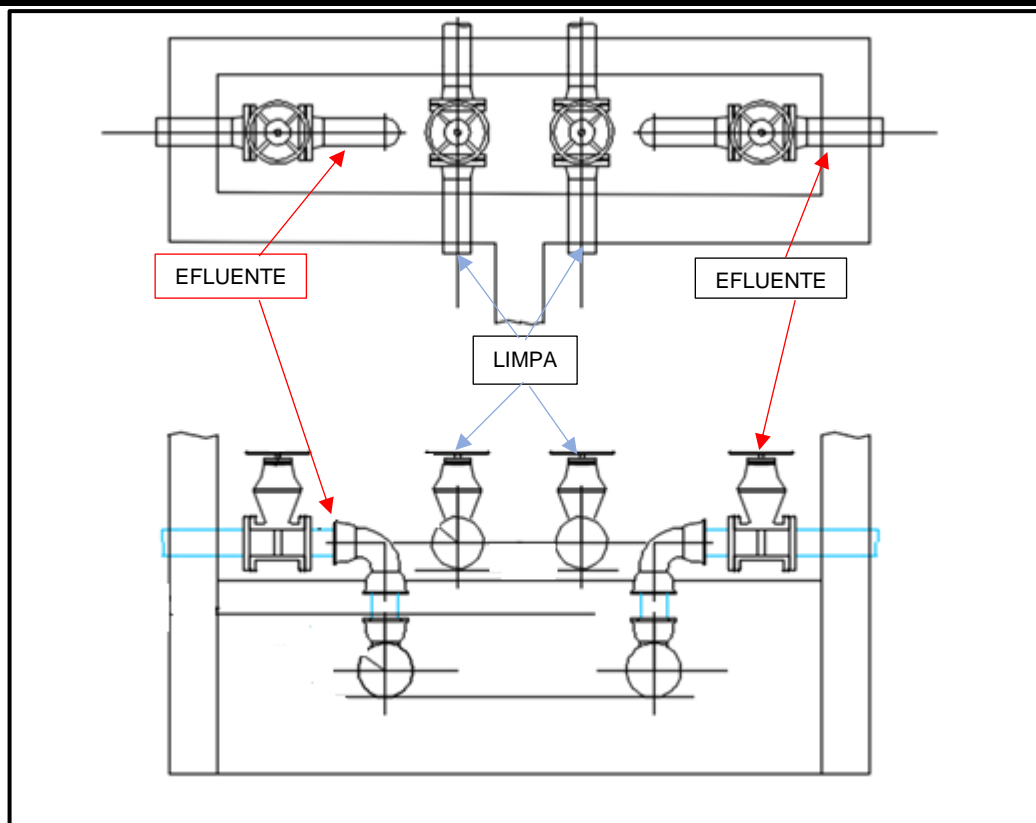


Figura 4 – Caixa de válvulas dos diques.

Estas válvulas encaminharão para duas caixas de retenção para o armazenamento do mesmo, onde deverá ser retirado via caminhões ou empresa especializada. A CR-101 e CR-102 possuem dimensões iguais com volume de 54 m³ cada. A CR-101 será compartilhada com a vazão da casa de bombas, entretanto a CR-102 será exclusiva para os subdiques ao sul, suportando a vazão da abertura de 3 subdiques por vez.

4.2 DRENAGEM DAS CASAS DE BOMBAS

Na casa de bombas, também haverá dois tipos de drenagem, a limpa e a de efluente.

As premissas adotadas foram:

Para o cálculo da vazão, utilizaram-se os seguintes critérios:

Tempo de retorno: 25 anos;

Tempo de concentração: 2 horas e 15 minutos;

Coefficiente de runoff: 1,0.

A Tabela 13 indica as vazões oriundas da precipitação na casa de bombas.

Tabela 8 – Cálculo da vazão na casa de bombas com $t_c = 2$ horas.

Trecho	Área de contribuição (m ²)		t (min)	Intensidade pluviométrica (mm/hora)	Vazões (L/s)
	c=90	c=100			Trecho
CB21	0,00	396,70	120,00	42,68	4,70

Tabela 9 – Cálculo da vazão na casa de bombas com $t_c = 15$ minutos.

Trecho	Área de contribuição (m ²)		t (min)	Intensidade pluviométrica (mm/hora)	Vazões (L/s)
	c=90	c=100			Trecho
CB21	0,00	396,70	15,00	136,50	15,04

Caso não esteja limpa, a drenagem será encaminhada para a caixa de retenção (CR-101). Esta foi dimensionada para armazenar 54m³ de efluente, ou seja, a mesma suporta 1 hora de chuva intensa de 15min na casa de bombas e, com a intensidade de 2 horas, toda a vazão da casa de bombas e de mais 2 subdiques.

Deverá ser instalada uma bomba para a retirada do efluente da casa de bombas para a CR, a mesma deverá ter vazão suficiente para cobrir 4,70 l/s, entretanto caso houver uma chuva de 15,04l/s, a casa de bombas ficaria alagada em apenas 9,38cm, altura que não prejudicará os equipamentos dentro da casa, nem ao operador das válvulas.

4.3 DRENAGEM SUPERFICIAL DAS RUAS

Assim como a drenagem de cobertura (ver item 5.1), a drenagem das vias não apresentam contaminação, admitindo-se presença de substâncias em concentrações tais que possibilitem o seu lançamento direto no corpo receptor, segundo a Resolução CONAMA 430/11 e/ou Legislação Estadual ou Municipal aplicável. Portanto, a precipitação será encaminhada para o centro das vias por caixas coletoras e destinadas à rede pública.

5 ÁREA 3

5.1 DRENAGEM PLUVIAL LIMPA DE COBERTURA

Devido ao fato de não ter a ocorrência de partículas em suspensão, como fuligem, etc, todas as coberturas foram consideradas como drenagem pluvial limpa, para a qual são enviadas as correntes aquosas que não apresentam contaminação, admitindo-se presença de substâncias em concentrações tais que possibilitem o seu lançamento direto no corpo receptor, segundo a Resolução CONAMA 430/11 e/ou Legislação Estadual ou Municipal aplicável. Na planta temos 2 prédios que necessitam de drenagem de cobertura: Subestação e Administrativo.

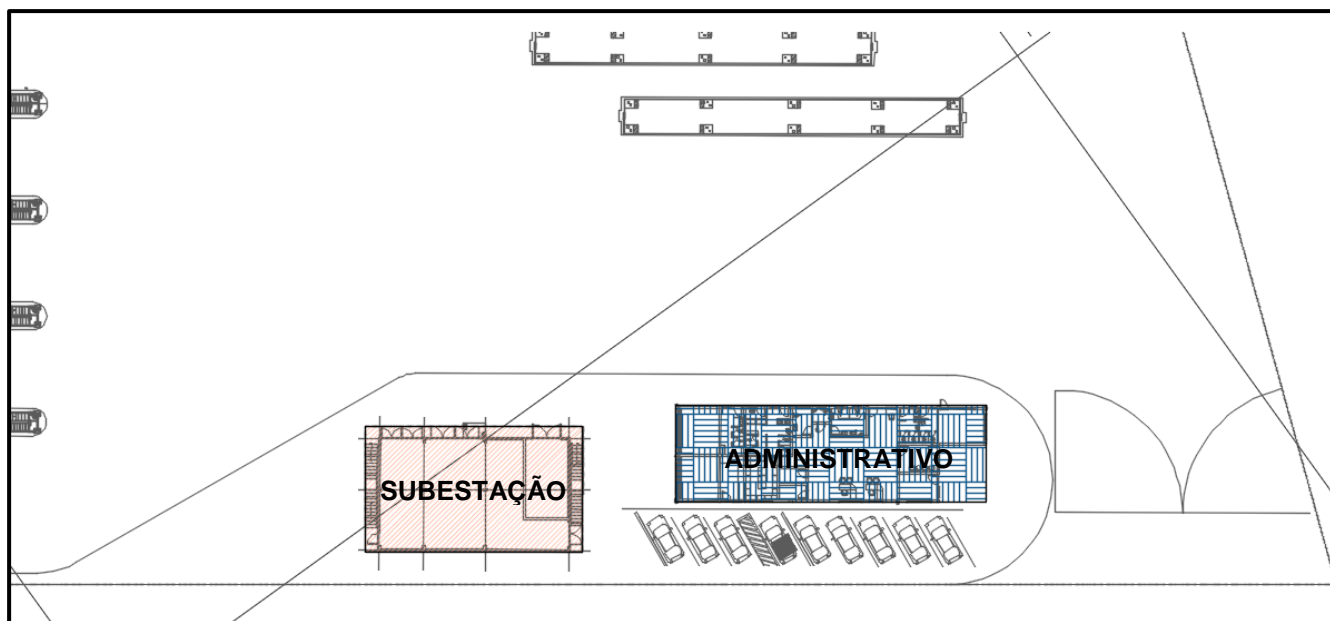


Figura 5 – Localização dos prédios: Subestação e Administrativo.

Tabela 10 – Cálculo da vazão das drenagens de cobertura.

Trecho	Área de contribuição (m²)		t (min)	Intensidade pluviométrica (mm/hora)	Vazões (L/s)
	c=90	c=100			Trecho
SUBESTAÇÃO	0,00	219,25	15,00	136,50	8,31
ADM	0,00	241,35	15,00	136,50	9,15

5.2 DRENAGEM DOS DIQUES

Todos os diques terão dois tipos de drenagem: efluente e limpa. Para cada tipo, está previsto um sistema de válvulas. O dimensionamento destas tubulações foi realizado a partir da divisão das seguintes áreas representadas abaixo.

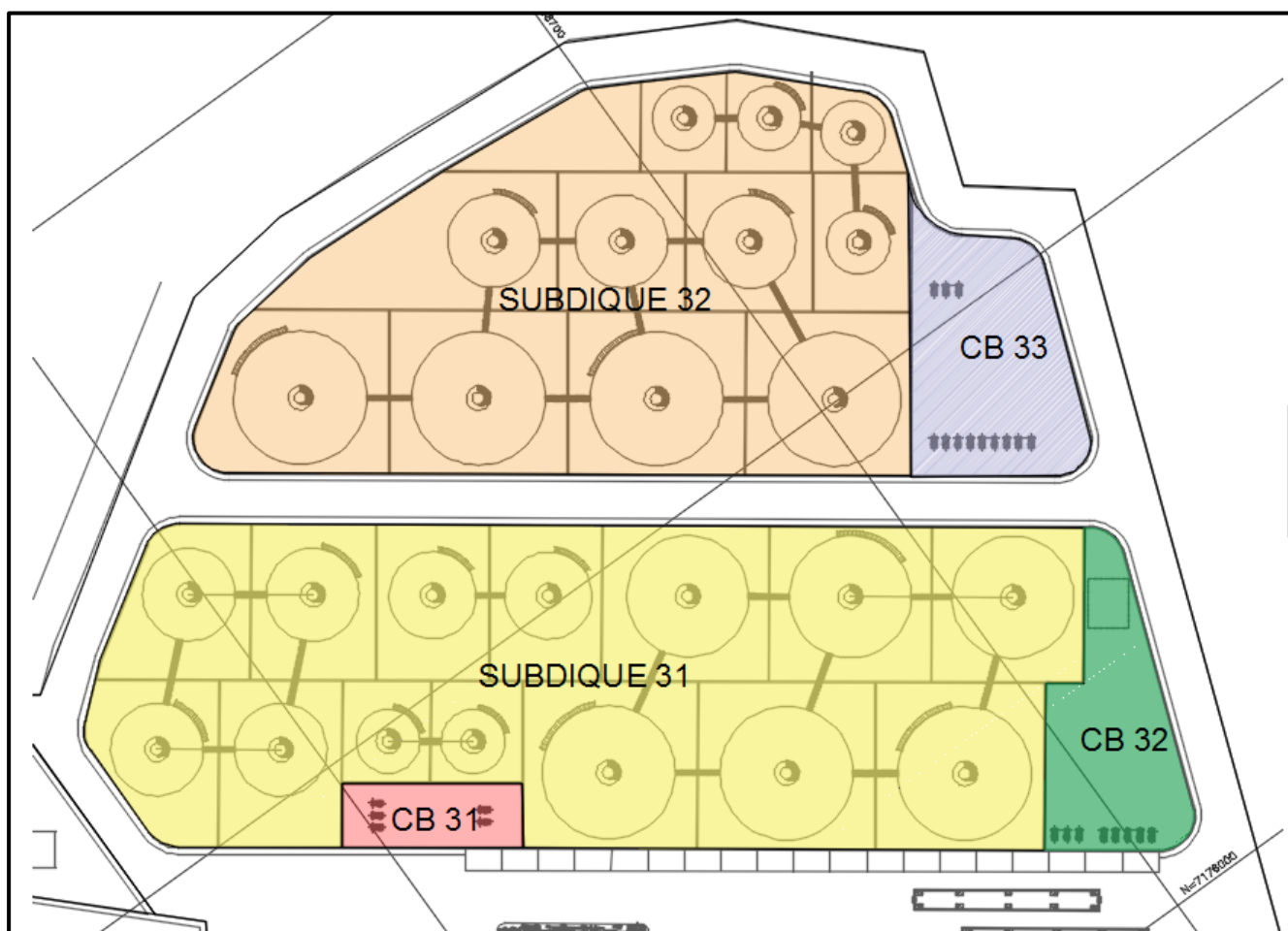


Figura 6 – Divisão da drenagem nos diques.

Para o cálculo da vazão, utilizaram-se os seguintes critérios:

Tempo de retorno: 25 anos;

Tempo de concentração: 2 horas e 15 minutos;

Coeficiente de runoff: 1 (piso de concreto).

A partir destas premissas, calculou-se a vazão de cada subdique conforme a Tabela 11.

Tabela 11 – Cálculo da vazão de cada subdique para $t_c = 15$ minutos.

Trecho	Área de contribuição (m ²)		t (min)	Intensidade pluviométrica (mm/hora)	Vazões (L/s)
	c=90	c=100			Trecho
SUBDIQUE 31	0,00	7936,70	15,00	136,50	300,93
SUBDIQUE 32	0,00	6129,31	15,00	136,50	232,40

Entretanto, caso ocorra uma chuva com a intensidade de tempo de concentração de 15 min, temos os seguintes resultados:

Tabela 12 – Cálculo da vazão de cada subdique para $t_c = 2$ horas.

Trecho	Área de contribuição (m ²)		t (min)	Intensidade pluviométrica (mm/hora)	Vazões (L/s)
	c=90	c=100			Trecho
SUBDIQUE 31	0,00	7936,70	120,00	42,68	94,10
SUBDIQUE 32	0,00	6129,31	120,00	42,68	72,67

Após o deflúvio, a operação ficará encarregada de analisar o efluente armazenado nos diques e abrir a válvula correspondente à drenagem limpa ou efluente, de acordo com a análise realizada.

5.2.1 DRENAGEM LIMPA

Ver item 4.1.1.

5.2.2 DRENAGEM DO EFLUENTE

O sistemas de válvulas é o mesmo da área 2. Toda a rede foi dimensionada para a abertura de quatro subdiques por vez. Toda a drenagem de efluentes é direcionada para a caixa de passagem (40m³) e por fim para o tanque de efluentes (250m³).

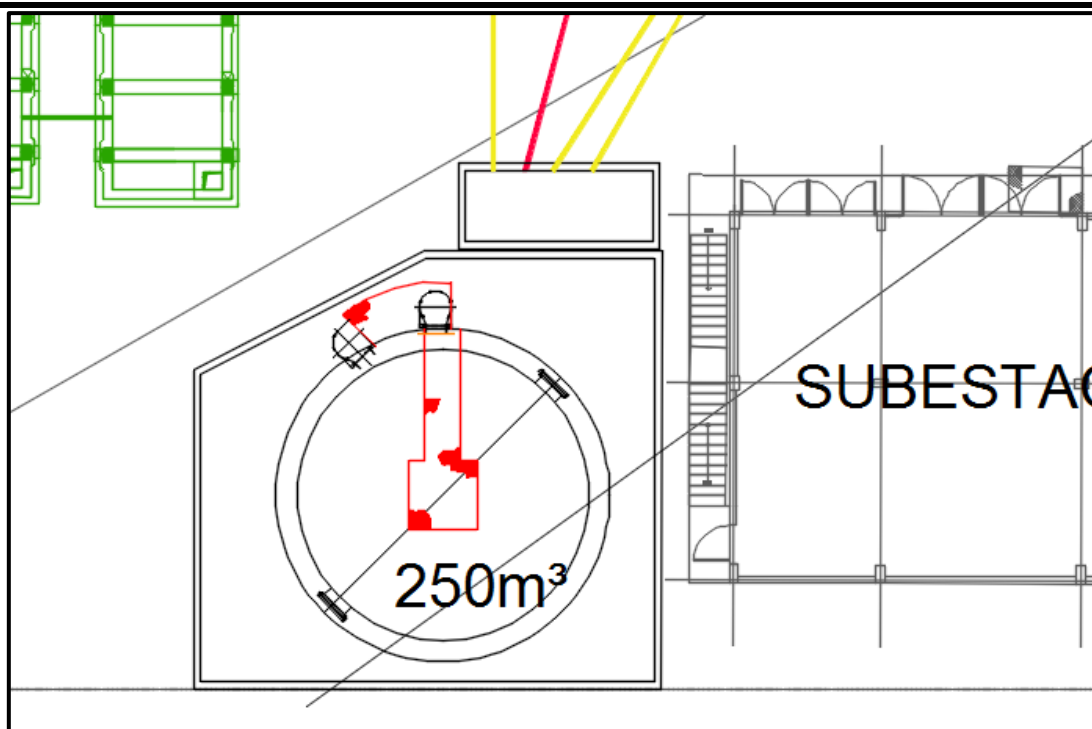


Figura 7 – Caixa de passagem e tanque.

O sistema Tanque + Caixa de passagem possui volume suficiente para suportar a vazão das 3 casas de bombas em uma chuva de $t_c=15\text{min}$ ou das 3 casas de bombas + 8 subdiques para $t_c= 2$ horas.

5.3 DRENAGEM DAS CASAS DE BOMBAS

Nas casas de bombas, também haverá dois tipos de drenagem, a limpa e a efluente.

As premissas adotadas foram:

Para o cálculo da vazão, utilizaram-se os seguintes critérios:

Tempo de retorno: 25 anos;

Tempo de concentração: 2 horas e 15 minutos;

Coefficiente de runoff: 1,0.

A Tabela 13 indica as vazões oriundas da precipitação nas casas de bombas.

Tabela 13 – Cálculo da vazão nas casas de bombas – $t_c = 2$ horas.

Trecho	Área de contribuição (m ²)		t (min)	Intensidade pluviométrica (mm/hora)	Vazões (L/s)
	c=90	c=100			Trecho
CB31	0,00	313,73	120,00	42,68	3,72
CB32	0,00	833,58	120,00	42,68	9,88
CB33	0,00	1032,51	120,00	42,68	12,24

Tabela 14 – Cálculo da vazão nas casas de bombas – $t_c = 15$ minutos.

Trecho	Área de contribuição (m ²)		t (min)	Intensidade pluviométrica (mm/hora)	Vazões (L/s)
	c=90	c=100			Trecho
CB31	0,00	313,73	15,00	136,50	11,90
CB32	0,00	833,58	15,00	136,50	31,61
CB33	0,00	1032,51	15,00	136,50	39,15

Caso seja efluente, a drenagem será encaminhada para a caixa de passagem e por fim para o tanque (idem sistema de efluente dos diques). Entretanto, caso limpa, será direcionada a rede pública.

5.4 DRENAGEM DO SISTEMA DE INCÊNDIO DA PLATAFORMA DE CARREGAMENTO

A fim de, capturar e armazenar o volume de efluente em caso de incêndio na plataforma de carregamento, instalou-se o seguinte sistema, ilustrado na figura abaixo:

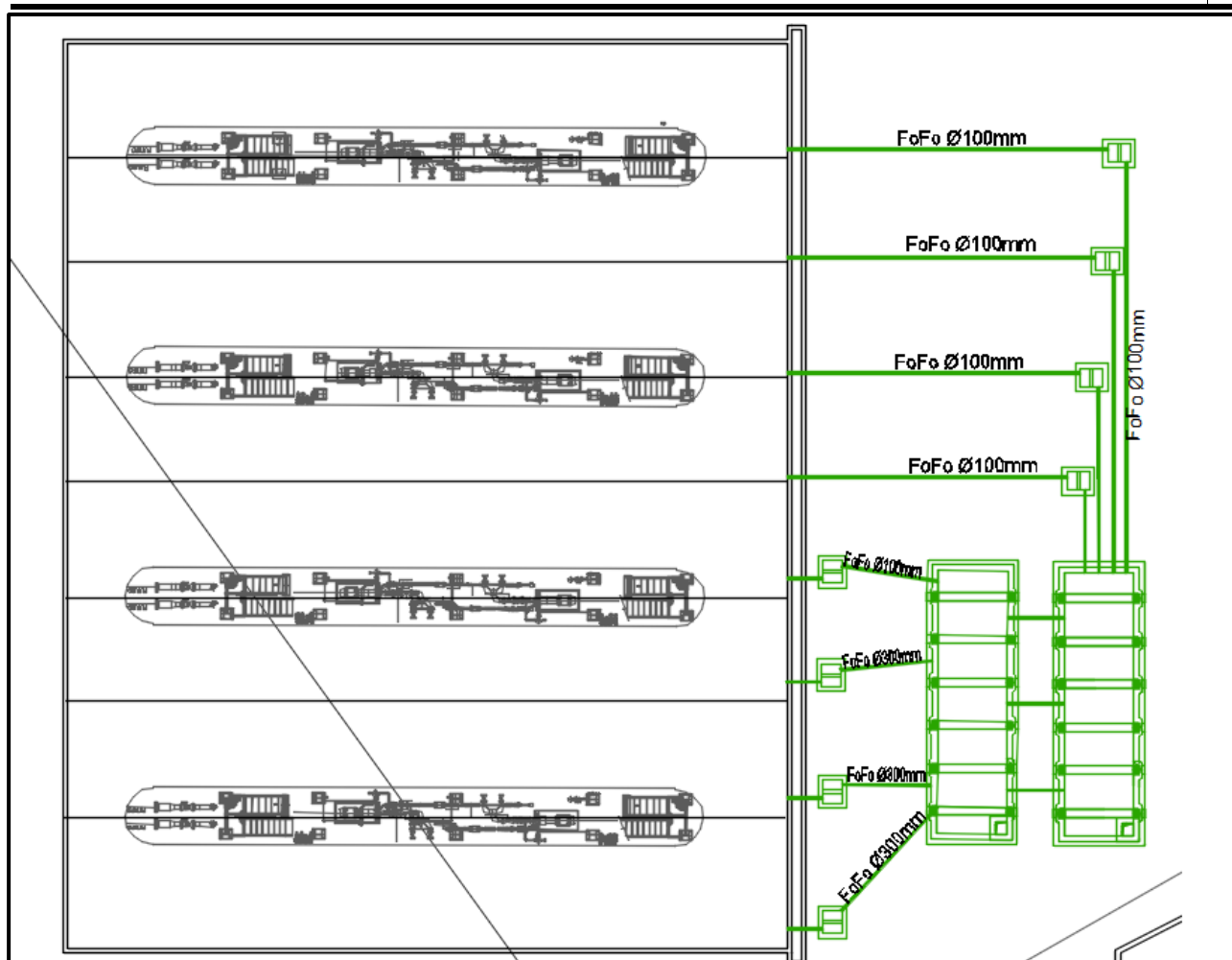


Figura 8 – Arranjo conceitual geral para a drenagem contaminada da plataforma de carregamento.

O sistema está apto para reter o volume de 50 m³ referente ao volume de espuma de incêndio, em caso de ruptura de um tanque na área da plataforma, ou seja, as 2 caixas, unidas por três vasos comunicantes possuem 50 m³ de capacidade útil para armazenagem de deflúvio. Em caso de um sinistro, para que o mesmo não se propague para as caixas de retenção, têm-se oito caixas sifonadas antes da chegada. Caso ocorra um acidente, o volume da caixa deverá ser retirado via caminhões externos com uma bomba de sucção. Deverá ser então viabilizada a remoção de tal efluente por empresa especializada para encaminhar este efluente a um destino adequado.

5.5 DRENAGEM SUPERFICIAL DAS RUAS

Assim como a drenagem de cobertura, a drenagem das vias não apresentam contaminação, admitindo-se presença de substâncias em concentrações tais que possibilitem o seu lançamento direto no corpo receptor, segundo a Resolução

CONAMA 430/11 e/ou Legislação Estadual ou Municipal aplicável. Portanto, a precipitação será encaminhada para o centro das vias por caixas coletoras e destinadas à rede pública.

A precipitação será captada a partir de caixas coletoras nos centros das ruas, cada caixa possui a capacidade de 20l/s e, na área das balanças e plataforma de carregamento, deverão ser instaladas canaletas.

Tabela 15 – Cálculo da vazão nas vias – $t_c = 15$ minutos.

Trecho	Área de contribuição (m ²)		t (min)	Intensidade pluviométrica (mm/hora)	Vazões (L/s)
	c=90	c=100			Trecho
VIAS - ÁREA 3	13264,63	0,00	15,00	136,50	452,66
VIAS - ÁREA 2	1800,25	0,00	15,00	136,50	61,43

Para a área 2 foram instaladas 6 caixas coletoras, mesmo resultando em uma vazão maior do que a necessária, a disposição das caixas deve-se por questões dos panos nas áreas e declividades das vias.

Na área 3, têm-se 14 caixas coletoras e, 3 canaletas com vazão suficiente para aportar os demais 175l/s resultantes na área das balanças e plataforma de carregamento.