



**Relatório**

**Estudos e Projetos para as intervenções descritas  
como medidas mitigadoras para a implantação do  
parcelamento Quinhão 16  
TRECHO 02**

**Drenagem**

**DEZEMBRO/2021**

00	Emissão inicial	12/2020			
Nº	MODIFICAÇÃO	DATA	FEITO	VISTO	APROVO
<b>REVISÕES</b>					

 <p>Empreendimentos Imobiliários</p>		<b>PROJETO</b>	
		<i>Estudos e Projetos para as intervenções descritas como medidas mitigadoras para a implantação do parcelamento Quinhão 16</i>	
<b>VISTO</b>		<b>LOCALIZAÇÃO</b>	
		<i>DF-001 / DF-035 / DF-025 / DF-027 - RA XXVII - JARDIM BOTÂNICO - DF</i>	
<b>APROVO</b>		<b>ESPECIALIDADE/SUBESPECIALIDADE</b>	
		<i>Drenagem</i>	
<b>RESPONSÁVEL TÉCNICO / CREA/CAU</b>			
<i>Arlindo Verzegnassi Filho / CREA: 5060497290/D-SP</i>			
<b>RESPONSÁVEL TÉCNICO / CREA/CAU</b>			
<i>Nadiego Kiczal Reginatto / CREA: 25809/D-DF</i>			
<b>COORDENADOR CREA/CAU</b>			
<i>Lucio Mario Lopes Rodrigues / CREA: 8378/D-DF</i>			
<b>ETAPA DE PROJETO</b>		<b>TIPO/ESPECIFICAÇÃO DO DOCUMENTO</b>	
<b>PROJETO EXECUTIVO</b>		<b>RELATÓRIO</b>	
		<b>DATA</b>	
		<i>dezembro/ 2020</i>	
		<b>REVISÃO</b>	
		<i>R00</i>	

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>MAPA DE SITUAÇÃO</b>	<b>6</b>
<b>2.1</b>	<b>PROJETO DE DRENAGEM</b>	<b>8</b>
2.1.1	Introdução	8
2.1.2	Características da Área de Projeto	8
2.1.3	Concepção Adotada no Trecho 02	9
2.1.4	Concepção Adotada nos Trechos de Drenagem Rodoviária	9
2.1.5	Parâmetros de Projeto	10
2.1.6	Resultados Obtidos	38

# Apresentação

## 1 APRESENTAÇÃO

Apresentamos o Volume 1.2.3 – Relatório do Projeto que faz parte do Projeto de Drenagem para área da DF-001 com a DF-035, localizado no Setor Habitacional Jardim Botânico/DF – RA Jardim Botânico

O projeto é composto por três trechos, conforme mapa de situação.

Neste projeto está sendo abordado o trecho 02 que interliga a DF-035 com a DF-001

- Subtrecho 02

O projeto de drenagem foi elaborado em conformidade com os seguintes documentos:

- **Resolução nº 9 da ADASA** de 08 de abril de 2011, que estabelece os procedimentos gerais para requerimento e obtenção de outorga de lançamento de águas pluviais em corpos hídricos de domínio do Distrito Federal e naqueles delegados pela União e Estados;
- Termo de Referência para Elaboração de Projetos de Sistemas de Drenagem Pluvial no Distrito Federal (**NOVACAP, 2019**), que tem por finalidade disciplinar a execução de projetos de sistemas de drenagem pluviais, bem como a reavaliação de sistemas de drenagem pluviais já projetados e/ou implantados no Distrito Federal, englobando todas as suas partes integrantes;
- **Manual de Drenagem de Rodovias (DNIT, 2006)**, que fornece ferramentas indispensáveis à adoção das medidas para a proteção do corpo estradal da ação prejudicial das águas que o atingem;
- Relatório de Concepção de Drenagem, elaborado com o objetivo caracterizar o sistema de drenagem existente, definir as diretrizes e apresentar as premissas consideradas para a elaboração do projeto de drenagem do trecho em estudo.

Fazem parte do Projeto os seguintes volumes:

- **Volume 1.2.3 – Relatório do Projeto**

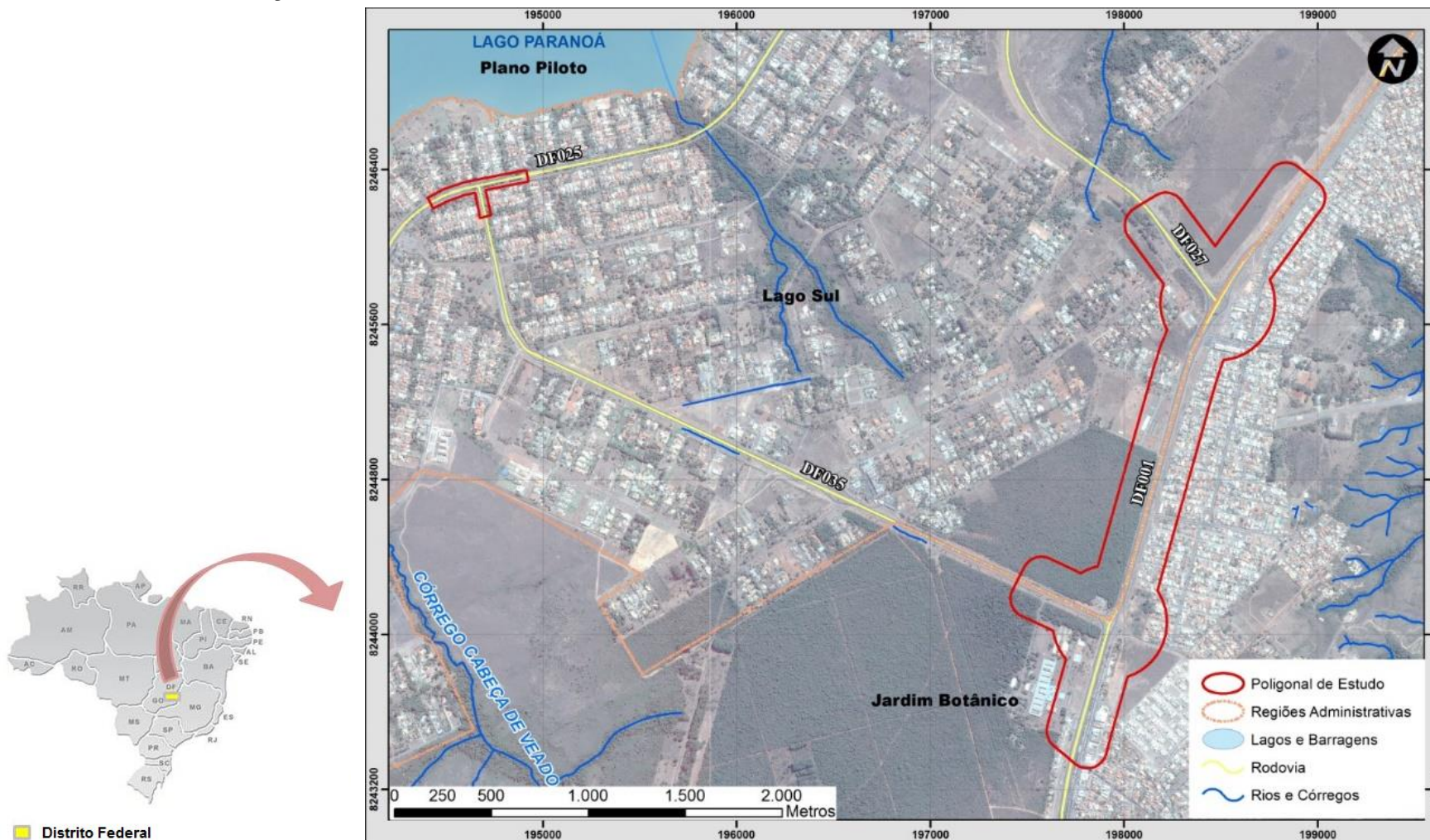
O volume apresenta as memórias de cálculos, justificativas técnicas e textos com os métodos adotados para as soluções propostas. Apresentado em tamanho A4.

- **Volume 2.3 – Desenhos**

Este volume contém plantas, projetos-tipo, quantitativos e demais informações resultantes dos estudos desenvolvidos. Apresentado em tamanho A1.

# Mapa de Situação

## 2 MAPA DE SITUAÇÃO





# Projeto de Drenagem

## **2.1 PROJETO DE DRENAGEM**

### **2.1.1 Introdução**

O projeto de drenagem compreende o dimensionamento hidráulico das obras e dispositivos capazes de proteger a rodovia das águas superficiais provenientes das precipitações pluviais.

O equacionamento da drenagem superficial foi elaborado através da análise sistemática dos trabalhos realizados e consultados, aliada ao conhecimento interdisciplinar e iterativo, baseado em dados fornecidos pelo Estudo Hidrológico e pelo Projeto Geométrico, seguindo as recomendações do Manual de Pavimentação de DNIT.

Desta forma, o trabalho desenvolvido abordou, basicamente, as obras de drenagem superficial para dar escoamento às águas precipitadas sobre o corpo estradal, e seguiu os projetos tipo do Álbum do DNIT e NOVACAP.

O projeto de drenagem contempla as obras para drenar as águas precipitadas sobre as pistas das avenidas e, quando pertinente, as contribuições provenientes de áreas próximas vinculadas às pistas, tais como áreas não ocupadas, aterros, lotes e edificações adjacentes.

O projeto adotou medidas previstas no Plano Diretor de Drenagem Urbana do Distrito Federal (PDDU-DF), visto que já estão sendo seguidas pela NOVACAP, uma vez que a ADASA, pela *Resolução nº 09 de 08 de Abril de 2011 estabeleceu os critérios e procedimentos gerais para requerimento e obtenção de outorga do direito de uso dos recursos hídricos*. através da utilização de dispositivos de retenção das águas pluviais. Os principais aspectos considerados são vazão máxima de lançamento (critérios quantitativos) e tempo de retenção do sistema (critérios qualitativos).

No Volume 2.3 – Desenhos são apresentados os elementos do projeto de drenagem, em planta, bem como os detalhes dos dispositivos projetados.

### **2.1.2 Características da Área de Projeto**

De acordo com as informações topográficas utilizadas no dimensionamento dos dispositivos de drenagem pluvial, foram extraídas das plantas topográficas, confeccionadas a partir de levantamento topográfico abrangendo a área de estudo, e das superfícies de projeto geradas quando do desenvolvimento do projeto geométrico consolidado.

As áreas de contribuição do projeto foram locadas em função do projeto Altimétrico / Geométrico.

### **2.1.3 Concepção Adotada no Trecho 02**

#### **2.1.3.1 Sub-trecho 02**

O sistema de drenagem previsto para a A DF-001, consiste em meio-fios sarjetas, bocas de lobo, redes coletoras e demais dispositivos necessários para a correta coleta e condução das águas até um ponto de deságue. Para facilitar a inspeção e limpeza da rede de drenagem foram previstas caixas com visitas (poços de visita) espaçadas em no máximo 60,00m, seguindo recomendações da Novacap.

### **2.1.4 Concepção Adotada nos Trechos de Drenagem Rodoviária**

O sistema drenagem rodoviária foi projetado utilizando a metodologia do Manual de Drenagem de Rodovias, elaborado pelo DNIT. O trabalho desenvolvido abordou, basicamente, as obras de drenagem superficial para dar escoamento às águas precipitadas sobre o corpo estradal, e seguiu os projetos-tipo do Álbum do DNIT.

Os dispositivos utilizados e dimensionados foram:

- Meios-fios de concreto conjugados com sarjeta projetados em pontos estratégicos com o intuito de direcionar as águas, advindas das precipitações, até um dispositivo de entrada de água;
- Sarjetas projetadas para captar as águas que se precipitam sobre o corpo estradal e talude contíguo, conduzindo-as longitudinalmente a rodovia até pontos de transição entre o corte e aterro de forma a permitir a saída lateral para o terreno natural;
- Caixas coletoras, com a função de coletar as águas provenientes das sarjetas e que destinam aos bueiros de greide; coletar as águas provenientes das descidas d'água de cortes; permitir a inspeção dos condutos que por elas passam, etc.;
- Tomadas d'água rápidas de descida em aterros, dispositivo necessário para coletar as águas que escoam pelas sarjetas e direcioná-las até local seguro fora do corpo estradal;
- Dissipadores de energia com o objetivo diminuir a velocidade do escoamento evitando assim formação de erosões;
- Valetas de proteção de corte e aterro.

Os projetos-tipo adotados atendem às recomendações do DNIT, constantes do Álbum de Projetos Tipo de Drenagem.

## 2.1.5 Parâmetros de Projeto

### 2.1.5.1 Método a ser utilizado na avaliação das vazões de dimensionamento - Q

Para o cálculo das vazões de dimensionamento das estruturas de drenagem será utilizado o Método Racional, que é largamente utilizado na determinação da vazão máxima de projeto para bacias pequenas (<4 km<sup>2</sup>).

$$Q = C * I * A$$

Sendo:

Qc = vazão de projeto (l/s);

C = coeficiente de escoamento superficial (adm.);

I = intensidade de chuva crítica (l/s x ha);

A = área de contribuição para a seção considerada (ha).

### 2.1.5.2 Coeficiente de Escoamento Superficial – (C)

Caracterizado basicamente em função da permeabilidade das áreas expostas e ponderados, segundo o valor das mesmas, tomando-se os valores de acordo as tabelas apresentadas no decorrer deste relatório.

### 2.1.5.3 Equação Intensidade – Duração – (I)

Para determinação da intensidade pluviométrica de projeto foi utilizada a equação abaixo, elaborada pelo Engenheiro Francisco Pereira e recomenda pela NOVACAP.

$$i = \frac{4.374,17 \cdot F^{0,207}}{(tc+11)^{0,884}} \text{ Onde:}$$

I = Intensidade de chuva crítica (l/s x ha);

F = Tempo de recorrência (anos);

Tc = Tempo de concentração (minutos);

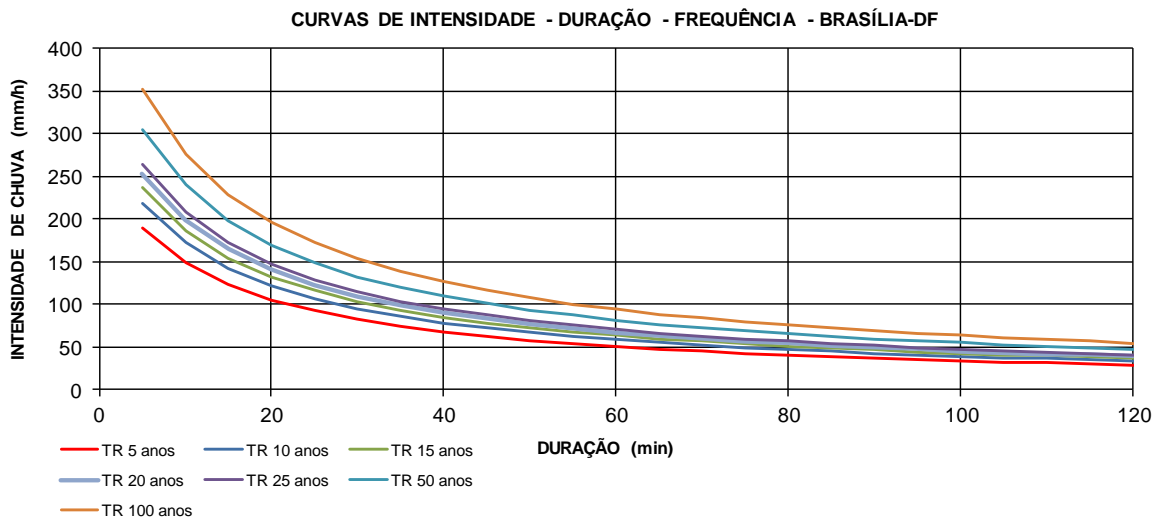
166,7 = Coeficiente da transformação de (mm/min.) em (l/s x ha).

Na tabela a seguir estão apresentados os valores de intensidade pluviométrica (mm/h) e altura de precipitação (mm), obtidos a partir da equação IDF - Brasília, para chuvas intensas com durações entre 5 e 120 minutos e períodos de retorno de 5, 10, 15, 20, 25, 50 e 100 anos.

**Tabela 1: Intensidade Pluviométrica – I (mm/h) e Altura de Precipitação – P (mm).**

Duração (min)	INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA - I (mm/h) e ALTURA DE PRECIPITAÇÃO - P (mm)													
	PERÍODO DE RECORRÊNCIA (anos)													
	5		10		15		20		25		50		100	
	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)
5	15,78	189,39	18,22	218,61	19,81	237,75	21,03	252,34	22,02	264,27	25,42	305,04	29,34	352,11
10	24,82	148,92	28,65	171,90	31,16	186,95	33,07	198,42	34,63	207,80	39,98	239,86	46,14	276,87
15	30,83	123,30	35,58	142,32	38,70	154,79	41,07	164,28	43,01	172,05	49,65	198,59	57,31	229,23
20	35,18	105,55	40,61	121,83	44,17	132,50	46,88	140,63	49,09	147,27	56,67	170,00	65,41	196,22
25	38,53	92,48	44,48	106,74	48,37	116,09	51,34	123,21	53,77	129,04	62,06	148,95	71,64	171,93
30	41,22	82,43	47,58	95,15	51,74	103,48	54,92	109,83	57,51	115,02	66,39	132,77	76,63	153,25
35	43,44	74,46	50,14	85,95	54,53	93,47	57,87	99,21	60,61	103,90	69,96	119,93	80,75	138,43
40	45,31	67,97	52,30	78,46	56,88	85,32	60,37	90,56	63,23	94,84	72,98	109,47	84,24	126,36
45	46,93	62,58	54,17	72,23	58,92	78,55	62,53	83,37	65,49	87,32	75,59	100,79	87,25	116,34
50	48,35	58,02	55,81	66,97	60,70	72,83	64,42	77,30	67,46	80,96	77,87	93,45	89,89	107,87
55	49,61	54,12	57,26	62,47	62,27	67,93	66,09	72,10	69,22	75,51	79,90	87,16	92,23	100,61
60	50,73	50,73	58,56	58,56	63,69	63,69	67,60	67,60	70,79	70,79	81,71	81,71	94,32	94,32
65	51,75	47,77	59,74	55,14	64,97	59,97	68,95	63,65	72,21	66,66	83,35	76,94	96,21	88,81
70	52,68	45,15	60,81	52,12	66,13	56,68	70,19	60,16	73,51	63,01	84,85	72,73	97,94	83,95
75	53,53	42,83	61,79	49,43	67,20	53,76	71,32	57,06	74,70	59,76	86,22	68,98	99,52	79,62
80	54,32	40,74	62,70	47,02	68,19	51,14	72,37	54,28	75,79	56,85	87,49	65,62	100,99	75,74
85	55,05	38,86	63,54	44,85	69,10	48,78	73,34	51,77	76,81	54,22	88,66	62,59	102,34	72,24
90	55,73	37,15	64,33	42,88	69,96	46,64	74,25	49,50	77,76	51,84	89,76	59,84	103,61	69,07
95	56,36	35,60	65,06	41,09	70,76	44,69	75,10	47,43	78,65	49,67	90,78	57,34	104,79	66,18
100	56,96	34,18	65,75	39,45	71,51	42,90	75,89	45,54	79,48	47,69	91,75	55,05	105,90	63,54
105	57,53	32,87	66,40	37,94	72,21	41,27	76,65	43,80	80,27	45,87	92,65	52,94	106,95	61,11
110	58,06	31,67	67,02	36,55	72,88	39,75	77,35	42,19	81,01	44,19	93,51	51,01	107,94	58,88
115	58,56	30,55	67,60	35,27	73,52	38,36	78,03	40,71	81,72	42,63	94,32	49,21	108,88	56,81
120	59,04	29,52	68,15	34,08	74,12	37,06	78,67	39,33	82,39	41,19	95,10	47,55	109,77	54,88

Os resultados anteriormente obtidos podem ser representados graficamente pelas seguintes famílias de curvas:



**Figura 1: Curvas de Intensidade-Duração-Frequência – Brasília/DF.**

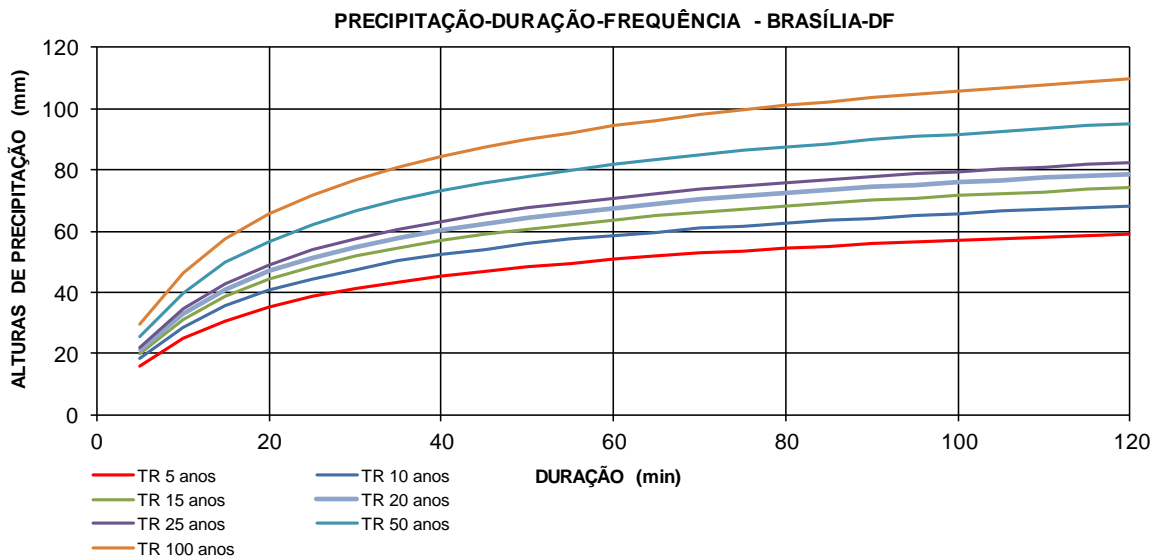


Figura 2: Precipitação-Duração-Frequência – Brasília/DF.

#### 2.1.5.4 Tempo de Recorrência

Os tempos de retorno utilizados no dimensionamento são apresentados a seguir:

- 10 anos para as redes e dispositivos de drenagem superficial;
- 10 anos para os reservatórios de retenção (atendimento aos aspectos de qualidade e quantidade da ADASA);

#### 2.1.5.5 Tempo de Concentração

O Tempo de Concentração consiste no espaço de tempo que as águas pluviais levarão para alcançar a seção da rede que está sendo considerada. Este tempo de deslocamento varia com a distância e as características do terreno, tais como depressões e granulometria do solo.

Para o cálculo do tempo de concentração nas redes de drenagem convencional usou-se a seguinte fórmula:

$$tc = te + tp$$

Onde:

tc = tempo de concentração em minuto;

te = tempo de deslocamento superficial ou tempo de entrada em minuto;

tp = tempo de percurso em minuto.

O tempo de deslocamento superficial ou de entrada é o tempo gasto pelas águas precipitadas, nos pontos mais distantes, para atingir a rede através dos acessórios de captação. Foi adotado como sendo de 15 minutos, o mesmo adotado para Brasília pela NOVACAP e DNIT.

O tempo de percurso ( $t_p$ ) é o tempo de escoamento das águas no interior das redes, desde o início até a seção considerada. Este tempo é determinado no desenvolvimento da planilha de cálculo com base na fórmula:

$$t_p = \frac{L}{V}$$

Onde:

$t_p$  = tempo de percurso em segundo;

L = comprimento do trecho de rede em metros;

V = velocidade das águas no interior da rede em m/s.

Para os trechos de drenagem superficial o tempo de concentração foi calculado pela a fórmula de Kirpich, que apresenta a seguinte notação:

$$T_c = 0,39 * \left(\frac{L^2}{S}\right)^{0,385}, \text{ sendo:}$$

Onde:

$T_c$  = Tempo de concentração (h);

L = Comprimento do talvegue (km);

S = Declividade média ponderada do talvegue (%).

O valor mínimo foi pré-fixado em 5 minutos e o tempo de recorrência utilizado nos cálculos das precipitações, para o projeto dos dispositivos de drenagem superficial, foi de 10 anos.

#### **2.1.5.6 Dimensionamento dos dispositivos de drenagem**

Para dimensionar os dispositivos de drenagem, adotou-se o método racional para determinar a vazão de contribuição, segundo a área de implúvio a ser considerada, além da equação de Manning associada à equação da continuidade para determinar a capacidade hidráulica de cada dispositivo.

No dimensionamento hidráulico dos dispositivos de drenagem superficial utilizaram-se as seguintes equações:

- Equação de Manning:

$$V = \frac{R^{\frac{2}{3}} * \sqrt{I}}{n} < V_c, \text{ onde:}$$

Onde:

V = velocidade de escoamento (m/seg);

R = raio hidráulico (m);

I = declividade máxima admissível (m/m);

N = coeficiente de rugosidade de Manning; e

V<sub>c</sub> = velocidade máxima admissível, função do tipo de material.

- Equação da Continuidade:

$$Q = A * V, \text{ onde:}$$

Onde:

Q = vazão (m<sup>3</sup>/seg);

A = área da seção molhada (m<sup>2</sup>); e

V = velocidade de escoamento (m/seg).

Combinando estas equações, pode-se calcular a capacidade de vazão dos dispositivos empregando-se a equação de descarga unitária:

$$Q = \frac{1}{n} * A * R^{\frac{2}{3}} * \sqrt{I}, \text{ sendo:}$$

Onde:

Q = vazão de contribuição (m<sup>3</sup>/seg);

A = área de escoamento na seção transversal (m<sup>2</sup>);

I = Declividade da tubulação (m/m);

R<sub>h</sub> = Raio hidráulico (m); e

N = Coeficiente de Manning (depende do material).

### **2.1.5.7 Dimensionamento Hidráulico dos Dispositivos de Drenagem Urbana**

As considerações adotadas nesta intervenção de drenagem foram propostas com a finalidade principal de obedecer aos critérios de drenagem urbana, respeitando a cota de



lançamento em cada coletor natural e objetivando incorporar-se harmoniosamente com o planejamento urbano da área, com o sítio da obra e com o meio sócio ambiental.

As premissas básicas deste projeto foram manter o controle e disciplinamento do escoamento das águas de chuvas, evitando-se assim, alagamentos, erosões nos trechos de fortes declividades e conseqüente assoreamento no corpo receptor natural.

#### 2.1.5.7.1 Coeficiente de Escoamento Superficial

O Coeficiente de Escoamento determina uma relação entre a quantidade de água que precipita e a que escoar em uma área com um determinado tipo de cobertura de solo. Quanto mais impermeável for a cobertura do solo, maior será esse coeficiente.

Para a fixação do Coeficiente de Escoamento Superficial das redes drenagem urbana foram usados valores tabelados, recomendados pela Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil (NOVACAP), dispostos na Tabela 2.

**Tabela 2: Valores de Coeficientes Escoamento Superficial conforme a cobertura do solo.**

<b>SUPERFÍCIES</b>	<b>C</b>
Calçadas ou impermeabilizadas	0,90
Pavimento intertravado	0,78
Intensamente urbanizadas e sem áreas verdes	0,70
Residências com áreas ajardinadas	0,40
Áreas de solo natural com recobrimento de brita	0,30
Áreas com inclinação superior a 5% integralmente gramadas	0,20
Integralmente gramadas	0,15

**Fonte: Termo de Referência e Especificações para Elaboração de Projetos de Drenagem Pluvial - NOVACAP, Abril 2019.**

O PDDU-DF especifica que a escolha e a definição do coeficiente de escoamento ficarão a critério do projetista.

Deste modo utilizou-se coeficiente de 0,90.

#### 2.1.5.7.2 Outros Parâmetros

- Diâmetro mínimo da rede: 600 milímetros;
- Diâmetro mínimo de captação: 400 milímetros;
- Recobrimento mínimo da tubulação: uma vez e meia o diâmetro da rede, a não ser quando ela for projetada em área verde, hipótese em que deverão ser adotados outros valores em função da cota de via a ser drenada.
- Declividades:

*Mínima: declividade mínima de 0,5%;*

*Máxima: declividade tal que assegure uma velocidade não superior a  $V_{máx}$ .*

- Velocidades limites:  
*Mínima: 1,00 m/s;*  
*Máxima: 6,00 m/s.*
- No dimensionamento hidráulico dos tubos foi considerada a lâmina máxima de 82% do diâmetro, correspondendo à vazão da seção plena.

Todos os parâmetros de projeto preconizado anteriormente foram utilizados nos cálculos das redes, estas dimensionadas no software AutoCAD® Civil 3D.

### **2.1.5.8 Dimensionamento Hidráulico dos Dispositivos de Drenagem Superficial**

Neste item estão apresentadas as metodologias e as ferramentas utilizadas para verificação da capacidade hidráulica dos dispositivos de drenagem superficial projetados.

As metodologias adotadas integram o Manual de Drenagem de Rodovias, do DNIT – Edição de 2011.

O estudo do dimensionamento hidráulico dos dispositivos de drenagem superficial consiste na determinação da máxima extensão admissível, de modo que não ocorra o transbordamento da água. Esta extensão esta condicionada à capacidade máxima de vazão de cada um dos dispositivos do sistema de drenagem. Para isto levou-se em consideração o tipo da obra e sua declividade de instalação, permitindo determinar o posicionamento das entradas d'água.

O dimensionamento destes dispositivos foi realizado de acordo com a seguinte sistemática:

- 1º- Determinação da vazão de contribuição pelo Método Racional

$$Q_p = \frac{c * i * A}{36 * 10^4}$$

Sendo:

$Q_p$  = Descarga de Projeto, em m<sup>3</sup>/seg;

$I$  = intensidade de chuva, em cm/h, para o tempo de recorrência de 10 anos e tempo de concentração de 5 minutos;

$A$  = área de contribuição, em m<sup>2</sup>; e

$C$  = coeficiente de escoamento superficial, adimensional, fixado de acordo com a tabela abaixo:

**Tabela 3: Coeficiente de escoamento conforme a cobertura do solo.**

<b>SUPERFÍCIES</b>	<b>C</b>
Terreno natural	0,30 a 0,40 (de acordo com maior ou menor percentual de área ou argila)
Talude	0,60 a 0,70 (segundo as mesmas características anteriores)
Plataforma	0,90

A área de contribuição pode ser formada por superfícies de diferentes coeficientes de escoamento superficial. Neste caso, o valor do coeficiente de escoamento final foi determinado pela média ponderada dos valores de coeficientes de escoamento adotados, usando como peso, as respectivas larguras dos implúvios.

Logo:

$$c = \frac{L_1 * c_1 + L_2 * c_2 + \dots + L_n * c_n}{\sum_1^n L}$$

Sendo:

L1 = faixa da plataforma da rodovia que contribui para o dispositivo considerado;

L2 = largura da projeção horizontal equivalente do talude;

L3 = largura do terreno natural;

C1 = coeficiente de escoamento superficial da plataforma da rodovia;

C2 = coeficiente de escoamento superficial do talude;

C3 = coeficiente de escoamento superficial do terreno natural.

2° - Determinação da capacidade de vazão dos dispositivos pela fórmula de Manning, associada à equação da continuidade.

$$V = \frac{R^{2/3} * I^{1/2}}{n} \text{ e } Q = AV, \text{ sendo:}$$

V = velocidade de escoamento (m/s);

R = raio hidráulico (m);

I = declividade longitudinal do dispositivo (m/m);

N = coeficiente de rugosidade de Manning, considerado como sendo igual a 0,017 (dispositivo revestido em concreto);

Q = vazão máxima permissível (m³/s); e

A = área da seção molhada (m²).

Igualando-se a equação proposta pelo Método Racional e a fórmula de Manning, e considerando a área de implúvio como sendo igual a  $A = L * d$ , tem-se:

$$V = \frac{c * i * L * d}{36 * 10^4} = \frac{A * R^{\frac{2}{3}} * I^{\frac{1}{2}}}{n}$$

$$d = 36 * 10^4 \frac{A * R^{\frac{2}{3}} * I^{\frac{1}{2}}}{c * i * L * n}$$

Na equação acima, os valores de A, R e n são conhecidos, conforme a seção escolhida; os valores de c, i e L, são conhecidos, em função da chuva de projeto, dos tipos de superfícies e das características geométricas da rodovia. A única variável existente é a declividade longitudinal (I).

Determina-se o comprimento crítico e estabelece-se a velocidade de escoamento para este comprimento. Esta velocidade deve ser condicionada à velocidade limite de erosão do material utilizado no revestimento adotado para o dispositivo.

O bordo livre da valeta, que é a distância vertical do topo da valeta à superfície da água na condição do projeto, foi adotado de acordo a seguinte tabela:

**Tabela 4: Folga f para valetas revestidas**

Q (m3/s)	f (cm)
Até – 0,25	10
0,25 – 0,56	13
0,56 – 0,84	14
0,84 – 1,40	15
1,40 – 2,80	18
Acima de 2,80	20

### **2.1.5.9 Dimensionamento dos reservatórios de retenção**

Os dados necessários à elaboração desses estudos compreendem fundamentalmente as características hidráulicas e geomorfológicas da bacia, suas condições de impermeabilização, tempos de concentração, bem como as precipitações de projeto.

Para o dimensionamento dos reservatórios de retenção, considerou-se os volumes recomendados pela Resolução Nº 09/2011 da ADASA.

#### **2.1.5.9.1 Estimativa dos volumes dos reservatórios – fase de planejamento**

Embora as variáveis hidrológicas, hidráulicas e fisiográficas da bacia, e também os riscos assumidos, sejam fundamentais no processo de definição dos volumes a reservar, é interessante o conhecimento prévio da ordem de grandeza que os volumes detidos podem assumir, tendo em vista a pesquisa de áreas disponíveis e as atividades preliminares de planejamento.

Os métodos simplificados expeditos têm seu valor nessa fase inicial de tomada de decisão.

#### **2.1.5.9.2 Dimensionamento pelo método da ADASA**

##### **2.1.5.9.2.1 Aspectos legais e considerações finais**

Atualmente os sistemas de drenagem pluvial no Distrito Federal são submetidos às normativas da ADASA, estabelecidas pela Resolução nº 09, de 08 de Abril de 2011. A referida resolução estabelece critérios e procedimentos para outorga de direito de uso de recursos hídricos para lançamento de águas pluviais em corpos de água de domínio do Distrito Federal, objetivando implantar soluções compensatórias de drenagem, agindo complementarmente às estruturas convencionais, evitando deste modo a transferência dos impactos para jusante do ponto de lançamento, através da utilização de dispositivos de infiltração, retenção e retenção das águas pluviais. Os principais aspectos considerados são: i) Critérios quantitativos - vazão máxima de lançamento; ii) Critérios qualitativos - tempo de retenção do sistema.

Considerando que as contribuições dos reservatórios possuem áreas bem menores que 100 ha, o dimensionamento foi realizado com as equações elaboradas para Brasília (que já embutem a precipitação e os limites de vazão). Caso tivéssemos áreas maiores que 100 ha seria necessário um estudo hidrológico específico, para determinação dos hidrogramas de pré e pós-desenvolvimento, podendo ser utilizado o procedimento de

transformação chuva-vazão (Hidrograma do SCS) e propagação do hidrograma em reservatório utilizando o algoritmo de Puls.

Com relação aos critérios quantitativos, a ADASA estabelece que a vazão de lançamento consequente de toda ocupação que resulta em superfície impermeável, deverá possuir uma vazão máxima específica de saída de 24,4L/s/ha. Ainda em relação à questão quantitativa ele estabelece a adoção de lagoas ou reservatórios para o amortecimento de vazões para manter a vazão de pré-desenvolvimento do DF, sendo seu volume dado por:

$$V = 4,705 \cdot A_i \cdot A_c$$

Onde, os termos representam:

V = Volume do reservatório a ser implantado (m<sup>3</sup>);

A<sub>i</sub> = Proporção da área impermeável da área de contribuição (em percentual);

A<sub>c</sub> = Área de contribuição (ha).

É importante observar que o volume amortecido pelo reservatório de retenção será escoado lentamente, durante várias horas após a passagem do pico de vazão. Assim, os benefícios esperados, em termos de controle de cheias, incluem não apenas a atenuação de vazões como também a perda de sincronia de ocorrência de picos em relação às redes já em operação e que não possuem sistemas de controle quantitativo (reservatórios de retenção).

Com relação aos critérios qualitativos o referido órgão dispõe que grande parte da poluição que vem na água pluvial é recolhida na primeira chuva, o que torna necessário a construção de estrutura de retenção a fim de que os sedimentos e poluentes existentes se depositem, e reduzam a carga a jusante. Segundo ainda a ADASA, o armazenamento da água de chuva durante um período de 24h reduz a carga de sólidos em 80%. Para o atendimento destas condições, a referida Agência estabelece que os reservatórios devem possuir capacidade mínima definida pela seguinte equação.

$$V_{qa} = (33,8 + 1,80 \cdot A_i) \cdot A_c$$

Onde:

V<sub>qa</sub> é o volume a ser armazenado pelo critério da qualidade em metros cúbicos (m<sup>3</sup>);

A<sub>c</sub> é a área de contribuição (ha);

A<sub>i</sub> proporção de área impermeável em percentual (%).

Para esgotar este volume em 24 horas, a vazão de saída é estimada em:

$$Q = \frac{Vqa}{86,4}$$

Onde:

Q é obtido em l/s.

Desta forma o projeto contempla a retenção da primeira parte da chuva correspondente ao escoamento superficial gerado por 22,5 mm de chuva para garantir a qualidade da água pluvial, considerando que as precipitações de Brasília são menores ou iguais a este valor em 95% para os valores anuais e 90% para o período chuvoso.

Segundo o Plano Diretor de Drenagem Urbana do Distrito Federal (PDDU-DF) recomenda-se: limpar as grades e tomadas d'água em todas as visitas de inspeção no mínimo 02 (duas) vezes ao ano; manter a área livre de resíduos sólidos por razões estéticas e para evitar que sejam carreados pela água.

Cabe destacar que, conforme preconizado na Resolução ADASA Nº 09/2011, em casos de impossibilidade de atendimento das condições estabelecidas na referida resolução, poderão ser apresentados estudos alternativos que atestem a capacidade do corpo hídrico de receber vazão específica de lançamento diversa, ficando esses estudos sujeitos à aprovação da ADASA.

A **Tabela 5** apresenta o dimensionamento dos reservatórios pelo Método da ADASA.

**Tabela 5: Dimensionamento dos reservatórios pelo Método da ADASA.**

**DIMENSIONAMENTO DOS RESERVATÓRIOS DE AMORTECIMENTO TR=10 ANOS (DF-001)**

MÉTODO DA ADASA (RESOLUÇÃO Nº 09 DE ABRIL DE 2011)

RESERVATÓRIO	COORDENADAS DOS RESERVATÓRIOS (UTM E e N)		ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO (ha)	ÁREA IMPERMEÁVEL (%)	ASPECTO QUALITATIVO		ASPECTO QUANTITATIVO		VOLUME TOTAL (m3)
					VOLUME MÍNIMO (m3)	VAZÃO MÁXIMA (l/s)	VOLUME MÍNIMO (m3)	VAZÃO MÁXIMA (l/s)	
RES. 01	48787.013	198619.957	3.10	90%	606.98	7.03	1,312.70	75.64	1,919.68



Reforça os dados e análises apresentados no projeto de drenagem:

- No projeto foram propostos 1 (um) reservatório, conforme projeto em anexo, tendo a sua vazões amortecidas, oriundas do sistema de drenagem superficial (sarjetas). A garantia do funcionamento adequado do dispositivo de controle do escoamento superficial de águas pluviais depende da manutenção preventiva que deverá ser realizada no mínimo 02 (duas) vezes ao ano.

#### **2.1.5.10 Dimensionamento dos reservatório 01**

##### **2.1.5.10.1.1 Estudo hidrológico dos reservatórios de detenção**

##### **2.1.5.10.1.2 Método do Soil Conservation Service (SCS)**

Neste estudo foi utilizado o método do Soil Conservation Service (SCS, 1975) para a separação do escoamento. Ressalte-se que os métodos do SCS são os mais aplicados no Brasil em função de sua relativa simplicidade, da existência dos dados necessários e da aceitação de seus resultados pelas instituições públicas brasileiras de recursos hídricos.

A estimativa das perdas nas precipitações é fundamental para a avaliação das cheias em uma dada bacia hidrográfica.

Para estimativa da chuva efetiva (Loss) utilizou-se o software HEC-HMS que dispõe de vários modelos como:

- Perda inicial mais perdas constantes (Initial and Constant Loss);
- Método de SCS em grade;
- Método de Smith Parlange;
- Método de Green-Ampt;
- Método do SCS número de deflúvio (Curve Number);
- Balanço de umidade no solo;
- Balanço de umidade no solo em grade.

O método do SCS foi desenvolvido em 1972 no Serviço de Conservação de Solos dos Estados Unidos. Esse método foi ampliado para dados em grade, de observações em radares. Em 1975 o SCS emitiu a nota técnica TR-55 (Technical Release 55) na qual foram apresentados todos os conceitos de sustentação teórica e dados para aplicação dos métodos do SCS nos Estados Unidos.

### 2.1.5.10.1.3 Precipitação de Projeto

Para a obtenção do hietograma de projeto, que é o gráfico de totais precipitados em intervalos parciais dentro da duração considerada, deve-se adotar uma distribuição temporal da precipitação ao longo da duração da chuva.

No projeto foi utilizado o Método dos Blocos Alternados (citado em CHOW ET AL., 1957) para a distribuição temporal da precipitação, com intensidade obtida através da curva I-D-F. O método consiste na determinação das alturas de chuva em cada intervalo de tempo, rearranjando o posicionamento destas alturas na duração total da precipitação de forma alternada, ou seja, a partir do pico são distribuídos os valores de lâmina de chuva em ordem decrescente alternadamente no sentido esquerda-direita do pico. Em geral o pico de chuva é posicionado no centro de duração, no entanto pode ser escolhida outra posição, de acordo com as características locais predominantes.

Recomenda-se uma precisão de minuto para os intervalos. Toleram-se pequenos arredondamentos tanto para a duração total do hietograma quanto para os intervalos de tempo, de modo que a soma destes resulte, com precisão de minuto, exatamente no valor da referida duração total.

A discretização do tempo de duração da chuva foi feita em intervalos de tempo iguais, de forma a obedecer algumas regras para definição do intervalo de discretização. Este intervalo não deve ser maior do que o tempo de concentração da bacia e deve ser um submúltiplo do intervalo de discretização utilizado no modelo de cálculo adotado. Para cada intervalo calcular a precipitação correspondente através de equações IDF da NOVACAP. Em seguida, deve-se determinar os incrementos de chuva correspondentes a cada intervalo e rearranjar os incrementos da chuva de maneira a ter o bloco mais intenso entre 1/3 e 1/2 da duração da chuva. Os demais blocos devem ser colocados de forma a seguir a seguinte sequência:  $\Delta Pt5 - \Delta Pt3 - \Delta Pt1 - \Delta Pt2 - \Delta Pt4 - \Delta Pt6$ .

Tucci (1993) propõe a sequência  $\Delta Pt6 - \Delta Pt4 - \Delta Pt3 - \Delta Pt2 - \Delta Pt5 - \Delta Pt6$ , modificando o método original. Costa & Menezes (2007) compara as duas opções e constata que a proposta de Tucci (1993) leva a picos de vazão maiores com volumes menores. Desta forma, pode-se testar a sequência a ser adotada, sempre mantendo uma lógica na escolha. Neste estudo, optou-se por utilizar o método original para rearranjar os incrementos de chuva.

A Figura 3 apresenta a sequência de cálculo, com equacionamento, no Método dos Blocos alternados.

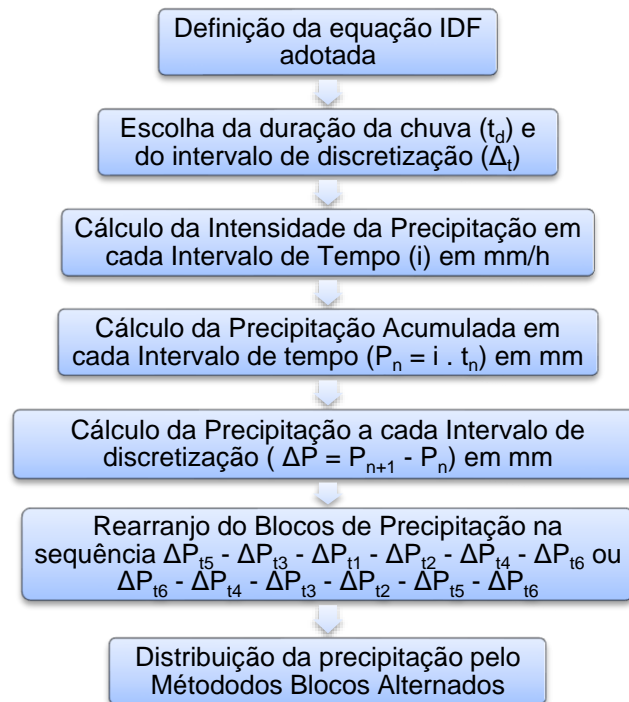


Figura 3: Exemplo de sequência de cálculo no Método dos Blocos Alternados

Os hietogramas de projeto foram construídos para os tempos de retorno 25 e 50 anos, visando os estudos de funcionamento das estruturas de controle do reservatório de detenção.

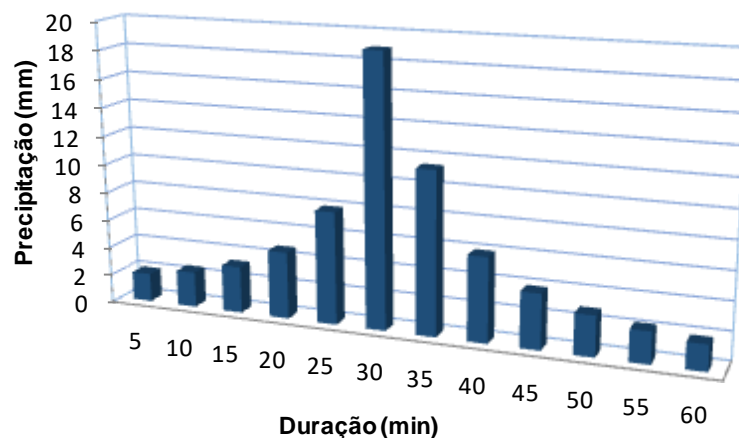


Gráfico 1: Hietograma de projeto para TR = 25 anos e duração de 1 hora.

Hietograma de Projeto para TR = 50 anos e duração de 1 hora

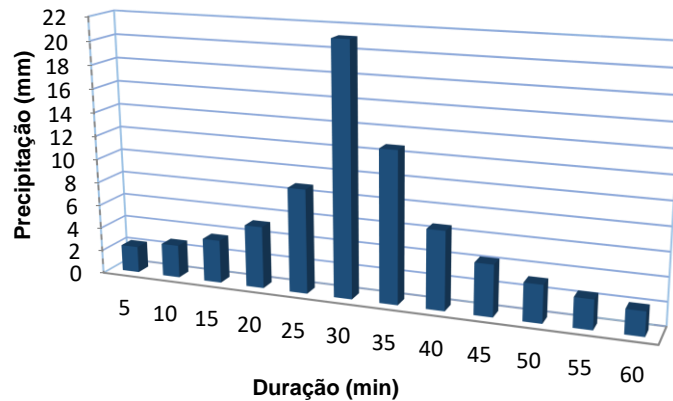


Gráfico 2: Hietograma de projeto para TR = 50 anos e duração de 1 hora.

#### 2.1.5.10.1.4 Parâmetro CN

O parâmetro CN depende do tipo, condições de uso e ocupação e umidade do solo no período que antecede ao evento. Com relação aos tipos de solo e condições de ocupação, o SCS distingue, no método, quatro grupos hidrológicos de solos, que variam desde areias com grande capacidade de infiltração a solos argilosos com capacidade de infiltração extremamente baixa (30 - 40% de argila total).

**Grupo A** – Solos arenosos, com baixo teor de argila total (inferior a 8,0%), sem rochas, sem camada argilosa e nem mesmo densificada até a profundidade de 1,5m. O teor de húmus é muito baixo, não atingindo 1,0%.

**Grupo B** – Solos arenosos menos profundos que os do Grupo A e com menor teor de argila total, porém ainda inferior a 15%. No caso de terras roxas este limite pode subir a 20% graças a maior porosidade. Os dois teores de húmus podem subir, respectivamente, a 1,2% e 1,5%. Não pode haver pedras e nem camadas argilosas até 1,5m, mas é quase sempre presente uma camada mais densificada que a camada superficial.

**Grupo C** – Solos barrentos, com teor de argila de 20 a 30%, mas sem camadas argilosas impermeáveis ou contendo pedras até a profundidade de 1,2m. No caso de terras roxas, estes dois limites máximos podem ser de 40% e 1,5m. Nota-se, a cerca de 60cm de profundidade, camada mais densificada que no Grupo B, mas ainda longe das condições de impermeabilidade.

**Grupo D** – Solos argilosos (30 a 40% de argila total) e com camada densificada a uns 50cm de profundidade ou solos arenosos como B, mas com camada argilosa quase impermeável ou horizonte de seixos rolados.

A Tabela 6 fornece valores de CN para os diferentes tipos de solo e respectivas condições de ocupação. Cabe ressaltar que essa tabela refere-se à Condição II de umidade antecedente do solo.

**Tabela 6: Valores de CN em função da cobertura e do tipo de solo (Condição II de Umidade)**

NUMEROS DA CURVA DO SCS (CONDIÇÃO DE UMIDADE II)					
BACIAS URBANAS					
USO DO SOLO	SUPERFÍCIE	SOLO A	SOLO B	SOLO C	SOLO D
Residencial	Lote até 500m <sup>2</sup> (65% impermeável)	77	85	90	92
	Lote até 1000m <sup>2</sup> (38% impermeável)	61	75	83	87
	Lote até 1500m <sup>2</sup> (30% impermeável)	57	72	81	86
Estacionamentos	Pavimentados	98	98	98	98
	Cobertos (telhados)	98	98	98	98
Ruas e Estradas	Pavimentadas, com guias e drenagens	98	98	98	98
	Com cascalho	76	85	89	91
	De terra	72	82	87	89
Áreas comerciais	85% de impermeabilização	89	92	94	95
Distritos industriais	72% de impermeabilização	81	88	91	93
Espaços abertos, parques e jardins	Boas condições, cobertura de grama > 75%	39	61	74	80
	Condições médias, cobertura de grama > 50%	49	69	79	84
BACIAS RURAIS					
USO DO SOLO	SUPERFÍCIE	SOLO A	SOLO B	SOLO C	SOLO D
Terreno preparado para plantio (descoberto)	Plantio em linha reta	77	86	91	94
	Em fileiras retas	70	80	87	90
Cultura em fileiras	Linha reta, condições ruins	72	81	88	91
	Linha reta, condições boas	67	78	85	89
	Curva de nível, condições ruins	70	79	84	88
	Curva de nível, condições boas	65	75	82	86
Cultura de grãos	Linha reta, condições ruins	65	76	84	88
	Linha reta, condições boas	63	75	83	87
	Curva de nível, condições ruins	63	74	82	85
	Curva de nível, condições boas	61	73	81	84
Plantações de legumes	Em curvas de nível	60	72	81	88
	Terraceado em nível	57	70	78	89
	Pobres	68	79	86	89
	Normais	49	69	79	94
	Boas	39	61	74	80
Pastagens	Linha reta, pobres	68	79	86	89
	Linha reta, normais	49	69	79	84
	Linha reta, densos	39	61	74	80
	Curvas de nível, pobres	47	67	81	88
	Curvas de nível, normais	25	59	75	83
	Curvas de nível, densos	6	35	70	79
Campos	Normais	30	58	71	78
	Esparsos, baixa transpiração	45	66	77	83
	Densos, alta transpiração	25	55	70	77
Estradas de terra	Normais	56	75	86	91
	Más	72	82	87	89
	Superfície dura	74	84	90	92
Florestas	Muito esparsas, baixa transpiração	56	75	86	91
	Esparsas	46	68	78	84
	Densas, alta transpiração	26	52	62	69
	Normais	36	60	70	76

O método do SCS distingue 3 condições de umidade antecedente do solo.

**Condição I** – solos secos - as chuvas nos últimos 5 dias não ultrapassaram 15mm.

**Condição II** – situação média na época de cheias - as chuvas nos últimos 5 dias totalizaram entre 15 e 40mm.

**Condição III** – solo úmido (próximo da saturação) - as chuvas nos últimos 5 dias foram superiores a 40mm e as condições meteorológicas foram desfavoráveis a altas taxas de evaporação.

Como as tabelas para achar o número CN se referem às condições normais chamada Condição II, conforme o solo antecedente estiver seco ou úmido terá que ser feito às correções do número CN.

Com as equações de Sobhani, 1975 in Asce, 2009 que conseguimos calcular analiticamente o valor de CN(I) para o caso de seca e CN(III) para o caso de chuva antecedente.

$$CN(I) = \frac{CN(II)}{[2,334 - 0,01334 * CN(II)]}$$

$$CN(III) = \frac{CN(II)}{[0,4036 + 0,0059 * CN(II)]}$$

Na estimativa das vazões de entrada dos reservatórios, optou-se por adotar CN futuro de 98 (pavimentadas com, guias de drenagens).

#### 2.1.5.10.1.5 Parâmetros da Função de Transferência e do Modelo de Propagação em Canais

O hidrograma unitário sintético do SCS, na versão HEC-HMS, além da área da bacia requer a estimativa do tempo de resposta da bacia (“lag-time”), expresso como uma função do tempo de concentração (tc). Os tc foram estimados por sub-bacia, considerando-se uma combinação de aplicação do tempo de deslocamento superficial de 15 minutos com a somatória do tempo de percurso calculado pelo método cinemático. A equação do tempo de concentração fica como segue:

$$t_c = 15,00 + \frac{1}{60} \sum_i \frac{l_i}{v_i}$$

Sendo:

$t_c$ : tempo de concentração (min);

$l_i$ : comprimento de trecho canalizado, com declividade constante (m);

$v_i$ : velocidade de escoamento no trecho canalizado, com declividade constante (m/s).

#### 2.1.5.10.1.6 Método do Número de Escoamento do SCS

O método do número de escoamento do SCS estima a chuva excedente como uma função da precipitação acumulada e da cobertura do solo, do uso da terra e da umidade antecedente, utilizando a seguinte equação:

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S} \text{ para } P > I_0$$

$$P_e = 0 \text{ para } P \leq I_0$$

Onde:

$P_e$  – é o deflúvio (precipitação excedente) (mm);

$P$  – representa a altura total da chuva (mm);

$I_a$  – denota a abstração inicial (mm);

$S$  – refere-se à retenção potencial máxima, a qual mede a capacidade da bacia de reter as precipitações.

Utilizando estudos experimentais em bacias dos Estados Unidos, o SCS desenvolveu uma equação empírica para estimar  $S$  em função na forma:

$$I = 0,2 S$$

Em consequência, a equação da chuva excedente pode ser escrita na forma:

$$P_e = \frac{(P - 0,2S)^2}{P + 0,8S}$$

Para determinar o valor de S, o SCS estabeleceu uma relação empírica com o CN, sendo esta uma função do tipo de solo e da cobertura vegetal que foi tabelada. A correlação para a estimativa do CN é a seguinte:

$$S = \frac{25400 - 10CN}{CN}$$

Onde:

S – representa a retenção potencial máxima pelos solos após o início do escoamento (mm)

CN – o número de escoamento (Tabela 6).

#### 2.1.5.10.1.7 Método do Hidrograma Unitário do SCS

O SCS concebeu um HU adimensional para o qual a ordenada da vazão no instante *i* é expressa pela razão entre a vazão *q* e a vazão de pico *qp* em função da razão entre o tempo *t* e o tempo no qual ocorre a vazão de pico (*Tp*).

As características físicas das bacias hidrográficas são incorporadas ao modelo pelos parâmetros: área da bacia (*A*), tempo até o pico *tp*, vazão de pico *qp*, tempo de concentração (*tc*), e tempo de retardo (*lag*) *tL*.

Os parâmetros do modelo são a área da bacia e o tempo de concentração, os demais são calculados pelas equações desenvolvidas pelo SCS.

A sequência de cálculo é dada por:

- Estima-se o tempo de concentração (*tc*) da bacia utilizando-se fórmulas empíricas ou estimando o tempo de viagem de uma gota de chuva do ponto mais distante ao exutório da bacia;
- Com o valor de *tc*, estima-se o tempo de retardo *tL* pela relação  $tL = 0,6 tc$ ;
- Estima-se o valor do tempo até o pico (*tp*) em função do intervalo de cálculo:

$$t_p = \frac{\Delta t}{2} + L$$

Onde:

$\Delta t$  – denota o intervalo de tempo de cálculo;

*L* – o lag da bacia hidrográfica.

- Calcula-se a vazão de pico pela fórmula:



$$q_p = \frac{2,08A}{t_p}$$

Onde:

$q_p$  – é a vazão de pico em m<sup>3</sup>/s;

A – área de drenagem em km<sup>2</sup>;

$t_p$  – é o tempo de pico, em h.

Dessa forma, conhecendo-se a vazão de pico  $q_p$  e o tempo onde acontece o pico pode-se obter as ordenadas do HU.

#### **2.1.5.10.1.8 Modelagem Chuva-Vazão por Evento: O Modelo HEC- HMS**

O modelo hidrológico empregado no estudo foi o modelo HEC-HMS, versão 4.4, desenvolvido pelo Hydrologic Engineering Centre, do Corpo de Engenheiros do Exército dos EUA (US Army Corps of Engineers). O HEC-HMS contempla, de fato, uma solução multimodelo composta por diferentes alternativas de modelagem da precipitação de projeto, da precipitação efetiva, da concentração dos escoamentos por modelagem do escoamento superficial e da propagação de hidrogramas de cheia em cursos d'água, reservatórios e outras áreas de armazenamento, como as bacias de retenção.

Trata-se de um modelo semi-distribuído de simulação por evento. No caso do estudo hidrológico em estudo, empregaram-se as seguintes soluções de modelagem:

- Chuvas efetivas calculadas por meio do método Soil Conservation Service (Método SCS), com emprego do parâmetro CN;
- Modelagem da concentração de escoamentos adotando-se o modelo do hidrograma unitário sintético triangular igualmente proposto pelo SCS;
- Modelagem da propagação de hidrogramas de cheia em canais adotando-se o modelo de Muskingum-Cunge;
- Modelagem da propagação de hidrogramas de cheia em áreas de armazenamento (reservatórios de retenção) pelo método de Puls modificado.

#### **2.1.5.10.1.9 Amortecimento de cheias em Reservatórios (ROUTING)**

O método utilizado no dimensionamento do reservatório é o de Puls, por ser um dos mais conhecidos. O método utiliza a equação de continuidade concentrada, sem contribuição lateral e a relação entre o armazenamento e a vazão é obtida considerando a linha de água do reservatório horizontal.

A variação do volume armazenado em um reservatório pode ser descrita pela equação:

$$I - Q = \frac{dS}{dt}$$

Onde:

I – vazão afluyente;

Q – vazão efluente;

S – Volume armazenado;

t – tempo.

dS/dt – denota a variação no armazenamento por unidade de tempo.

Para um intervalo de tempo  $\Delta t$ , a equação acima pode ser escrita na forma de diferenças finitas e rearranjada como:

$$(I_1 + I_2) + \left( \frac{2S_1}{\Delta t} - Q_1 \right) = \left( \frac{2S_2}{\Delta t} + Q_2 \right)$$

Onde:

I1 e I2 – vazões afluentes nos instantes 1 e 2;

$\Delta t$  – período de tempo entre 1 e 2;

S1 e S2 – volumes reservados nos instantes 1 e 2;

Q1 e Q2 – vazões efluentes nos instantes 1 e 2;

As incógnitas são, portanto, S2 e Q2, que podem ser obtidas por intermédio das relações das curvas (cota x volume), (cota x vazão efluente), e das curvas auxiliares em função do volume armazenado e da vazão efluente.

#### **2.1.5.10.1.10 Estruturas de Saída do Reservatório de Detenção**

As vazões efluentes dos reservatórios de detenção on-line dependem do tipo e das dimensões da sua estrutura de controle de saída. As relações entre o NA e as vazões extravasadas podem ser obtidas mediante utilização dos parâmetros hidráulicos (como coeficientes de descarga) aplicados às relações do escoamento em cada caso. No projeto foram adotadas estruturas de controle mistas compreendendo a extravasão através de (orifício e vertedor).

As estruturas hidráulicas mistas ou de múltiplos estágios são aquelas posicionadas em uma mesma localidade e projetadas para diferentes tempos de recorrência (TR) para um melhor desempenho no atendimento dos eventos de chuva.

O controle das vazões de descarga é realizado em cada estágio, sendo que o estágio inferior (S1) corresponde a um descarregador de fundo que opera primeiramente como um vertedor. A partir do momento em que o nível de água do reservatório se eleva e beira a parte superior do mesmo, o controle passa a ser de um orifício. As vazões esperadas para este estágio correspondem ao tempo de recorrência máximo de 25 anos.

O estágio intermediário (S2) foi dimensionado para uma vazão de 25 anos, no qual corresponde a um vertedor do tipo retangular de parede espessa.

#### 2.1.5.10.1.11 Determinação da seção do descarregador de fundo

O descarregador de fundo (orifício) deve ser instalado no reservatório de forma a permitir a liberação gradual da água armazenada. Deve-se instalar o descarregador junto ao fundo do reservatório, evitando assim o acúmulo de água no interior da estrutura. Recomenda-se ainda, que para não haver obstrução do descarregador, seja colocada uma grade antes do mesmo.

O descarregador utilizado irá funcionar como um orifício, ou seja, uma simples abertura na parede lateral do reservatório. Para determinar a área da seção transversal do descarregador de fundo pode-se utilizar a equação abaixo para o caso de um orifício.

$$A_c = \frac{0,37 \cdot Q_{pd}}{\sqrt{h_c}}$$

Onde:  $Q_{pd}$ : vazão de pré-desenvolvimento (m<sup>3</sup>/s);  $h_c$ : diferença entre o nível máximo da água e o ponto médio da abertura da seção de saída (m);  $A_c$ : área da seção transversal do descarregador (m<sup>2</sup>).

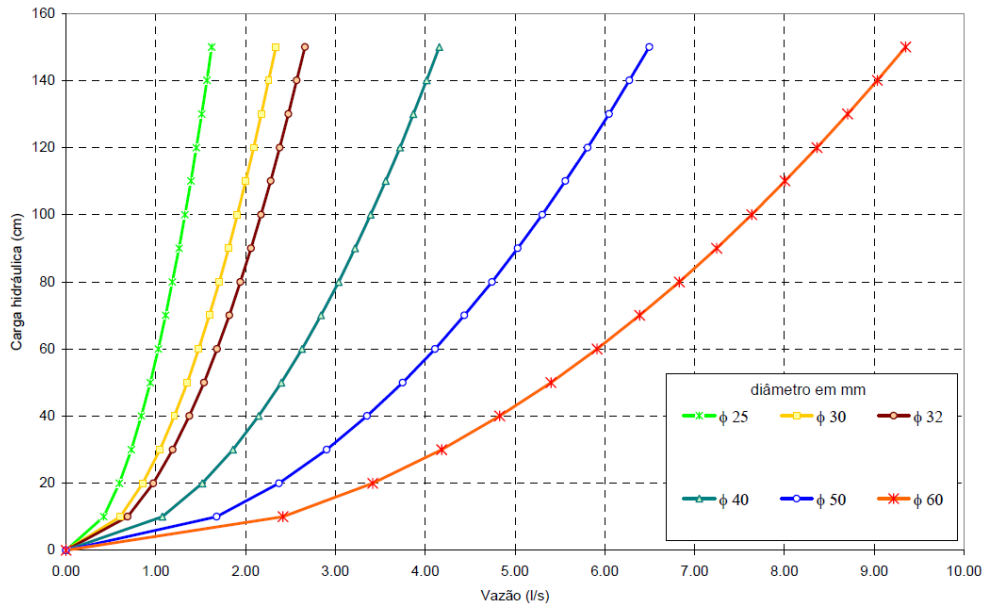
Pode-se também determinar o diâmetro do descarregador de fundo diretamente da equação a seguir para o caso de um orifício.

$$D = \frac{0,69 \cdot \sqrt{Q_{pd}}}{\sqrt{\sqrt{h_c}}}$$

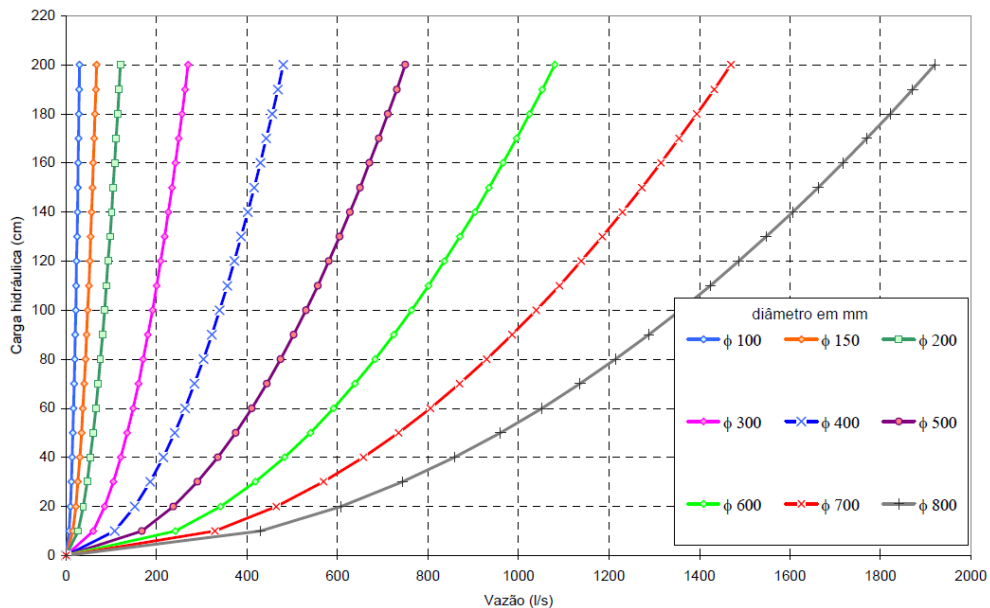
Onde o diâmetro D é dado em m.

Caso a área da seção transversal tenha resultado menor que 0,00049 (m<sup>2</sup>) ou o diâmetros menor que 25 mm, será adotado o diâmetro mínimo de 25 mm, ou seção transversal com esta área. Para valores maiores, será sempre para o diâmetro superior.

Na Figura 4 (para diâmetros até 6 cm) e Figura 5 (para diâmetros maiores ou igual a 6cm) são apresentadas as curvas que fornecem o diâmetro do descarregador (orifício) em função da carga hidráulica *hc* e da máxima vazão de saída permitida *Qpd*.



**Figura 4: Diâmetro dos descarregadores de fundo (orifícios) em função da vazão e carga hidráulica (diâmetros até 60mm).**



**Figura 5: Diâmetro dos descarregadores de fundo (orifícios) em função da vazão e carga hidráulica (diâmetros maiores que 60mm).**

Na Figura 6 são apresentadas as curvas da área da seção transversal do descarregador (orifício) em função da carga hidráulica  $hc$  e da máxima vazão de saída permitida  $Q_{pd}$ .

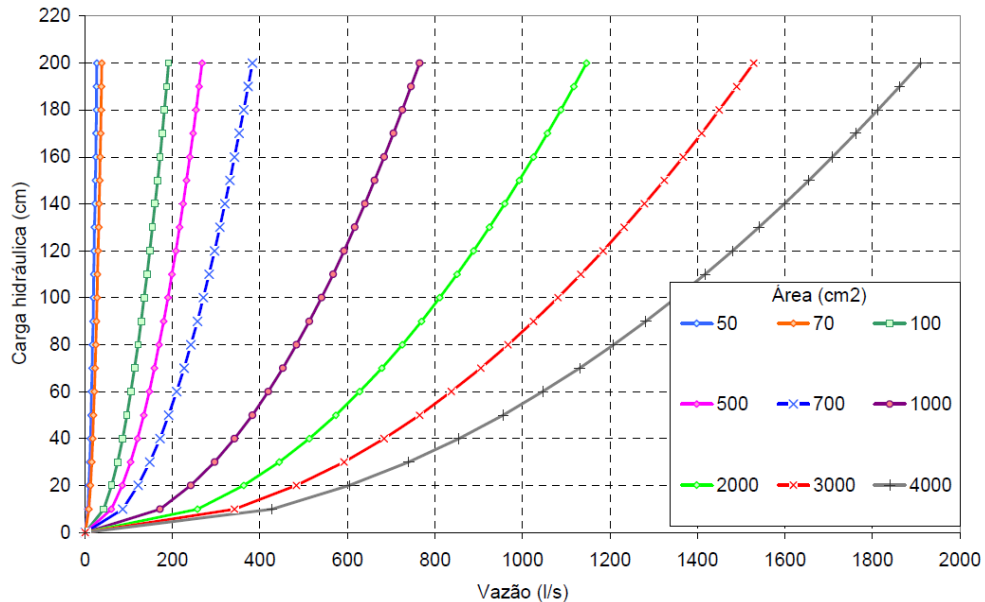


Figura 6: Área da seção transversal do descarregador de fundo (orifício) em função da vazão e carga hidráulica.

Adotou-se o maior tamanho (diâmetro, área) possível obtido no dimensionamento do descarregador, evitando, por exemplo, a utilização de dois descarregadores. Esta medida evitará possíveis entupimentos da estrutura.

#### 2.1.5.10.1.12 Dimensionamento do vertedor de excessos

O vertedor de excessos, como o próprio nome sugere, tem a finalidade de escoar o excesso de água que entra no reservatório, quando ocorrem chuvas com intensidade superior à utilizada no dimensionamento.

O vertedor, de acordo com aspectos construtivos utilizados, pode ser de paredes delgadas ou de parede espessa.

Os elementos que caracterizam os vertedores estão relacionados a seguir (PORTO, 1998):

- Crista ou Soleira: é a parte superior, onde ocorre o contato com a lâmina vertente;
- Carga (H): é a diferença entre a cota da soleira e o nível de água a montante medida a uma distância do vertedor, na qual a distribuição de pressão é hidrostática;

- Altura do vertedor ( $p$ ): distância entre a cota de fundo do canal ou reservatório e a cota da crista da soleira;
- Largura ( $L$ ): largura da soleira.

A Figura 7 apresenta um desenho esquemático dos principais parâmetros que constituem um vertedor. No caso, é apresentado um vertedor retangular de soleira delgada e com contração lateral.

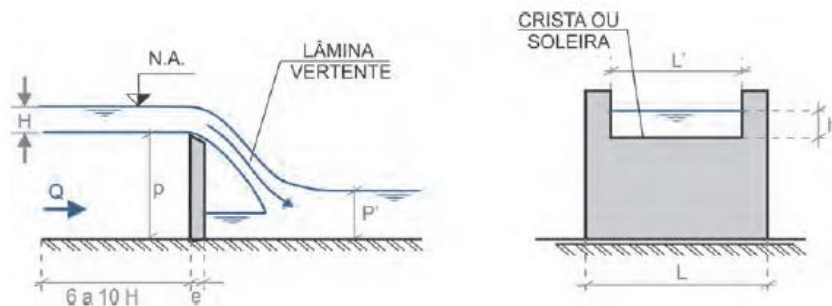


Figura 7: Vertedor retangular de soleira delgada. Adaptado (PORTO, 1998).

O vertedor retangular é caracterizado por uma soleira que deve ter uma espessura ( $e$ ) suficientemente longa para proporcionar um paralelismo ao longo de si mesmo, com distribuição hidrostática de pressão graças à aderência do escoamento com o plano horizontal do vertedor. A altura da soleira é caracterizada pela elevação do fundo do canal ( $\Delta Z$ ), conforme Figura 8.

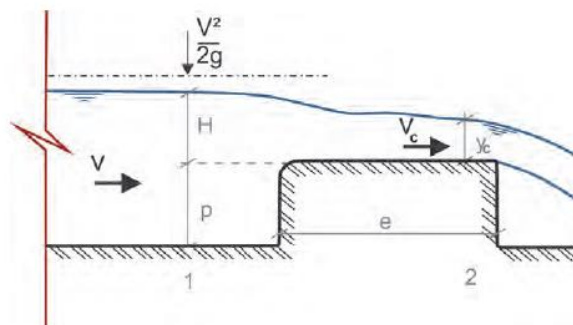


Figura 8: Vertedor de soleira espessa. Adaptado (PORTO, 1998).

Esta classificação é:

- Parede delgada:  $e < 2/3H$ .
- Parede espessa:  $e \geq 2/3H$ .

Onde  $e$  é a espessura da parede do vertedor; e  $H$  é a carga máxima desejada no vertedor ( $H = z - z_w$ , sendo  $z$  é a cota corrente e  $z_w$  é a cota da crista).

Os vertedores serão do tipo retangular (elevado e emergência), sendo que vazão  $Q$  foi determinada pela relação:

$$Q = C_v \cdot L \cdot H^{1,5}$$

Onde:

$C_v$  – coeficiente de vazão (adimensional), sendo adotado o valor de 1,83 para o vertedor de soleira delgada (elevado) e 1,71 para vertedor de soleira espessa (emergência);

$L$  – Comprimento útil da soleira (m);

$H$  – Carga total acima da soleira (m).

A vazão de descarga do vertedor ( $Q_v$ ) deve ser determinada a partir da equação (Método Racional).

$$Q_v = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Onde:  $Q_v$ : vazão de descarga do vertedor (m<sup>3</sup>/s);  $C$ : coeficiente de escoamento da área que contribui para a estrutura;  $A$ : área drenada para a estrutura (km<sup>2</sup>);  $I$ : intensidade da precipitação (mm/h). A intensidade  $I$  foi obtida a partir da equação IDF de Brasília, para uma duração igual ao tempo de concentração ( $t_c$ ), com tempo de retorno de 50 anos.

A equação para o dimensionamento do vertedor com de parede espessa adotado no projeto é:

$$L_v = \frac{Q_v}{C_v \cdot 1,704 \cdot (H_{m\acute{a}x})^{1,5}}$$

Onde:  $L_v$ : comprimento da crista do vertedor (m);  $Q_v$ : vazão de descarga do vertedor (m<sup>3</sup>/s);  $H_{m\acute{a}x}$ : carga sobre o vertedor (m);  $C_v$ : coeficiente de descarga do vertedor de parede espessa  $C_v=0,86$ .

Os vertedores de emergência e emissários de lançamento foram dimensionados para um período de retorno de 25 anos, ou seja, há um risco de 4% de ocorrer uma chuva á critica em um ano.

### **2.1.6 Resultados Obtidos**

A seguir apresentam-se os cálculos dos reservatórios de retenção e posteriormente os dimensionamento dos comprimentos críticos para os dispositivos de drenagem superficial, dimensionamento das redes de drenagem urbana, bem como as notas de serviço dos dispositivos projetados.



### 2.1.6.1 Modelagem Hidrológica e Hidráulica do Reservatório Detenção 01

O reservatório 01 é alimentado pelo escoamento proveniente da rede 01, e a proposta de implantação do reservatório de detenção projetado, elaboraram-se os diagramas unifilar para modelagem dos reservatórios. O processo de transformação da chuva em escoamento superficial foi feito através do modelo computacional HEC-HMS, utilizando o hidrograma unitário sintético sugerido pelo SCS.

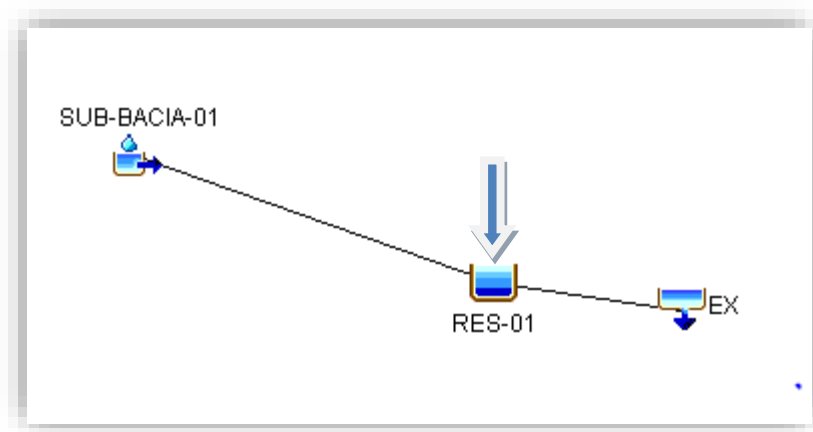


Figura 9: Diagrama unifilar HEC-HMS para a REDE -01 – RES. 01.

Os parâmetros adotados para o modelo hidrológico pelo método SCS Unit Hydrograph são apresentados na tabela a seguir:

Tabela 7: Valores de CN em função da cobertura e do tipo de solo (Condição II de Umidade)

PARÂMETROS	RES. 01
Área da sub-bacia (ha)	3,10
Tempo de concentração (min)	13,73
Intervalo de cálculo (Time Interval) (min)	2
Número da curva CN (Curve Number)	98
Duração da chuva (h)	1
Precipitação de 1 hora (mm/h)	70,79
Tempo de retorno (anos)	25

### 2.1.6.1.1 Risco de projeto

Visando a segurança da estrutura do reservatório em enchentes com maiores períodos de retorno, optou-se por dimensionar os vertedouros e lançamentos para TR de 25 anos, ou seja, há um risco de 4% de ocorrer uma chuva crítica em um ano, relacionada pela seguinte equação:

$$P = \frac{1}{TR}$$

Onde:

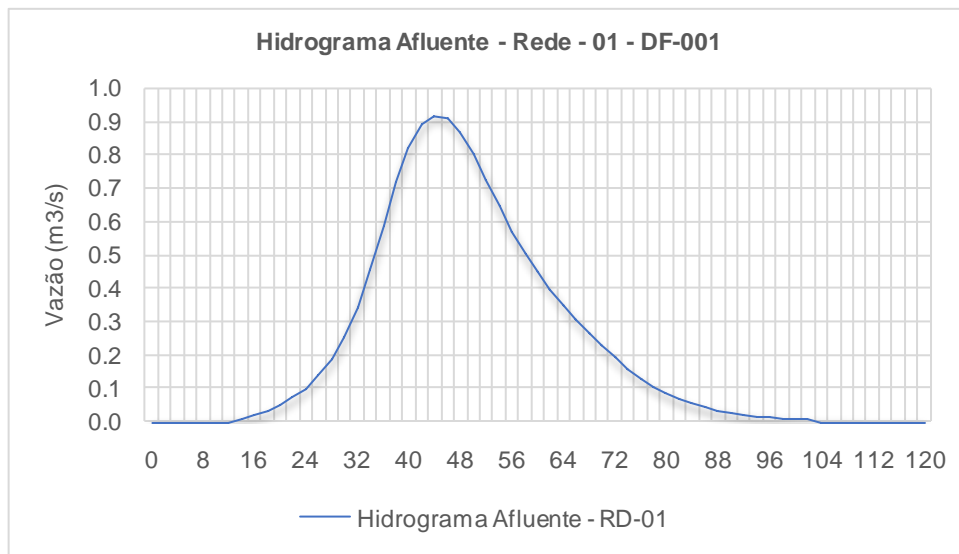
P – é a probabilidade de excedência;

TR – tempo de retorno;

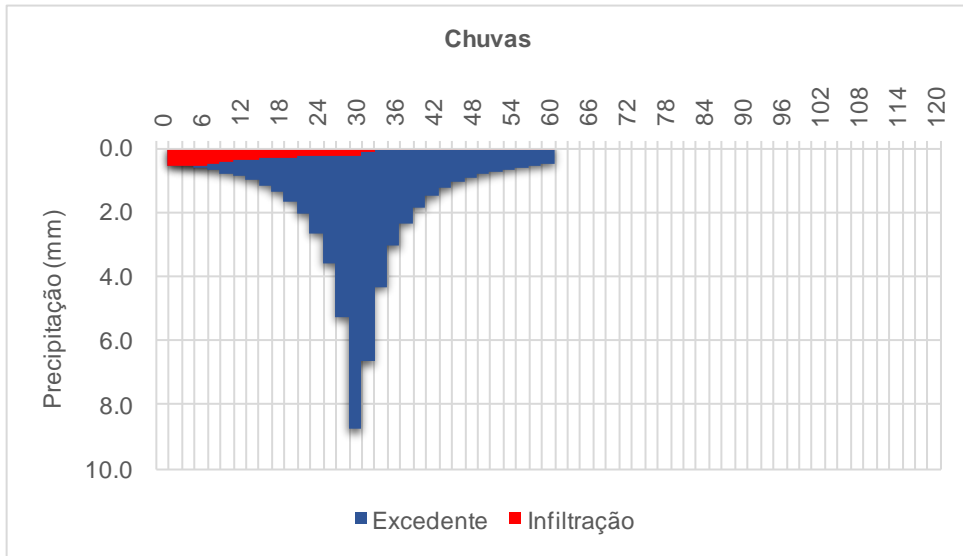
Assim, se a excedência ocorre em média uma vez a cada 25 anos, então a probabilidade que o evento ocorra em um ano qualquer é  $1/25=0,04$ , ou seja, 4%.

O dimensionamento das obras de drenagem deve ser realizado, portanto, conforme os riscos aceitáveis, o se faz pela adequada escolha dos tempo de recorrência.

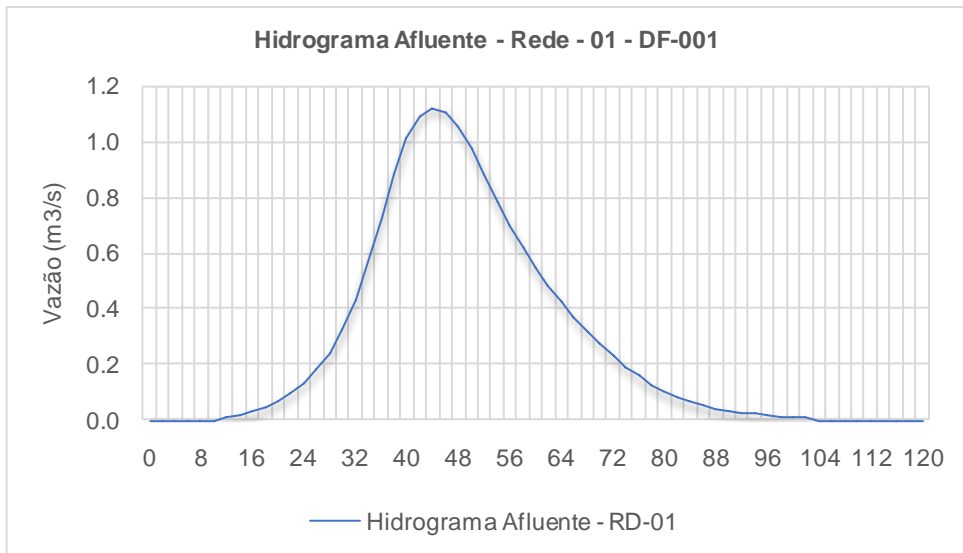
### 2.1.6.1.2 Simulações Hidrológicas do Reservatório de Detenção 01



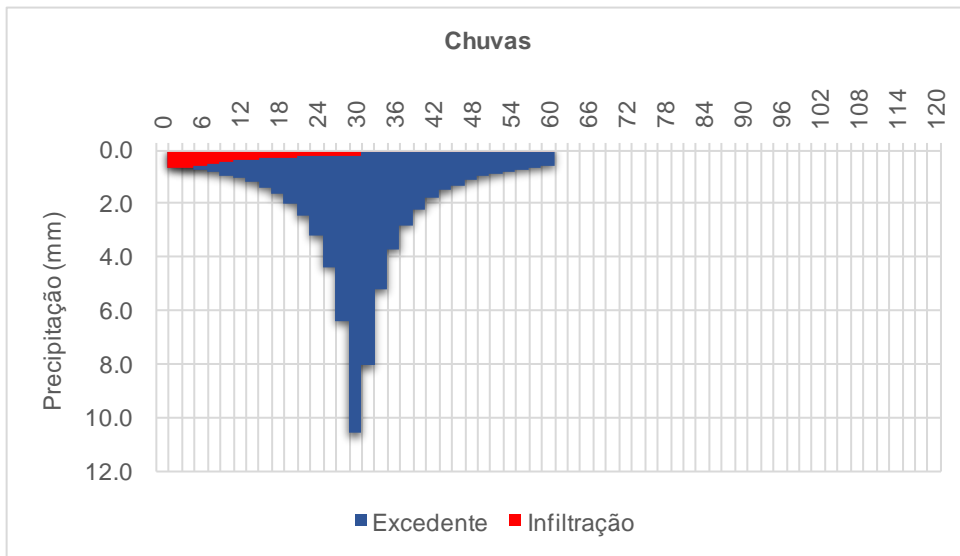
**Gráfico 3: Hidrograma Afluente (0,92m³/s), evento de TR = 10 anos.**



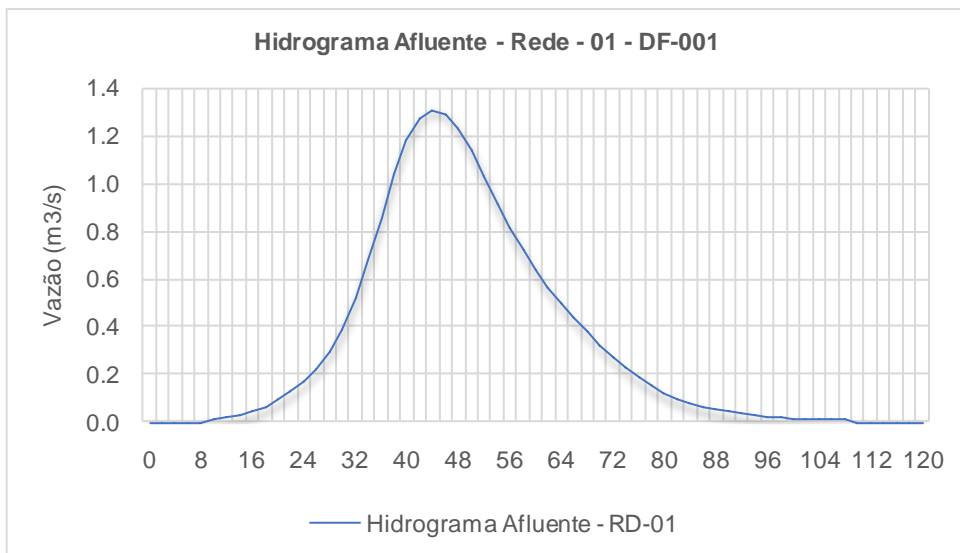
**Gráfico 4: Chuvas, evento de TR = 10 anos.**



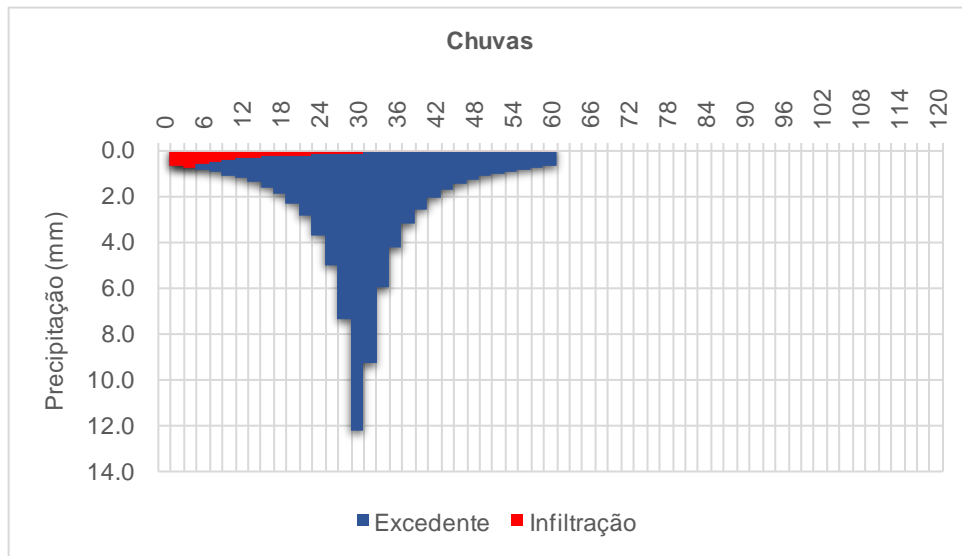
**Gráfico 5: Hidrograma Afluente (1,13m³/s), evento de TR = 25 anos.**



**Gráfico 6: Chuvas, evento de TR = 25 anos.**



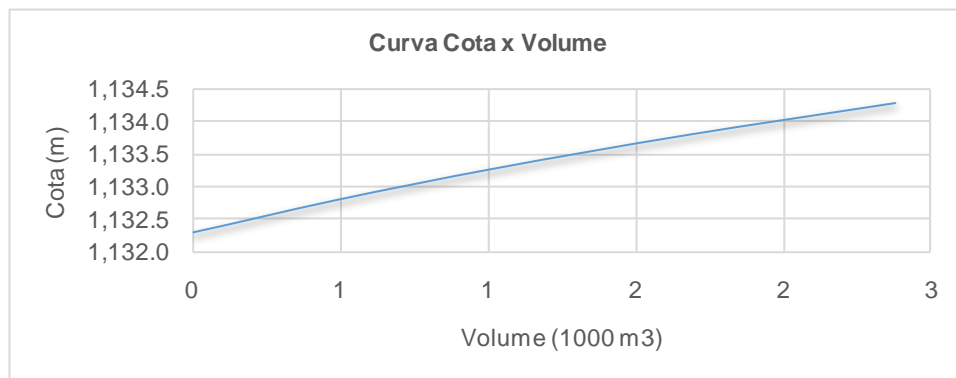
**Gráfico 7: Hidrograma Afluente (1,31 m³/s), evento de TR = 50 anos.**



**Gráfico 8: Chuvas, evento de TR = 50 anos.**

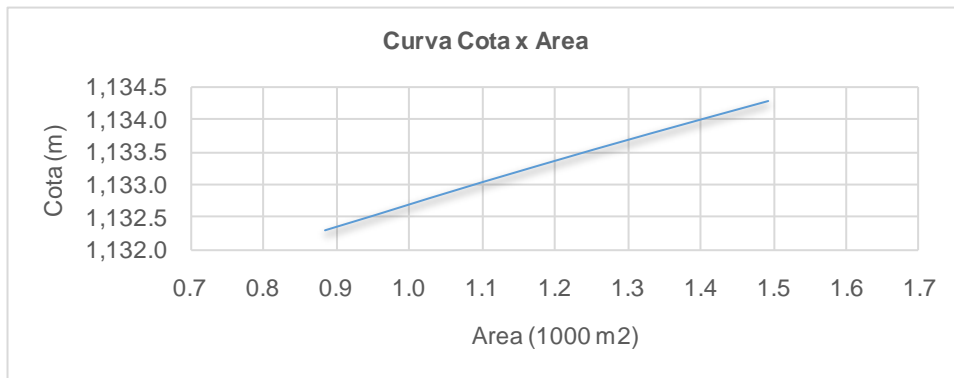
A simulação da situação proposta com os reservatórios implantados foi realizada para o período de retorno de projeto, igual a 10, 25 e 50 anos, buscando o funcionamento ótimo do sistema, ou seja, ajustando a curva “cota x volume x vazão” de cada reservatório para o completo preenchimento de cada um durante a duração do escoamento. Sob esta condição, é possível avaliar a maior capacidade de armazenamento do sistema.

A Figura 10 ilustra a curva cota x volume do reservatório 01, nota-se que o volume máximo previsto de armazenamento é de 2.376,00.



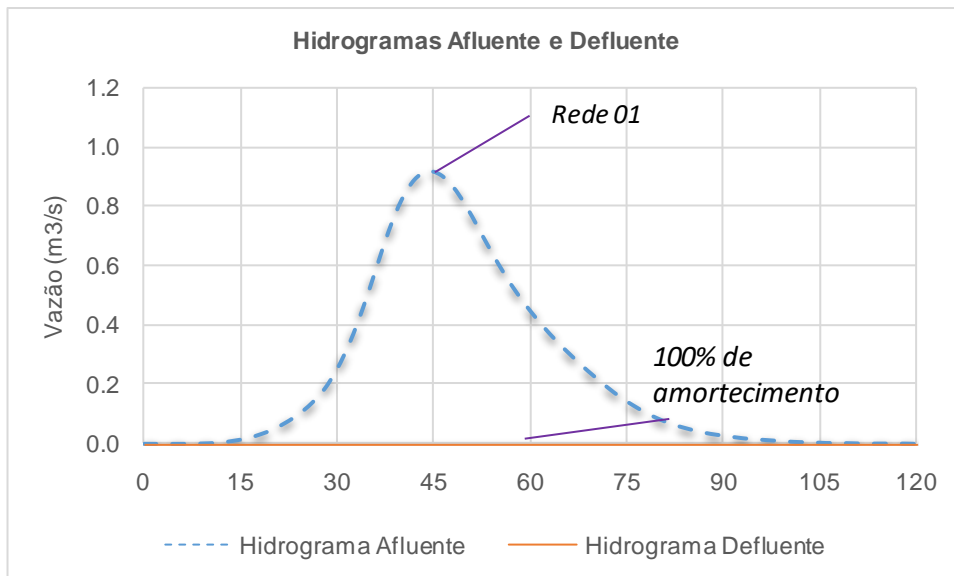
**Figura 10: Curva cota x volume do reservatório de retenção 01.**

A Figura 11 ilustra a curva cota x área do reservatório.

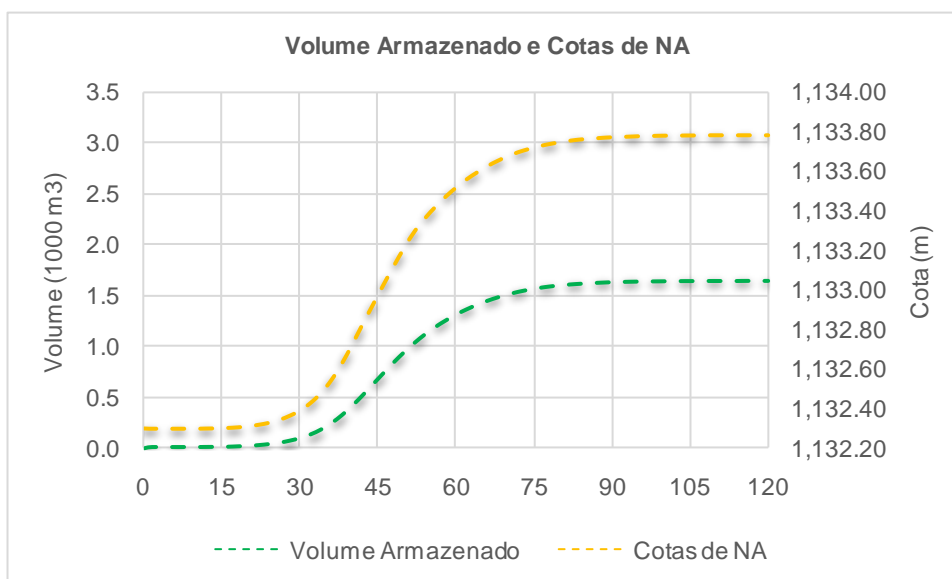


**Figura 11: Curva cota x área do reservatório de detenção 01.**

Os resultados de simulação obtidos são apresentados através dos hidrogramas de entrada e saída, os volumes armazenados e os níveis d'água atingidos no RES. 01, ao longo do tempo, permitem constatar a eficiência de amortecimento do reservatório.



**Gráfico 9: reservatório de detenção 01 - Hidrogramas Afluente (0,92m³/s) e Defluente (0,00m³/s), evento de TR = 10 anos e d = 1,0 h.**

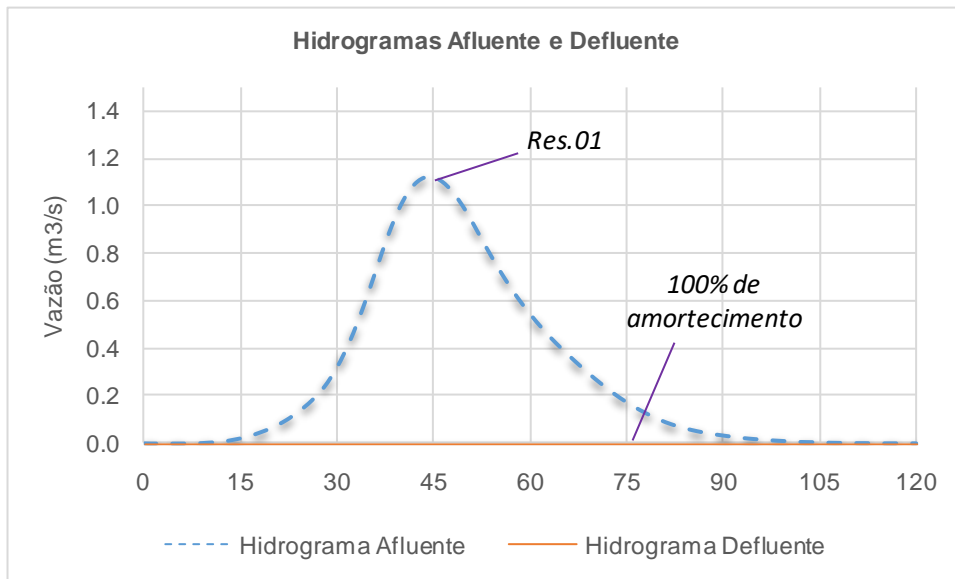


**Gráfico 10: Reservatório de Detenção 01 - Volume armazenado e cotas de NA, evento de T = 10 anos e d = 1,0 h.**

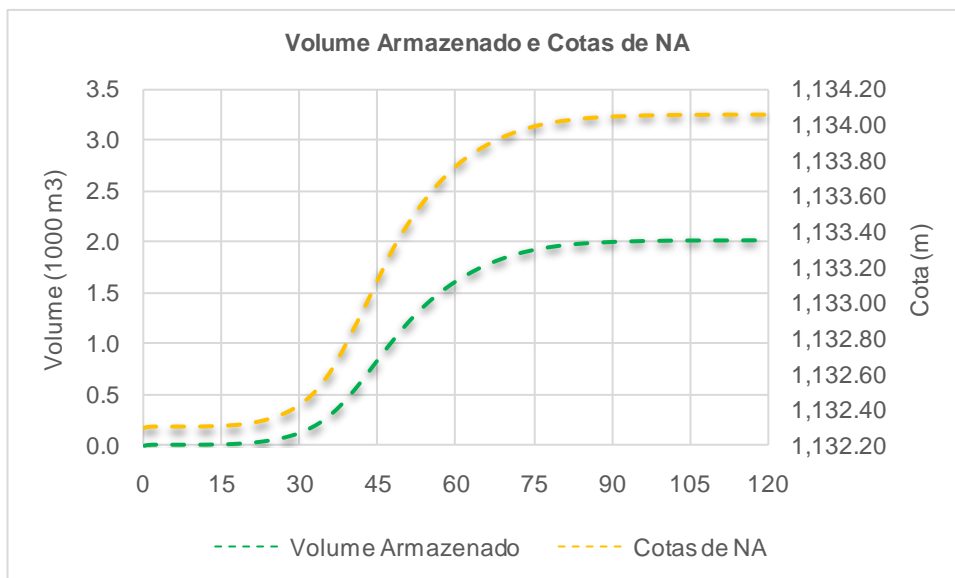
A cota máxima do NA encontrada na simulação (TR de 10 anos) do RES. 01 é 1.133,79, com borda livre de 0,51m em relação à cota de crista da barragem e volume armazenado de 1.636,00 m<sup>3</sup>. Percebe-se que o percentual de amortecimento das vazões de pico do RES. de qualidade é de 100% da vazão de pico afluente ao reservatório.

Com relação aos critérios qualitativos, grande parte da poluição que vem na água pluvial é recolhida na primeira chuva, o que torna necessário a construção do reservatório de qualidade a fim de que os sedimentos e poluentes existentes se depositem, e reduzam a carga.

Os hidrogramas de entrada e saída para um tempo de retorno de 25 anos podem ser visualizados a seguir. A cota máxima efluente simulada é 1.134,06m, portanto, 0,24m abaixo do coroamento. Essa diferença acomoda bem a segurança colocada pelos Engenheiros de barragens, considerando uma chuva excepcional.



**Gráfico 11: Hidrogramas Afluente (1,126m³/s) e Defluente (0,00m³/s), evento de TR = 25 anos e d = 1,0 h.**



**Gráfico 12: Volume armazenado e cotas de NA, evento de T = 25 anos e d = 1,0 h.**

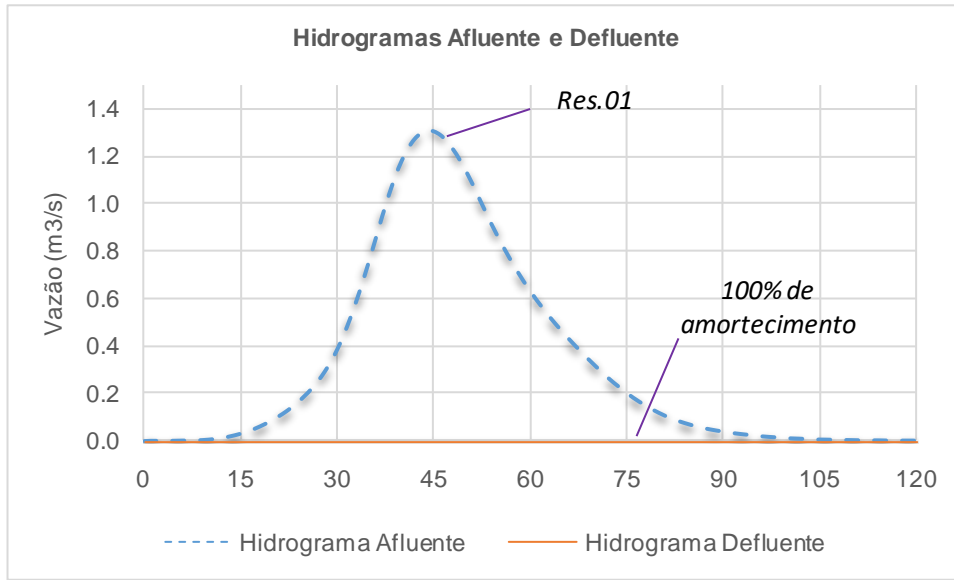
A cota máxima do NA encontrada na simulação (TR de 25 anos) do RES. 01 é 1.134,06, com borda livre de 0,24m em relação à cota de crista da barragem e volume armazenado de 2.013,00 m³. Percebe-se que o percentual de amortecimento das vazões de pico do RES. de qualidade é de 100% da vazão de pico afluente ao reservatório.

Com relação aos critérios qualitativos, grande parte da poluição que vem na água pluvial é recolhida na primeira chuva, o que torna necessário a construção do reservatório

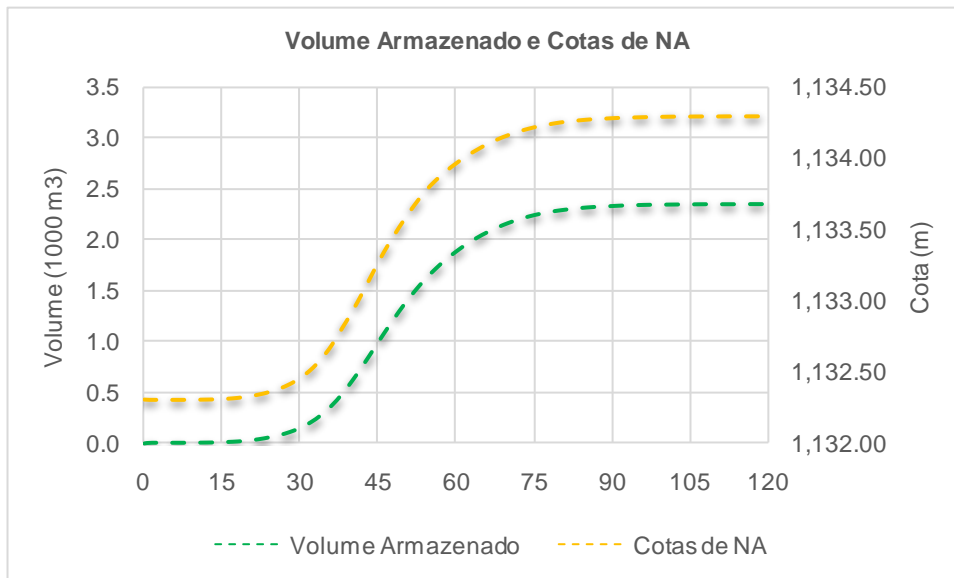


de qualidade a fim de que os sedimentos e poluentes existentes se depositem, e reduzam a carga.

Os hidrogramas de entrada e saída para um tempo de retorno de 50 anos podem ser visualizados a seguir. A cota máxima efluente simulada é 1.134,29m, portanto, 0,01m abaixo do coroamento. Essa diferença acomoda bem a segurança colocada pelos Engenheiros de barragens, considerando uma chuva excepcional.



**Gráfico 13: Hidrogramas Afluente (1,30m³/s) e Defluente (0,00m³/s), evento de TR = 25 anos e d = 1,0 h.**

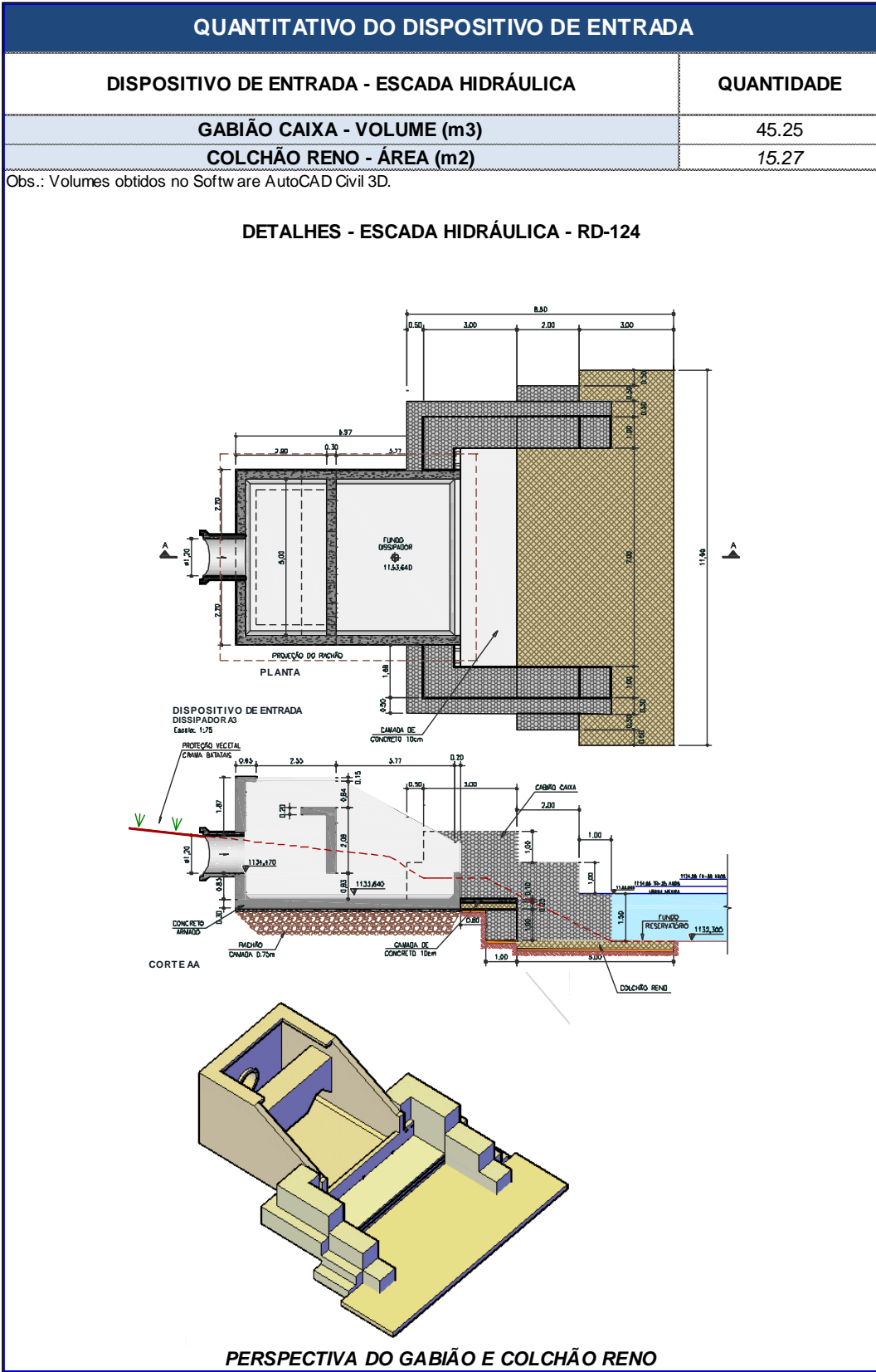


**Gráfico 14: Volume armazenado e cotas de NA, evento de T = 25 anos e d = 1,0 h.**

RESERVATÓRIO DE DETENÇÃO 01						
TR (anos)	Q Afluente (m3/s)	Q Defluente (m3/s)	NA Máximo (m)	Borda Livre (m)	Vol. Armaz. (m3)	Amortecimento (%)
10	0.92	0.00	1,133.786	0.51	1,636.00	100%
25	1.13	0.00	1,134.055	0.24	2,013.00	100%
50	1.31	0.00	1,134.294	0.01	2,350.00	100%

**2.1.6.2 Quantitativo Reservatório 01**

<b>QUANTITATIVOS DO RES. DE DETENÇÃO DF-001 - TRECHO 02</b>		
<b>RESUMO GERAL</b>	<b>Unid.</b>	<b>Quant.</b>
<b>LIMPEZA</b>		
LIMPEZA SUPERFICIAL DE CAMADA VEGETAL	m2	2,771.99
<b>TERRAPLENAGEM DO RESERVATÓRIO</b>		
VOLUME DE CORTE (SEM EMPOLAMENTO)	m3	3,680.54
VOLUME DE ATERRO (SEM EMPOLAMENTO)	m3	-
<b>DISSIPADOR/ESCADA HIDRÁULICA (DISPOSITIVO DE ENTRADA)</b>		
PEDRA TIPO RACHÃO	m3	40.44
GABIAO TIPO COLCHAO RENO/MANTA H = 0,23M	m2	15.27
GABIAO TIPO CAIXA	m3	45.25
DISSIPADOR A1	Unid.	1.00
<b>PROTEÇÃO VEGETAL</b>		
PROTEÇÃO VEGETAL (GRAMA BATATAIS)	m2	1,939.99

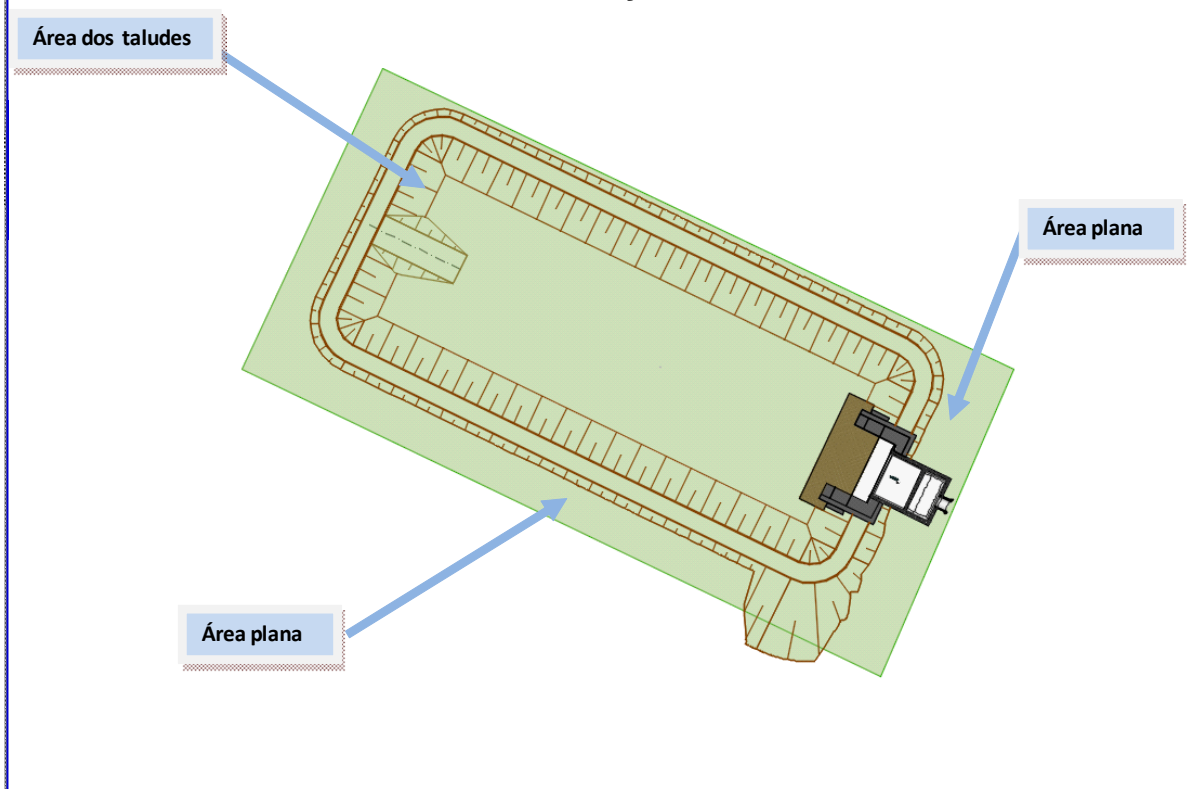


**QUANTITATIVOS - PROTEÇÃO VEGETAL - RES. DE DETENÇÃO**

ÁREA DE GRAMA BATATAIS		CONSTANTE*	ÁREA (m2)	ÁREA TOTAL (m2)
<b>PROTEÇÃO VEGETAL</b>	TALUDES (CORTE E ATERRO)	1.12	851.22	951.69
	ÁREA PLANA	-	988.30	988.30
			<b>TOTAL</b>	<b>1,939.99</b>

\*Obs.: Considerando a inclinação dos taludes de corte e aterro de 2,00:1 (H:V)

**ÁREA DE PROTEÇÃO VEGETAL**

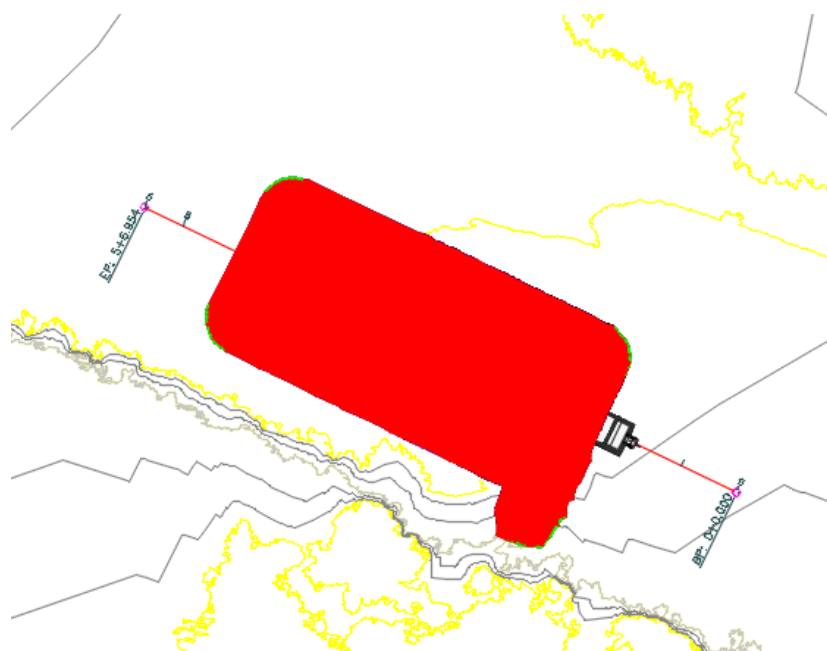


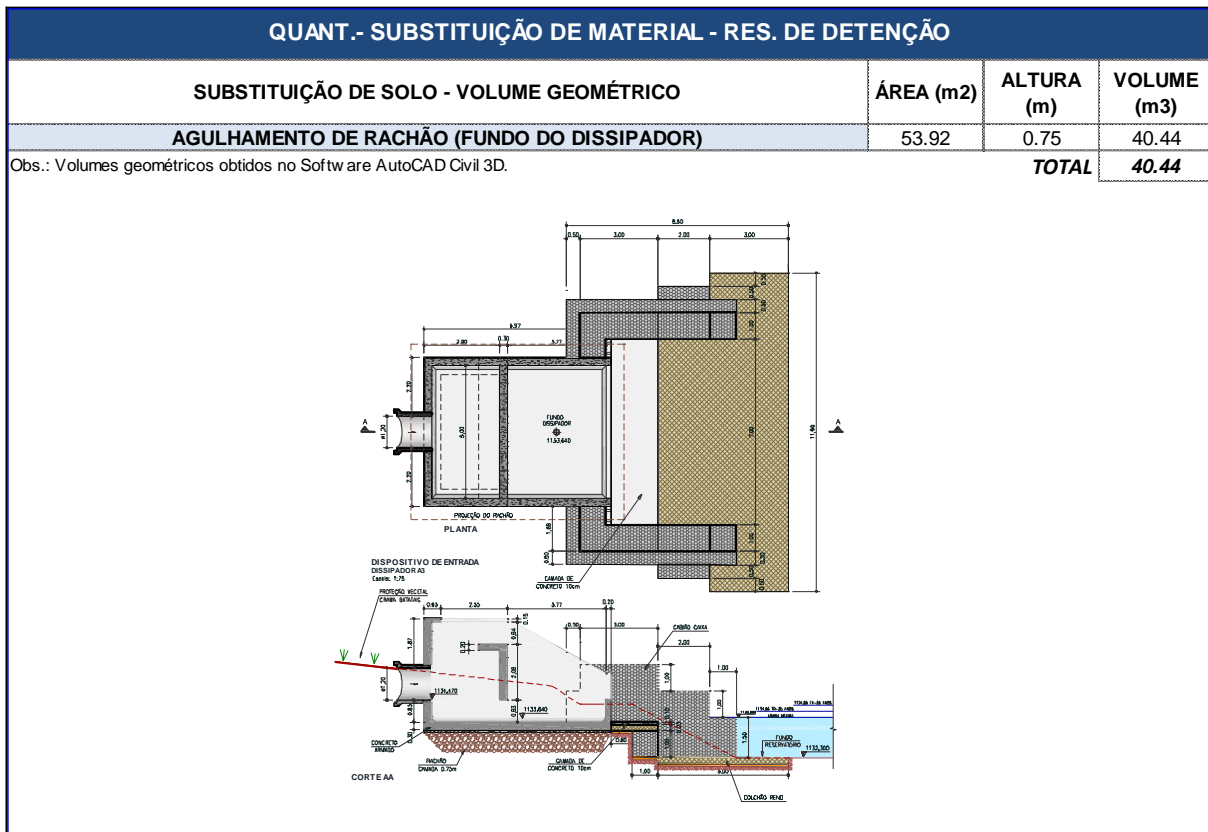
**QUANTITATIVOS - TERRAPLENAGEM - RES. DE DETENÇÃO**

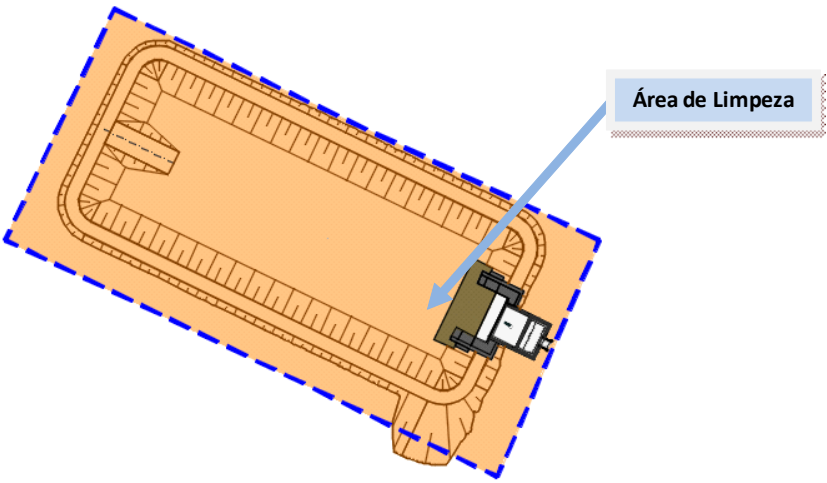
VOLUMES GEOMÉTRICOS		VOLUME (m3)
TERRAPLENAGEM		VOL. DE CORTE 3,680.54
		VOL. DE ATERRO 0.00

Obs.: Volumes geométricos obtidos no Software AutoCAD Civil 3D.

**MANCHAS DE CORTE E ATERRO**

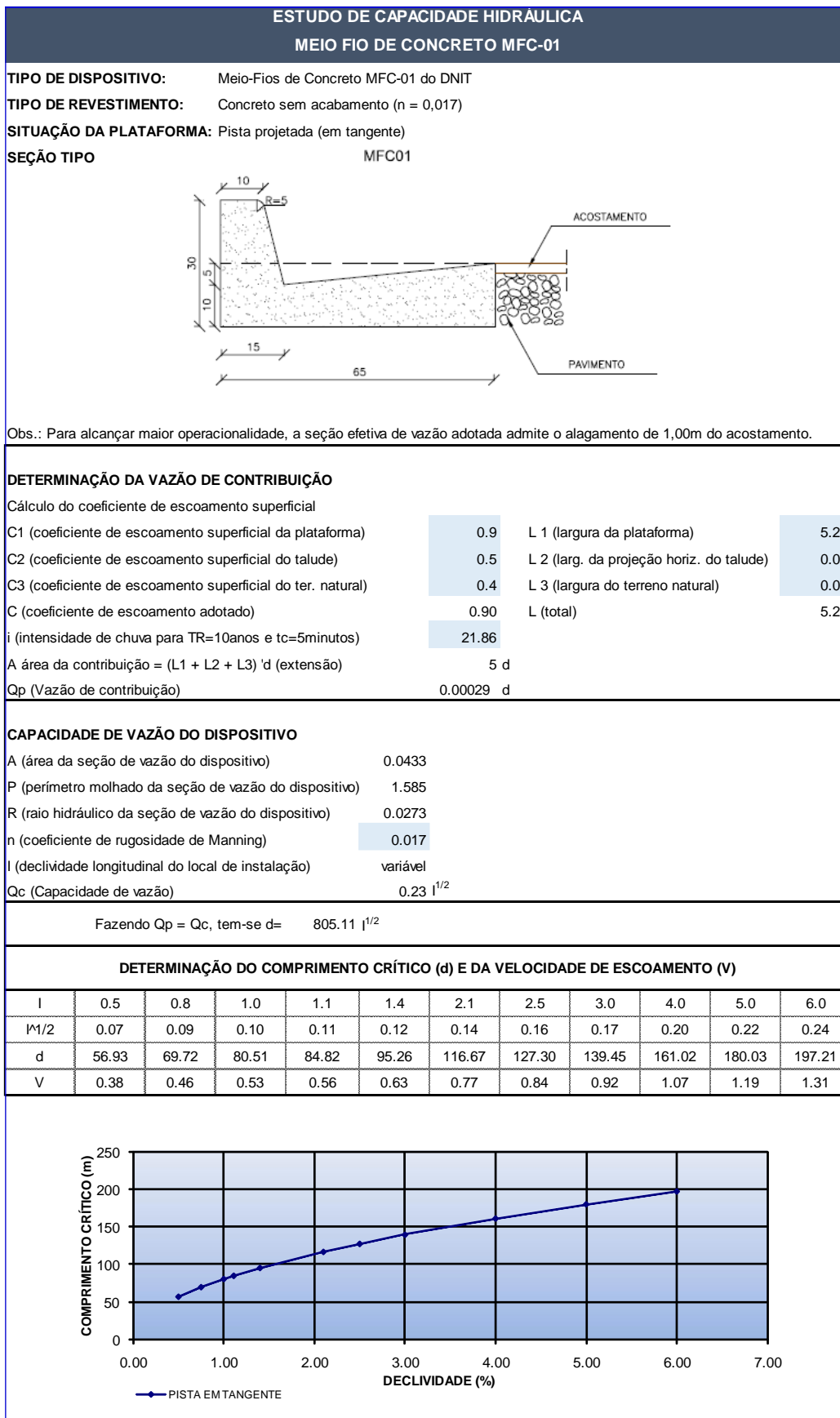




<b>QUANTITATIVOS - LIMPEZA - RES. DE DETENÇÃO</b>	
<b>LIMPEZA SUPERFICIAL DE CAMADA VEGETAL</b>	<b>ÁREA (m2)</b>
<b>LIMPEZA</b>	2,771.99
<b>ÁREA DE LIMPEZA ADOTADA</b>	
	



***Planilhas de dimensionamento dos dispositivos de Drenagem***



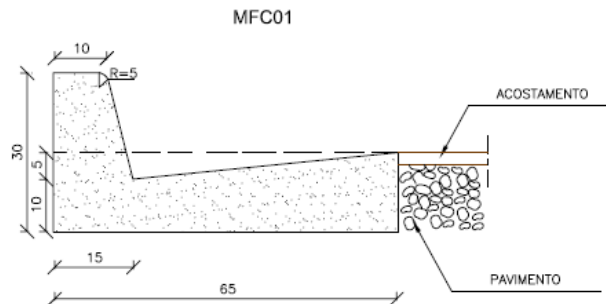
**ESTUDO DE CAPACIDADE HIDRAULICA**  
**MEIO FIO DE CONCRETO MFC-01**

**TIPO DE DISPOSITIVO:** Meio-Fios de Concreto MFC-01 do DNIT

**TIPO DE REVESTIMENTO:** Concreto sem acabamento (n = 0,017)

**SITUAÇÃO DA PLATAFORMA:** Pista projetada (em curva)

**SEÇÃO TIPO**



EIXO-06-LIGAÇÃO-01-TRAV-01

Obs.: Para alcançar maior operacionalidade, a seção efetiva de vazão adotada admite o alargamento de 1,00m do acostamento.

**DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DE CONTRIBUIÇÃO**

Cálculo do coeficiente de escoamento superficial

C1 (coeficiente de escoamento superficial da plataforma)	0.9	L 1 (largura da plataforma)	7.00
C2 (coeficiente de escoamento superficial do talude)	0.5	L 2 (larg. da projeção horiz. do talude)	0.00
C3 (coeficiente de escoamento superficial do ter. natural)	0.4	L 3 (largura do terreno natural)	0.00
C (coeficiente de escoamento adotado)	0.90	L (total)	7.00
i (intensidade de chuva para TR=10anos e tc=5minutos)	21.86		
A área da contribuição = (L1 + L2 + L3) 'd (extensão)	7 d		
Qp (Vazão de contribuição)	0.00038 d		

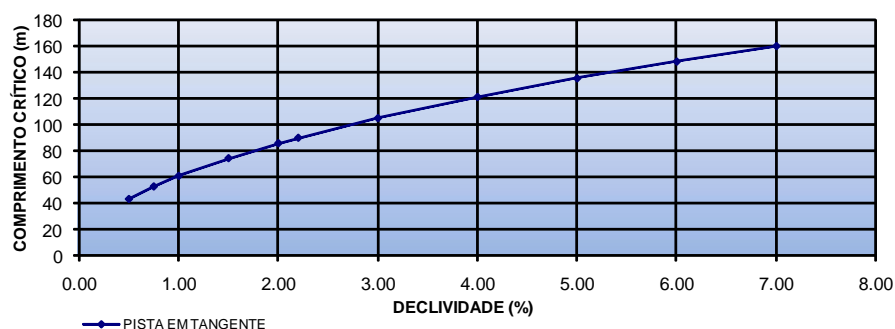
**CAPACIDADE DE VAZÃO DO DISPOSITIVO**

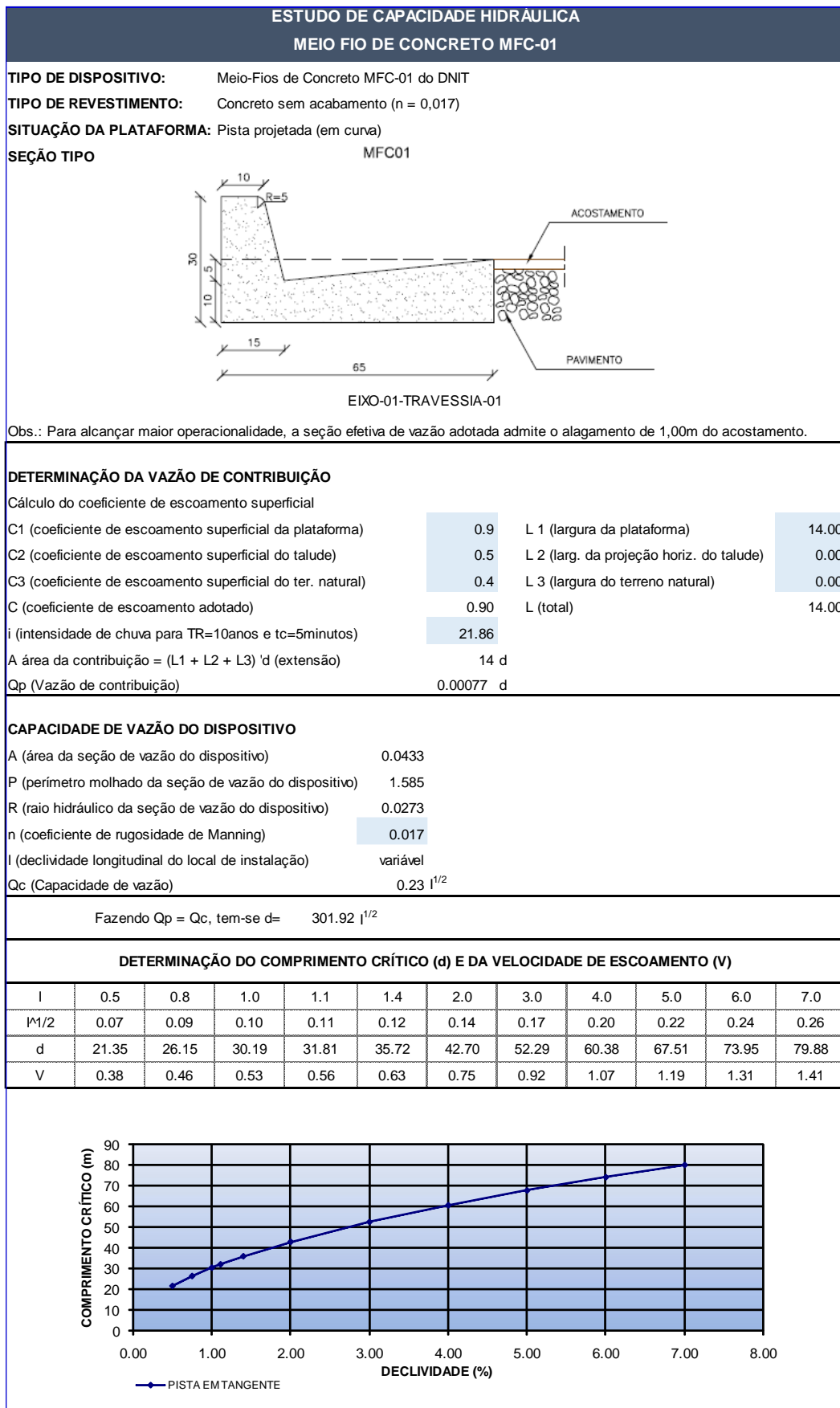
A (área da seção de vazão do dispositivo)	0.0433
P (perímetro molhado da seção de vazão do dispositivo)	1.585
R (raio hidráulico da seção de vazão do dispositivo)	0.0273
n (coeficiente de rugosidade de Manning)	0.017
I (declividade longitudinal do local de instalação)	variável
Qc (Capacidade de vazão)	0.23 I <sup>1/2</sup>

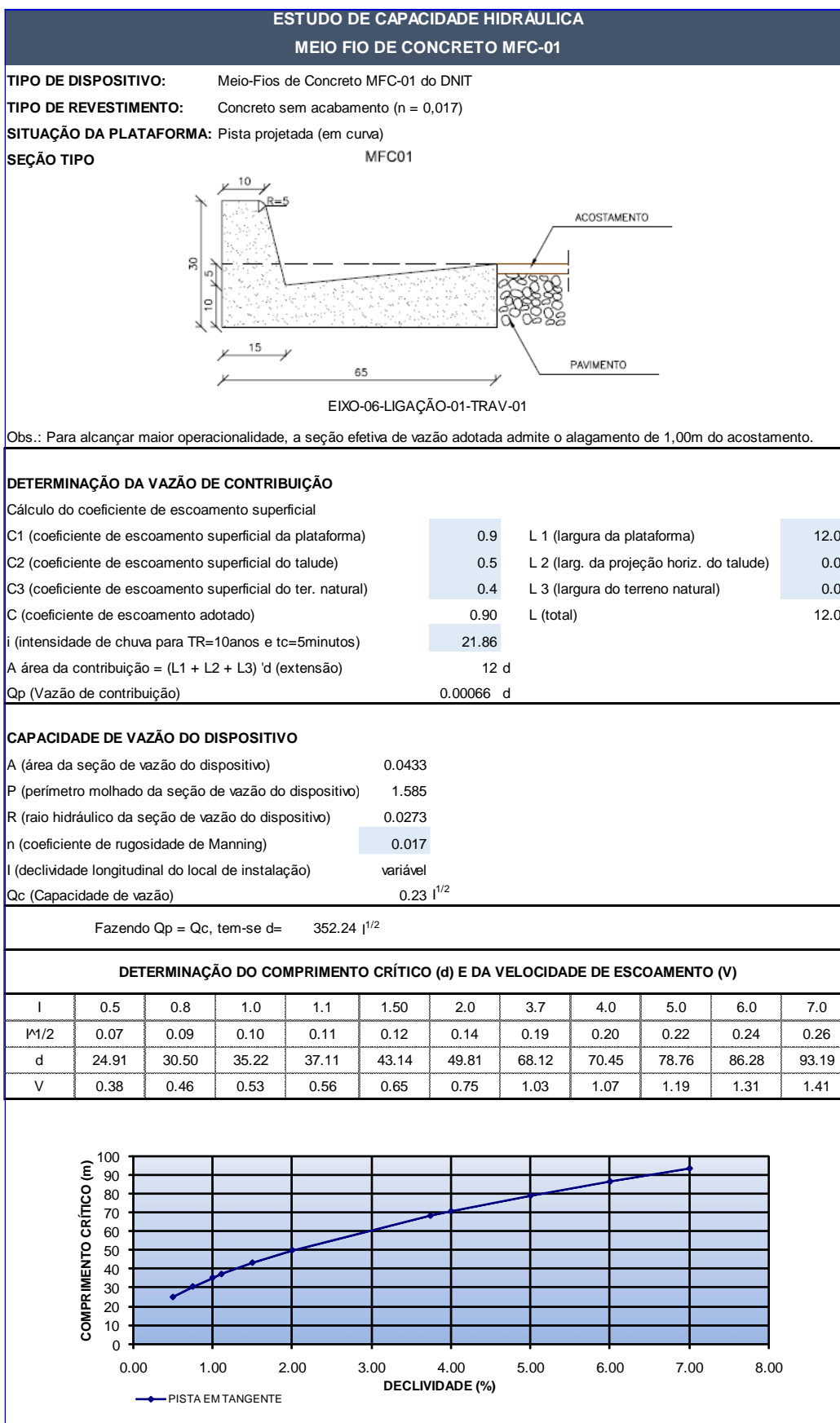
Fazendo Qp = Qc, tem-se d= 603.83 I<sup>1/2</sup>

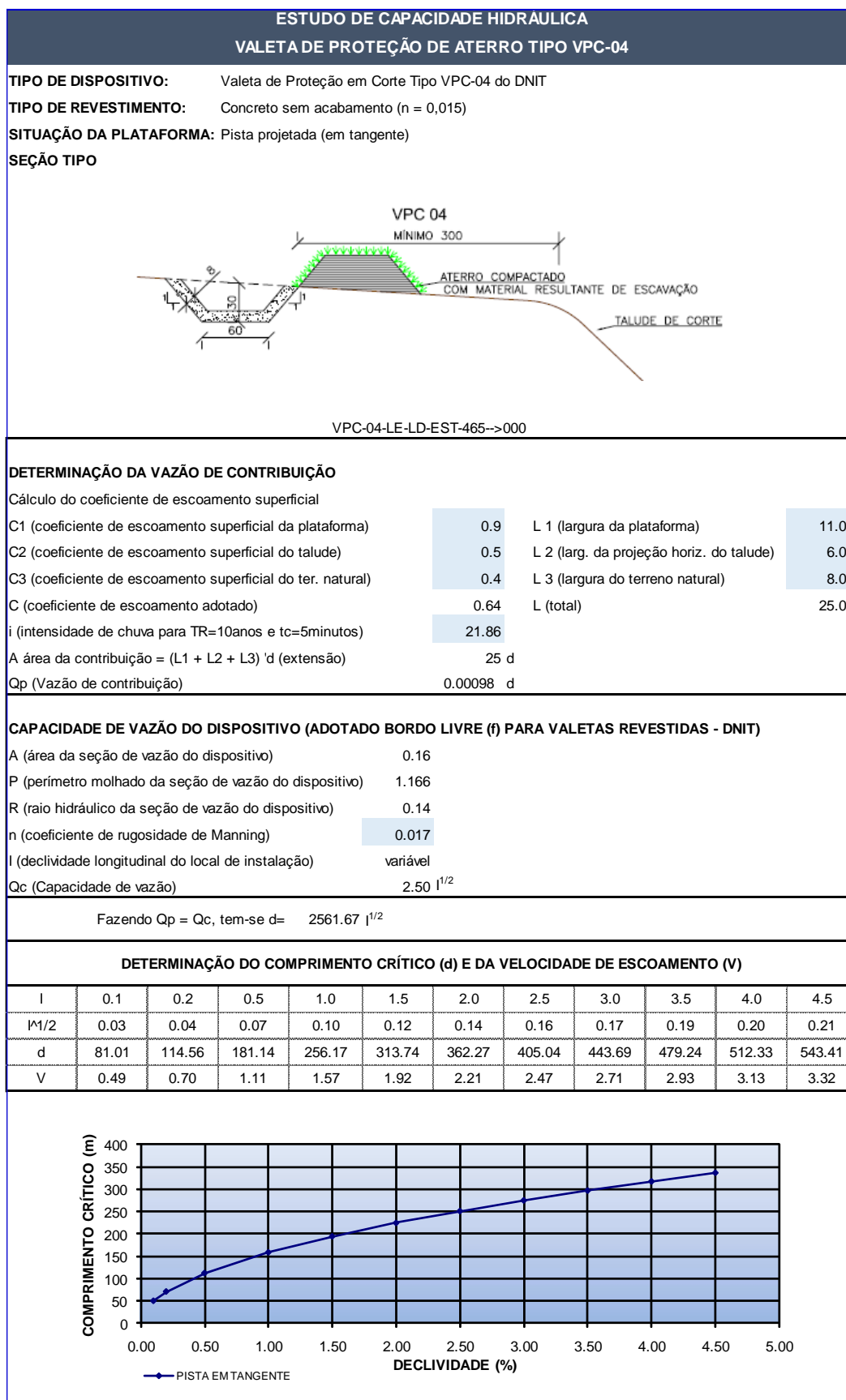
**DETERMINAÇÃO DO COMPRIMENTO CRÍTICO (d) E DA VELOCIDADE DE ESCOAMENTO (V)**

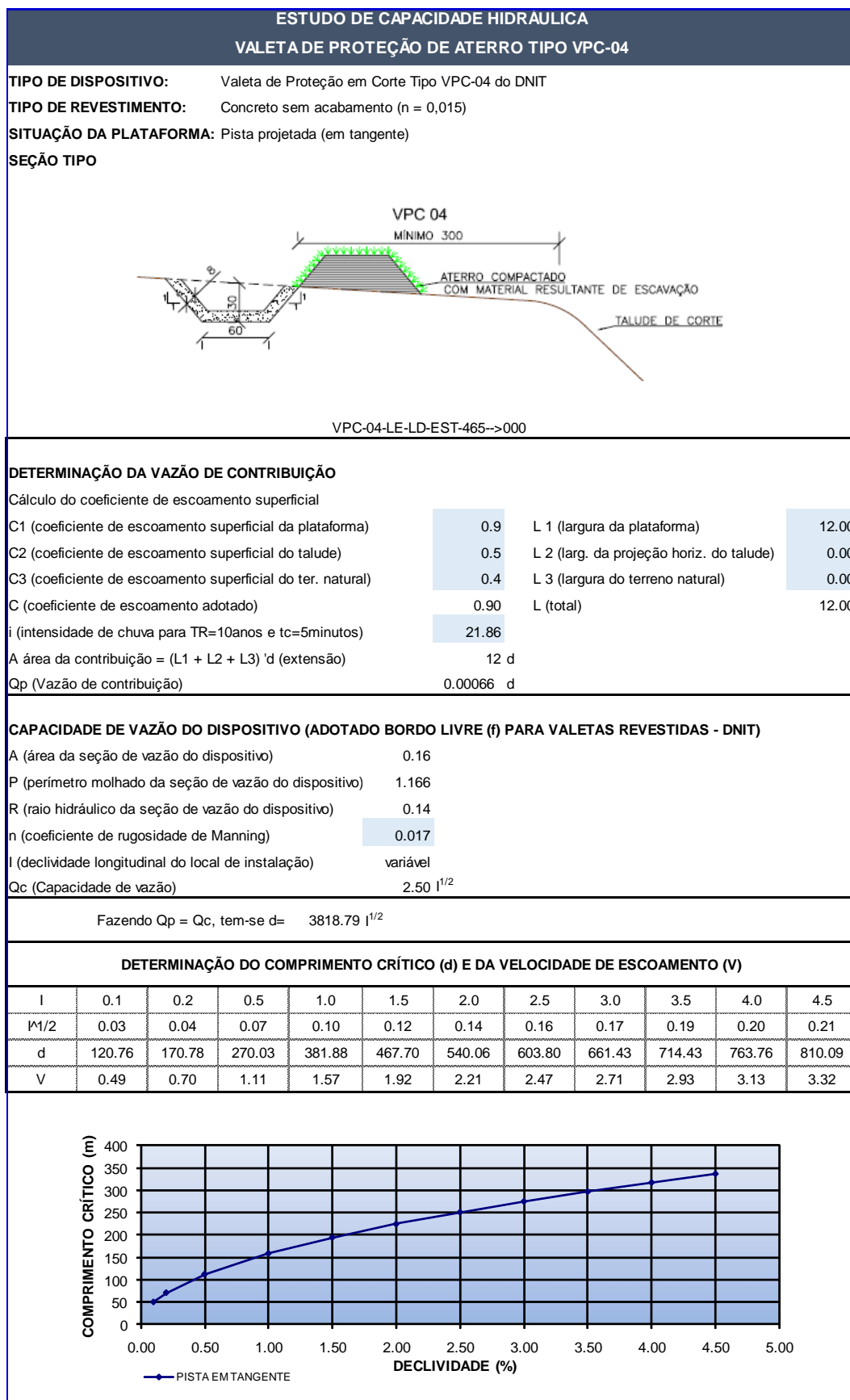
I	0.5	0.8	1.0	1.5	2.0	2.2	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
I <sup>1/2</sup>	0.07	0.09	0.10	0.12	0.14	0.15	0.17	0.20	0.22	0.24	0.26
d	42.70	52.29	60.38	73.95	85.39	89.56	104.59	120.77	135.02	147.91	159.76
V	0.38	0.46	0.53	0.65	0.75	0.79	0.92	1.07	1.19	1.31	1.41











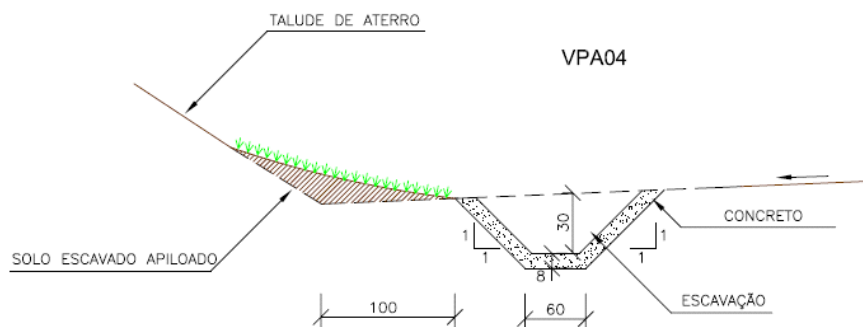
**ESTUDO DE CAPACIDADE HIDRÁULICA  
VALETA DE PROTEÇÃO DE ATERRO TIPO VPA-04**

**TIPO DE DISPOSITIVO:** Valeta de Proteção em Aterro Tipo VPA-04 do DNIT

**TIPO DE REVESTIMENTO:** Concreto sem acabamento (n = 0,015)

**SITUAÇÃO DA PLATAFORMA:** Pista projetada (em tangente)

**SEÇÃO TIPO**



**DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DE CONTRIBUIÇÃO**

Cálculo do coeficiente de escoamento superficial

C1 (coeficiente de escoamento superficial da plataforma)	0.9	L 1 (largura da plataforma)	12.00
C2 (coeficiente de escoamento superficial do talude)	0.5	L 2 (larg. da projeção horiz. do talude)	4.50
C3 (coeficiente de escoamento superficial do ter. natural)	0.4	L 3 (largura do terreno natural)	0.00
C (coeficiente de escoamento adotado)	0.79	L (total)	16.50
i (intensidade de chuva para TR=10anos e tc=5minutos)	21.86		
A área da contribuição = (L1 + L2 + L3) 'd (extensão)	17 d		
Qp (Vazão de contribuição)	0.00079 d		

**CAPACIDADE DE VAZÃO DO DISPOSITIVO (ADOTADO BORDO LIVRE (f) PARA VALETAS REVESTIDAS - DNIT)**

A (área da seção de vazão do dispositivo)	0.16
P (perímetro molhado da seção de vazão do dispositivo)	1.166
R (raio hidráulico da seção de vazão do dispositivo)	0.14
n (coeficiente de rugosidade de Manning)	0.015
I (declividade longitudinal do local de instalação)	variável
Qc (Capacidade de vazão)	2.84 I <sup>1/2</sup>

Fazendo Qp = Qc, tem-se d= 3581.76 I<sup>1/2</sup>

**DETERMINAÇÃO DO COMPRIMENTO CRÍTICO (d) E DA VELOCIDADE DE ESCOAMENTO (V)**

I	0.1	0.2	0.5	1.0	1.1	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
I <sup>1/2</sup>	0.03	0.04	0.07	0.10	0.11	0.14	0.16	0.17	0.19	0.20	0.21
d	113.27	160.18	263.20	358.18	377.36	506.54	566.33	620.38	670.09	716.35	759.81
V	0.56	0.79	1.30	1.77	1.87	2.51	2.80	3.07	3.32	3.55	3.76



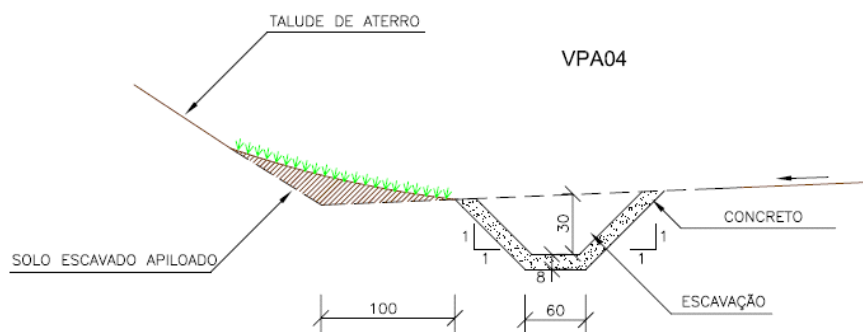
**ESTUDO DE CAPACIDADE HIDRÁULICA  
VALETA DE PROTEÇÃO DE ATERRO TIPO VPA-04**

**TIPO DE DISPOSITIVO:** Valeta de Proteção em Aterro Tipo VPA-04 do DNIT

**TIPO DE REVESTIMENTO:** Concreto sem acabamento (n = 0,015)

**SITUAÇÃO DA PLATAFORMA:** Pista projetada (em tangente)

**SEÇÃO TIPO**



VPA-04-LE-LD-EST-137+10,00<--141,00 +10,00

VPA-04-LE-LD-EST-148+12,00<--158,00 +10,00

**DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DE CONTRIBUIÇÃO**

Cálculo do coeficiente de escoamento superficial

C1 (coeficiente de escoamento superficial da plataforma)	0.9	L 1 (largura da plataforma)	15.50
C2 (coeficiente de escoamento superficial do talude)	0.5	L 2 (larg. da projeção horiz. do talude)	14.00
C3 (coeficiente de escoamento superficial do ter. natural)	0.4	L 3 (largura do terreno natural)	0.00
C (coeficiente de escoamento adotado)	0.71	L (total)	29.50
i (intensidade de chuva para TR=10anos e tc=5minutos)	21.86		
A área da contribuição = (L1 + L2 + L3) · d (extensão)	30 d		
Qp (Vazão de contribuição)	0.00127 d		

**CAPACIDADE DE VAZÃO DO DISPOSITIVO (ADOTADO BORDO LIVRE (f) PARA VALETAS REVESTIDAS - DNIT)**

A (área da seção de vazão do dispositivo)	0.13
P (perímetro molhado da seção de vazão do dispositivo)	1.081
R (raio hidráulico da seção de vazão do dispositivo)	0.12
n (coeficiente de rugosidade de Manning)	0.015
I (declividade longitudinal do local de instalação)	variável
Qc (Capacidade de vazão)	2.14 I <sup>1/2</sup>

Fazendo Qp = Qc, tem-se d= 1679.21 I<sup>1/2</sup>

**DETERMINAÇÃO DO COMPRIMENTO CRÍTICO (d) E DA VELOCIDADE DE ESCOAMENTO (V)**

I	0.1	0.2	0.5	1.0	1.4	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
I <sup>1/2</sup>	0.03	0.04	0.07	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17	0.19	0.20	0.21
d	53.10	75.10	123.40	167.92	197.98	237.48	265.51	290.85	314.15	335.84	356.21
V	0.52	0.73	1.20	1.63	1.92	2.31	2.58	2.83	3.05	3.26	3.46

2.1.6.3 Planilhas de dimensionamento das redes drenagem - Sub-Trecho – 02

PLANILHA PARA CÁLCULO DE COLETORES DE ÁGUAS PLUVIAIS REDE 01 - DF-001 - TRECHO 02

REDE	Trecho	Cota do Terreno		Área de Contrib. (ha)	Área Total (ha)	SAx C (ha)	Coef. de Escoam. C	Coef. de Manning	Tempo de Concent. (s)	Intensidade (l/s/ha)	Extensão (m)	Vazão Estimada (m³/s)	Declividade do Terreno (m/m)	Diâmetro ou Seção (mm)	Declividade do Tubo (%)	Velocidade (m/s)	Altura da Lâmina (m)	Enchimento (%)	Profundidade		Cota Geratriz Inf. Tubo		Degrau (m)
		Mont. (m)	Jus. (m)																Mont. (m)	Jus. (m)	Mont. (m)	Jus. (m)	
REDE - 01	CCS-01-CX-1->CCS-01-CX-3	1152.905	1152.591	0.485	0.485	0.437	0.900	0.015	900.000	395.3	50.000	0.173	0.006	Ø 600 mm	1.230	1.811	0.222	37.060	1.500	1.800	1151.405	1150.791	0.600
REDE - 01	CCS-01-CX-2->CCS-01-CX-3	1153.216	1152.591	0.041	0.041	0.037	0.900	0.015	900.000	395.3	43.564	0.015	0.014	Ø 600 mm	1.890	1.026	0.059	9.810	1.500	1.700	1151.716	1150.891	0.700
REDE - 01	CCS-01-CX-3->CCS-01-CX-4	1152.591	1149.532	0.144	0.670	0.603	0.900	0.015	942.471	386.1	8.763	0.233	0.349	Ø 600 mm	24.640	5.757	0.120	20.060	2.400	1.500	1150.191	1148.032	0.400
REDE - 01	CCS-01-CX-4->CCS-05-CX-5	1149.532	1150.000	0.061	0.731	0.658	0.900	0.015	943.993	385.7	23.841	0.254	-0.020	Ø 600 mm	0.550	1.487	0.349	58.210	1.900	2.500	1147.632	1147.500	0.000
REDE - 01	CCS-05-CX-5->CCS-05-CX-7	1150.000	1147.739	0.287	1.018	0.916	0.900	0.015	960.030	382.4	43.000	0.350	0.053	Ø 600 mm	3.400	3.179	0.248	41.290	2.500	1.700	1147.500	1146.039	1.100
REDE - 01	CCS-01-CX-6->CCS-05-CX-7	1147.380	1147.739	0.052	0.052	0.047	0.900	0.015	900.000	395.3	23.939	0.019	-0.015	Ø 600 mm	1.840	1.090	0.066	11.030	1.700	2.500	1145.680	1145.239	0.300
REDE - 01	CCS-05-CX-7->CCS-05-CX-9	1147.739	1146.362	0.073	1.143	1.029	0.900	0.015	973.556	379.6	40.500	0.391	0.034	Ø 600 mm	1.180	2.194	0.362	60.260	2.800	1.900	1144.939	1144.462	0.500
REDE - 01	CCS-01-CX-8->CCS-05-CX-9	1146.139	1146.362	0.047	0.047	0.042	0.900	0.015	900.000	395.3	24.099	0.017	-0.009	Ø 600 mm	1.570	0.999	0.066	10.920	1.500	2.100	1144.639	1144.262	0.300
REDE - 01	CCS-05-CX-9->CCS-05-CX-11	1146.362	1145.553	0.070	1.260	1.134	0.900	0.015	992.017	375.8	39.743	0.426	0.020	Ø 600 mm	1.280	2.310	0.373	62.110	2.400	2.100	1143.962	1143.453	0.000
REDE - 01	CCS-01-CX-10->CCS-05-CX-11	1145.387	1145.553	0.046	0.046	0.041	0.900	0.015	900.000	395.3	24.031	0.016	-0.007	Ø 600 mm	1.810	1.044	0.063	10.450	1.500	2.100	1143.887	1143.453	0.000
REDE - 01	CCS-05-CX-11->CCS-02-CX-13	1145.553	1144.791	0.054	1.360	1.224	0.900	0.015	1009.220	372.4	45.000	0.456	0.017	Ø 600 mm	1.250	2.318	0.394	65.610	2.100	1.900	1143.453	1142.891	0.420
REDE - 01	CCS-01-CX-12->CCS-02-CX-13	1144.577	1144.791	0.142	0.142	0.128	0.900	0.015	900.000	395.3	24.161	0.050	-0.009	Ø 600 mm	1.190	1.258	0.120	19.940	1.600	2.100	1142.977	1142.691	0.220
REDE - 01	CCS-02-CX-13->CCS-02-CX-18	1144.791	1143.866	0.081	1.582	1.424	0.900	0.015	1028.631	368.6	45.002	0.525	0.021	Ø 800 mm	1.120	2.327	0.368	45.970	2.320	1.900	1142.471	1141.966	0.420
REDE - 01	PV-14->PV-15	1151.355	1150.604	0.140	0.140	0.126	0.900	0.015	900.000	395.3	40.000	0.050	0.019	Ø 600 mm	1.880	1.474	0.106	17.710	1.500	1.500	1149.855	1149.104	0.000
REDE - 01	PV-15->PV-16	1150.604	1149.468	0.073	0.213	0.191	0.900	0.015	927.134	389.4	35.220	0.075	0.032	Ø 600 mm	3.230	2.010	0.113	18.880	1.500	1.500	1149.104	1147.968	0.900
REDE - 01	PV-16->CCS-01-CX-17	1149.468	1143.726	0.148	0.360	0.324	0.900	0.015	944.660	385.6	15.749	0.125	0.365	Ø 600 mm	30.750	5.176	0.084	14.030	2.400	1.500	1147.068	1142.226	0.200
REDE - 01	CCS-01-CX-17->CCS-02-CX-18	1143.726	1143.866	0.165	0.525	0.472	0.900	0.015	947.703	385.0	24.085	0.182	-0.006	Ø 600 mm	1.080	1.752	0.237	39.490	1.700	2.100	1142.026	1141.766	0.220
REDE - 01	CCS-02-CX-18->CCS-20-CX-24	1143.866	1143.128	0.076	2.184	1.966	0.900	0.015	1047.966	364.9	39.994	0.717	0.018	Ø 800 mm	1.050	2.448	0.452	56.540	2.320	2.000	1141.546	1141.128	1.314
REDE - 01	CCS-01-CX-19->CCS-05-CX-20	1143.055	1143.297	0.065	0.065	0.059	0.900	0.015	900.000	395.3	23.487	0.023	-0.010	Ø 600 mm	1.190	1.001	0.082	13.670	1.480	2.000	1141.575	1141.297	0.100
REDE - 01	CCS-05-CX-20->CCS-02-CX-22	1143.297	1142.833	0.097	0.163	0.146	0.900	0.015	923.472	390.2	49.999	0.057	0.009	Ø 600 mm	1.130	1.281	0.129	21.460	2.100	2.200	1141.197	1140.633	0.220
REDE - 01	CCS-01-CX-21->CCS-02-CX-22	1142.458	1142.833	0.124	0.124	0.111	0.900	0.015	900.000	395.3	24.143	0.044	-0.016	Ø 600 mm	1.340	1.263	0.108	18.070	1.500	2.200	1140.958	1140.633	0.220
REDE - 01	CCS-02-CX-22->CCS-20-CX-24	1142.833	1143.128	0.175	0.461	0.415	0.900	0.015	962.493	381.9	46.000	0.159	-0.006	Ø 800 mm	0.500	1.251	0.240	29.990	2.420	2.945	1140.413	1140.183	0.370
REDE - 01	CCS-01-CX-23->CCS-20-CX-24	1143.013	1143.128	0.060	0.060	0.054	0.900	0.015	900.000	395.3	24.068	0.021	-0.005	Ø 600 mm	1.310	1.010	0.077	12.830	1.700	2.130	1141.313	1140.998	1.184
REDE - 01	PV-24->PV-25	1143.128	1148.798	0.061	2.766	2.490	0.900	0.015	1064.306	361.9	7.893	0.901	-0.718	TUNNEL LINER Ø 1200 mm	1.470	2.901	0.383	31.890	3.314	9.100	1139.814	1139.698	0.000
REDE - 01	PV-25->PV-26	1148.798	1148.998	0.000	2.766	2.490	0.900	0.015	1067.027	361.3	32.250	0.900	-0.006	TUNNEL LINER Ø 1200 mm	1.550	2.960	0.377	31.390	9.100	9.800	1139.698	1139.198	0.000
REDE - 01	PV-26->PV-27	1148.998	1149.000	0.000	2.766	2.490	0.900	0.015	1077.921	359.3	20.000	0.895	0.000	TUNNEL LINER Ø 1200 mm	1.500	2.920	0.379	31.580	9.800	10.102	1139.198	1138.898	0.100
REDE - 01	PV-27->PV-28	1149.000	1150.279	0.244	3.010	2.709	0.900	0.015	1084.770	358.1	50.000	0.970	-0.026	TUNNEL LINER Ø 1200 mm	0.700	2.261	0.486	40.460	10.202	11.829	1138.798	1138.450	0.000
REDE - 01	PV-28->PV-29	1150.279	1150.298	0.080	3.089	2.781	0.900	0.015	1106.881	354.1	29.000	0.985	-0.001	TUNNEL LINER Ø 1200 mm	0.730	2.310	0.483	40.270	11.829	12.060	1138.450	1138.238	0.000
REDE - 01	PV-29->PV-30	1150.298	1149.061	0.000	3.089	2.781	0.900	0.015	1119.433	351.9	60.000	0.979	0.021	TUNNEL LINER Ø 1200 mm	0.630	2.184	0.502	41.810	12.060	11.200	1138.238	1137.861	0.000
REDE - 01	PV-30->PV-31	1149.061	1148.028	0.000	3.089	2.781	0.900	0.015	1146.903	347.2	60.000	0.965	0.017	TUNNEL LINER Ø 1200 mm	0.720	2.288	0.480	39.970	11.200	10.600	1137.861	1137.428	0.000
REDE - 01	PV-31->PV-32	1148.028	1147.000	0.000	3.089	2.781	0.900	0.015	1173.130	342.8	60.000	0.953	0.017	TUNNEL LINER Ø 1200 mm	0.710	2.271	0.478	39.810	10.600	10.000	1137.428	1137.000	0.100
REDE - 01	PV-32->PV-33	1147.000	1145.592	0.000	3.089	2.781	0.900	0.015	1199.555	338.5	60.000	0.941	0.023	TUNNEL LINER Ø 1200 mm	0.510	2.006	0.520	43.300	10.100	9.000	1136.900	1136.592	0.000
REDE - 01	PV-33->PV-34	1145.592	1144.995	0.000	3.089	2.781	0.900	0.015	1229.469	333.7	60.000	0.928	0.010	TUNNEL LINER Ø 1200 mm	0.500	1.974	0.520	43.360	9.000	8.700	1136.592	1136.295	0.000
REDE - 01	PV-34->PV-35	1144.995	1142.134	0.000	3.089	2.781	0.900	0.015	1259.869	329.1	60.000	0.915	0.048	TUNNEL LINER Ø 1200 mm	0.600	2.110	0.490	40.800	8.700	6.200	1136.295	1135.934	0.000
REDE - 01	PV-35->PV-36	1142.134	1140.549	0.000	3.089	2.781	0.900	0.015	1288.308	324.8	60.000	0.903	0.026	Ø 1200 mm	0.640	2.154	0.477	39.780	6.200	5.000	1135.934	1135.549	0.000
REDE - 01	PV-36->PV-37	1141.117	1140.000	0.000	3.089	2.781	0.900	0.015	1316.166	320.8	60.000	0.892	0.019	Ø 1200 mm	0.670	2.177	0.469	39.100	5.568	4.851	1135.549	1135.149	0.000
REDE - 01	PV-37->PV-38	1140.000	1139.999	0.000	3.089	2.781	0.900	0.015	1343.732	316.9	60.000	0.881	0.000	Ø 1200 mm	0.580	2.065	0.484	40.290	4.851	5.200	1135.149	1134.799	0.000
REDE - 01	PV-38->DISIPADOR	1139.999	1135.508	0.000	3.089	2.781	0.900	0.015	1372.782	312.9	59.964	0.870	0.075	Ø 1200 mm	0.550	2.014	0.488	40.680	5.200	1.038	1134.799	1134.470	0.000

QUANTITATIVOS - REDE GERAL

Item	Quant.	Unidade
CCS-01	11	Unidades
CCS-02	3	Unidades
CCS-05	5	Unidades
CCS-20	1	Unidades
<b>Ramal</b>		
Ø 400	17.3	m
<b>Tubos</b>		
Ø 600	627.39	m
Ø 800	131.00	m
Ø 1200	239.96	m
TUNNEL LINER Ø 1200	499.14	m

PLANILHA PARA CÁLCULO DE COLETORES DE ÁGUAS PLUVIAIS  
BUEIRO 01- DF-001 - TRECHO 02

REDE	Trecho	Cota do Terreno		Área de Contrib. (ha)	Área Total (ha)	SAxC (ha)	Coef. de Escoam. C	Coef. de Manning	Tempo de Concent. (s)	Intensidade (l/sxha)	Extensão (m)	Vazão Estimada (m³/s)	Declividade do Terreno (m/m)	Diâmetro ou Seção (mm)	Declividade do Tubo (%)	Velocidade (m/s)	Altura da Lâmina (m)	Enchimento (%)	Profundidade		Cota Geratriz Inf. Tubo		Degrau (m)
		Mont. (m)	Jus. (m)																Mont. (m)	Jus. (m)	Mont. (m)	Jus. (m)	
BUEIRO - 01	CCS-01-CX-1->LANÇAMENTO	1141,000	1140,070	0,380	0,380	0,342	0,900	0,015	900,000	395,3	36,000	0,135	0,026	Ø 600 mm	0,550	1,262	0,242	40,400	1,400	0,667	1139,600	1139,403	0,000

QUANTITATIVOS - REDE GERAL

Item	Quant.	Unidade
CCS-01	1	Unidades
<b>Tubos</b>		
Ø 600	36,00	m

PLANILHA PARA CÁLCULO DE COLETORES DE ÁGUAS PLUVIAIS  
BUEIRO 02 - DF-001 - TRECHO 02

REDE	Trecho	Cota do Terreno		Área de Contrib. (ha)	Área Total (ha)	SAxC (ha)	Coef. de Escoam. C	Coef. de Manning	Tempo de Concent. (s)	Intensidade (l/sxha)	Extensão (m)	Vazão Estimada (m³/s)	Declividade do Terreno (m/m)	Diâmetro ou Seção (mm)	Declividade do Tubo (%)	Velocidade (m/s)	Altura da Lâmina (m)	Enchimento (%)	Profundidade		Cota Geratriz Inf. Tubo		Degrau (m)
		Mont. (m)	Jus. (m)																Mont. (m)	Jus. (m)	Mont. (m)	Jus. (m)	
BUEIRO - 02	CCS-01- CX-01 ->LANÇAMENTO	1132,993	1131,996	1,167	1,167	0,817	0,700	0,015	900,000	395,3	42,035	0,323	0,024	BSTC 600 x 55 mm	0,570	1,577	0,408	68,040	1,500	0,741	1131,493	1131,255	0,000

QUANTITATIVOS - REDE GERAL

Item	Quant.	Unidade
CCS-01	1	Unidades
<b>Tubos</b>		
Ø 600	42,04	m

2.1.6.4 Quantitativos das redes de drenagem – ramal de boca de lobo - lançamento – Sub-trecho – 02

TRECHO 2 - RESUMO DO QUANTITATIVO DAS REDES DE DRENAGEM - DF-001																				
EXECUÇÃO	TUBOS / TUNNEL LINER	REDES TUBULARES PV'S	TUNEL LINER COMPRIMENTO	ESCAVAÇÃO				CLASSE TUBO			ESCORAMENTO DESCONTÍNUO			ESCORAMENTO CONTÍNUO	ESC. MECÂNICA	ESC. MANUAL	ENCHIMENTO MANUAL DE VALA, COM APILOAMENTO MANUAL - ATÉ Ø 600mm	ENCHIMENTO MANUAL DE VALA, COM APILOAMENTO MECÂNICO - Ø 800 ATÉ Ø 1500mm	ENCHIMENTO MECÂNICO DE VALA, COM APILOAMENTO MECÂNICO	CASCALHO PARA O LASTRO
				>1,0 e <= 3,5	>3,50 e <= 5,00	>5,00 e <= 7,00	>7,00	CA-1	CA-2	CA-3	<= 4,00	>4,00 e <= 7,00	>7,00							
REDES TUBULARES	400	0																		
	500	0																		
	600	3		4018.29 m³				802.3 m				3889.23			4018.29 m³		283.46 m³		3202.38 m³	168.48 m³
	800	0		1769.74 m³				275.04 m				1463.38			1769.74 m³			148.7 m³	1334.89 m³	70.14 m³
	1000	0		332.82 m³				40. m				238.45			332.82 m³			30.58 m³	241.94 m³	12. m³
	1200	14		788.9 m³	1,139.66 m³			80.4 m		60. m²		515.50	624.68		1928.56 m³			132.9 m³	1514.28 m³	46.33 m³
MÉTODO NÃO DESTRUTIVO - MND	600																			
	800																			
	1200	5	391.07 m	442.29 m³																
	1600																			
	2000																			

TRECHO 2 - RESUMO DO QUANTITATIVO DAS REDES DE DRENAGEM - DF-001- BUEIRO 01																				
EXECUÇÃO	TUBOS / TUNNEL LINER	REDES TUBULARES PV'S	TUNEL LINER COMPRIMENTO	ESCAVAÇÃO				CLASSE TUBO			ESCORAMENTO DESCONTÍNUO			ESCORAMENTO CONTÍNUO	ESC. MECÂNICA	ESC. MANUAL	ENCHIMENTO MANUAL DE VALA, COM APILOAMENTO MANUAL - ATÉ Ø 600mm	ENCHIMENTO MANUAL DE VALA, COM APILOAMENTO MECÂNICO - Ø 800 ATÉ Ø 1500mm	ENCHIMENTO MECÂNICO DE VALA, COM APILOAMENTO MECÂNICO	CASALHO PARA O LASTRO
				>1,0 e <= 3,5	>3,50 e <= 5,00	>5,00 e <= 7,00	>7,00	CA-1	CA-2	CA-3	<= 4,00	>4,00 e <= 7,00	>7,00							
REDES TUBULARES	400	0																		
	500	0																		
	600	5		87,72 m³			36, m				100,45				87,72 m³		12,72 m³		51,11 m³	7,56 m³
	800	0																		
	1000	0																		
	1200	2																		
MÉTODO NÃO DESTRUTIVO - MNE	1500	0																		
	600																			
	800																			
	1200	5																		
	1600																			
	2000																			

TRECHO 2 - RESUMO DO QUANTITATIVO DAS REDES DE DRENAGEM - DF-001- BUEIRO 02																				
EXECUÇÃO	TUBOS / TUNNEL LINER	REDES TUBULARES PV'S	TUNEL LINER COMPRIMENTO	ESCAVAÇÃO				CLASSE TUBO			ESCORAMENTO DESCONTÍNUO			ESCORAMENTO CONTÍNUO	ESC. MECÂNICA	ESC. MANUAL	ENCHIMENTO MANUAL DE VALA, COM APILOAMENTO MANUAL - ATÉ Ø 600mm	ENCHIMENTO MANUAL DE VALA, COM APILOAMENTO MECÂNICO - Ø 800 ATÉ Ø 1500mm	ENCHIMENTO MECÂNICO DE VALA, COM APILOAMENTO MECÂNICO	CASALHO PARA O LASTRO
				>1,0 e <= 3,5	>3,50 e <= 5,00	>5,00 e <= 7,00	>7,00	CA-1	CA-2	CA-3	<= 4,00	>4,00 e <= 7,00	>7,00							
REDES TUBULARES	400	0																		
	500	0																		
	600	5		110,88 m³			42,04 m				125,00				110,88 m³		14,85 m³		68,14 m³	8,83 m³
	800	0																		
	1000	0																		
	1200	2																		
MÉTODO NÃO DESTRUTIVO - MNE	1500	0																		
	600																			
	800																			
	1200	5																		
	1600																			
	2000																			

2.1.6.5 Notas de Serviço – Sub-trecho – 02

NOTA DE SERVIÇO DAS VALETAS DE PROTEÇÃO DE CORTES - VPC - DF-001 TRECHO 02																							
REFERÊNCIA	BORDO ESQUERDO									BORDO DIREITO													
	ESTACA			COMPRIMENTO (m)			TIPO	ESTACA			COMPRIMENTO (m)			TIPO									
	INÍCIO	SENTIDO	FIM	CORPO	SAÍDA	TOTAL		INÍCIO	SENTIDO	FIM	CORPO	SAÍDA	TOTAL										
01-DIR-TRECHO-02										37	+	0.00	-->	41	+	10.00	90.00		90.00	04			
01-DIR-TRECHO-02										41	+	6.00	-->	47	+	0.00	114.00		114.00	04			
01-DIR-TRECHO-02										47	+	0.00	-->	49	+	10.00	50.00		50.00	04			
01-DIR-TRECHO-02										49	+	10.00	<--	51	+	18.00	48.00		48.00	04			
01-DIR-TRECHO-02										53	+	18.00	<--	58	+	7.70	89.70		89.70	04			
01-DIR-TRECHO-02										60	+	7.00	<--	62	+	7.00	40.00		40.00	04			
01-DIR-TRECHO-02										62		7.00	<--	64	+	10.00	43.00		43.00	04			
01-DIR-TRECHO-02										64	+	10.00	<--	67	+	0.00	50.00		50.00	04			
01-ESQ-TRECHO-02	43	+	16.50	-->	46	+	14.80	58.30															
01-ESQ-TRECHO-02	46	+	14.80	-->	49	+	10.00	55.20															
01-ESQ-TRECHO-02	49	+	10.00	<--	51	+	13.00	43.00															
01-ESQ-TRECHO-02	53	+	14.50	<--	58	+	4.00	89.50															
01-ESQ-TRECHO-02	62	+	0.00	<--	64	+	4.50	44.50															
01-ESQ-TRECHO-02	64		4.50	<--	65		7.70	23.20															
01-ESQ-TRECHO-02	69	+	10.00	<--	70	+	15.00	25.00															
EIXO 20-LIGAÇÃO 09-TRAV 02													0		0.00	-->	2	+	5.20	45.20		45.20	04
EIXO 20-LIGAÇÃO 09-TRAV 02													2		5.20	-->	5	+	5.00	59.80		59.80	04
EIXO 20-LIGAÇÃO 09-TRAV 02													5		5.00	<--	7	+	10.00	45.00		45.00	04
EIXO 20-LIGAÇÃO 09-TRAV 02													7		10.00	<--	8	+	2.00	12.00		12.00	04

QUADRO DE RESUMO		
VPC 01	0.00	m
VPC 02	0.00	m
VPC 03	0.00	m
VPC 04	1,002.20	m

NOTA DE SERVIÇO DAS CAIXA COLETORA DE SARJETA (CCS) COM GRELHA DE CONCRETO (TCC-01) - DF-001 TRECHO 02								
REFERÊNCIA	BORDO ESQUERDO			BORDO DIREITO				
	ESTACA		TIPO	ESTACA			TIPO	
01-DIR-TRECHO-02	37		0.00	02				
01-DIR-TRECHO-02					47	+	0.00	05
01-DIR-TRECHO-02					49	+	10.00	02
01-DIR-TRECHO-02					51	+	17.50	20
01-DIR-TRECHO-02					53	+	18.00	02
01-DIR-TRECHO-02					56	+	3.20	02
01-DIR-TRECHO-02					58	+	7.65	05
01-DIR-TRECHO-02					60	+	7.00	05
01-DIR-TRECHO-02					62	+	7.00	05
01-DIR-TRECHO-02					64	+	10.00	05
01-ESQ-TRECHO-02	46	+	14.80	01				
01-ESQ-TRECHO-02	49	+	10.00	01				
01-ESQ-TRECHO-02	51	+	13.00	01				
01-ESQ-TRECHO-02	53	+	14.50	01				
01-ESQ-TRECHO-02	58	+	4.00	01				
01-ESQ-TRECHO-02	60		2.00	01				
01-ESQ-TRECHO-02	62	+	0.00	01				
01-ESQ-TRECHO-02	64		4.50	01				
01-ESQ-TRECHO-02	70	+	15.00	01				
EIXO 20-LIGAÇÃO 09-TRAV 02					2	+	5.20	01
					5	+	5.00	01
					7	+	10.00	01

QUADRO DE RESUMO		
CCS 01	12	unid.
CCS 02	4	unid.
CCS 05	5	unid.
CCS 20	0	unid.

NOTA DE SERVIÇO DAS ENTRADAS PARA DESCIDAS D'ÁGUA – EDA - DF-001 TRECHO 02								
EIXO	BORDO ESQUERDO				BORDO DIREITO			
	ESTACA		TIPO	ESTACA		TIPO		
01-DIR-TRECHO-02					76	+	0.00	01
EIXO 14-TRAVESSIA 02					3	+	2.40	01
EIXO 19-LIGAÇÃO 08-TRAV 02					0	+	14.00	01
EIXO 19-LIGAÇÃO 08-TRAV 02					1	+	13.50	01
EIXO 19-LIGAÇÃO 08-TRAV 02					3	+	4.15	01
EIXO 19-LIGAÇÃO 08-TRAV 02					8	+	8.00	01
EIXO 14-TRAVESSIA 02					1	+	10.00	01
EIXO 14-TRAVESSIA 02					9	+	11.30	01
EIXO 14-TRAVESSIA 02					11	+	0.00	01
EIXO 14-TRAVESSIA 02					12	+	2.50	01
EIXO 14-TRAVESSIA 02					13	+	5.10	01
EIXO 14-TRAVESSIA 02					21	+	6.80	01
EIXO 14-TRAVESSIA 02					23	+	7.50	01
EIXO 14-TRAVESSIA 02					25	+	15.30	01
01-DIR-TRECHO-02	0	+	7.00	01	0	+	7.00	01
01-DIR-TRECHO-02	3	+	0.00	01				
01-DIR-TRECHO-02					4	+	0.00	01
01-DIR-TRECHO-02	5	+	10.00	01				
01-DIR-TRECHO-02	8	+	0.00	01				
01-DIR-TRECHO-02					9	+	0.00	01
01-DIR-TRECHO-02	10	+	10.00	01				
01-DIR-TRECHO-02	13	+	0.00	01				
01-DIR-TRECHO-02					14	+	0.00	01
01-DIR-TRECHO-02	15	+	10.00	01				
01-DIR-TRECHO-02					19	+	0.00	01
01-DIR-TRECHO-02					24	+	0.00	01
01-DIR-TRECHO-02					29	+	0.00	01
01-DIR-TRECHO-02					34	+	0.00	01
01-DIR-TRECHO-02	38	+	0.00	01				
01-DIR-TRECHO-02	40	+	10.00	01				
EIXO 11-RETORNO 02-TRAV 02	2		0.00	01				
EIXO 11-RETORNO 02-TRAV 02	4	+	8.30	01				
EIXO 11-RETORNO 02-TRAV 02	5	+	0.00	01				
EIXO 11-RETORNO 02-TRAV 02	6	+	10.00	01				
EIXO 11-RETORNO 02-TRAV 02	7	+	6.15	01				
EIXO 11-RETORNO 02-TRAV 02	9	+	7.50	01				

01-ESQ-TRECHO-02				29	+	14.10	01
01-ESQ-TRECHO-02				27	+	14.10	01
01-ESQ-TRECHO-02				25	+	4.25	01
01-ESQ-TRECHO-02				10	+	4.00	01
01-ESQ-TRECHO-02				7	+	15.00	01
01-ESQ-TRECHO-02				5	+	4.25	01
01-ESQ-TRECHO-02				2	+	7.50	01
01-ESQ-TRECHO-02				0	+	0.00	01
01-ESQ-TRECHO-02	39	+	10.00	01			
01-ESQ-TRECHO-02	34	+	10.00	01			
01-ESQ-TRECHO-02	32	+	8.00	01			
01-ESQ-TRECHO-02	29	+	14.10	01			
01-ESQ-TRECHO-02	27	+	14.10	01			
01-ESQ-TRECHO-02	25	+	4.25	01			
01-ESQ-TRECHO-02	22	+	12.60	01			
01-ESQ-TRECHO-02	20	+	2.70	01			
01-ESQ-TRECHO-02	17	+	15.40	01			
01-ESQ-TRECHO-02	15	+	10.00	01			
01-ESQ-TRECHO-02	10	+	17.65	01			
01-ESQ-TRECHO-02	6	+	0.00	01			
01-ESQ-TRECHO-02	1	+	5.00	01			
EIXO 23-SAÍDA 02-TRAV 02				1	+	10.00	01
EIXO 23-SAÍDA 02-TRAV 02				4	+	0.00	01
EIXO 23-SAÍDA 02-TRAV 02				6	+	0.00	01
EIXO 21-VIA SMDB-TRAV 02	4	+	10.00	01			
EIXO 21-VIA SMDB-TRAV 02	12	+	10.00	01			
EIXO 21-VIA SMDB-TRAV 02	17	+	0.00	01			
EIXO 10-RETORNO 01-TRAV 02	0	+	0.00	01			
EIXO 10-RETORNO 01-TRAV 02	2	+	8.40	01			
EIXO 10-RETORNO 01-TRAV 02	5	+	0.00	01			
EIXO 10-RETORNO 01-TRAV 02	6	+	10.00	01			
EIXO 10-RETORNO 01-TRAV 02	9	+	2.90	01			
EIXO 10-RETORNO 01-TRAV 02	12	+	0.00	01			

QUADRO DE RESUMO		
EDA 01	70	unid.
EDA 02	0	unid.
EDA 03	0	unid.
EDA 04	0	unid.



NOTA DE SERVIÇO DAS DESCIDAS D'ÁGUA DE ATERROS TIPO RÁPIDO - DF-001 TRECHO 02										
EIXO	BORDO ESQUERDO				COMPRIMENTO (m)	BORDO DIREITO				
	ESTACA		TIPO			ESTACA		TIPO	COMPRIMENTO (m)	
01-DIR-TRECHO-02						76	+	0.00	02	1.70
EIXO 14-TRAVESSIA 02						3	+	2.40	02	0.80
EIXO 19-LIGAÇÃO 08-TRAV 02						0	+	14.00	02	2.50
EIXO 19-LIGAÇÃO 08-TRAV 02						1	+	13.50	02	3.10
EIXO 19-LIGAÇÃO 08-TRAV 02						3	+	4.15	02	4.00
EIXO 19-LIGAÇÃO 08-TRAV 02						8	+	8.00	02	1.65
EIXO 14-TRAVESSIA 02						1	+	10.00	02	1.65
EIXO 14-TRAVESSIA 02						9	+	11.30	02	1.00
EIXO 14-TRAVESSIA 02						11	+	0.00	02	1.85
EIXO 14-TRAVESSIA 02						12	+	2.50	02	4.00
EIXO 14-TRAVESSIA 02						13	+	5.10	02	4.00
EIXO 14-TRAVESSIA 02						21	+	6.80	02	3.25
EIXO 14-TRAVESSIA 02						23	+	7.50	02	2.50
EIXO 14-TRAVESSIA 02						25	+	15.30	02	0.80
01-DIR-TRECHO-02	0	+	7.00	02	1.70	0	+	7.00	02	2.45
01-DIR-TRECHO-02	3	+	0.00	02	1.65					
01-DIR-TRECHO-02						4	+	0.00	02	2.45
01-DIR-TRECHO-02	5	+	10.00	02	1.65					
01-DIR-TRECHO-02	8	+	0.00	02	1.65					
01-DIR-TRECHO-02						9	+	0.00	02	2.45
01-DIR-TRECHO-02	10	+	10.00	02	1.65					
01-DIR-TRECHO-02	13	+	0.00	02	1.65					
01-DIR-TRECHO-02						14	+	0.00	02	2.45
01-DIR-TRECHO-02	15	+	10.00	02	1.65					
01-DIR-TRECHO-02						19	+	0.00	02	2.50
01-DIR-TRECHO-02						24	+	0.00	02	2.50
01-DIR-TRECHO-02						29	+	0.00	02	2.45
01-DIR-TRECHO-02						34	+	0.00	02	2.70
01-DIR-TRECHO-02	38	+	0.00	02	4.20					
01-DIR-TRECHO-02	40	+	10.00	02	4.20					
EIXO 11-RETORNO 02-TRAV 02	2		0.00	02	1.65					
EIXO 11-RETORNO 02-TRAV 02	4	+	8.30	02	1.65					
EIXO 11-RETORNO 02-TRAV 02	5	+	0.00	02	4.20					
EIXO 11-RETORNO 02-TRAV 02	6	+	10.00	02	4.20					
EIXO 11-RETORNO 02-TRAV 02	7	+	6.15	02	5.00					

EIXO 11-RETORNO 02-TRAV 02	9	+	7.50	02	5.80					
01-ESQ-TRECHO-02						29	+	14.10	02	9.00
01-ESQ-TRECHO-02						27	+	14.10	02	9.00
01-ESQ-TRECHO-02						25	+	4.25	02	9.00
01-ESQ-TRECHO-02						10	+	4.00	02	8.00
01-ESQ-TRECHO-02						7	+	15.00	02	7.70
01-ESQ-TRECHO-02						5	+	4.25	02	6.35
01-ESQ-TRECHO-02						2	+	7.50	02	6.40
01-ESQ-TRECHO-02						0	+	0.00	02	6.41
01-ESQ-TRECHO-02	39	+	10.00	02	1.00					
01-ESQ-TRECHO-02	34	+	10.00	02	1.00					
01-ESQ-TRECHO-02	32	+	8.00	02	1.00					
01-ESQ-TRECHO-02	29	+	14.10	02	1.00					
01-ESQ-TRECHO-02	27	+	14.10	02	1.00					
01-ESQ-TRECHO-02	25	+	4.25	02	1.60					
01-ESQ-TRECHO-02	22	+	12.60	02	1.00					
01-ESQ-TRECHO-02	20	+	2.70	02	1.00					
01-ESQ-TRECHO-02	17	+	15.40	02	1.00					
01-ESQ-TRECHO-02	15	+	10.00	02	1.00					
01-ESQ-TRECHO-02	10	+	17.65	02	1.00					
01-ESQ-TRECHO-02	6	+	0.00	02	1.00					
01-ESQ-TRECHO-02	1	+	15.00	02	1.00					
EIXO 23-SAÍDA 02-TRAV 02						1	+	10.00	02	1.65
EIXO 23-SAÍDA 02-TRAV 02						4	+	0.00	02	1.65
EIXO 23-SAÍDA 02-TRAV 02						6	+	0.00	02	4.00
EIXO 21-VIA SMDB-TRAV 02	4	+	10.00	02	1.65					
EIXO 21-VIA SMDB-TRAV 02	12	+	10.00	02	1.65					
EIXO 21-VIA SMDB-TRAV 02	17	+	0.00	02	1.65					
EIXO 10-RETORNO 01-TRAV 02	0	+	0.00	02	9.00					
EIXO 10-RETORNO 01-TRAV 02	2	+	8.40	02	5.70					
EIXO 10-RETORNO 01-TRAV 02	5	+	0.00	02	5.70					
EIXO 10-RETORNO 01-TRAV 02	6	+	10.00	02	1.65					
EIXO 10-RETORNO 01-TRAV 02	9	+	2.90	02	1.60					
EIXO 10-RETORNO 01-TRAV 02	12	+	0.00	02	1.65					

QUADRO DE RESUMO		
DAR 01	0	m
DAR 02	215	m
DAR 03	0	m
DAR 04	0	m

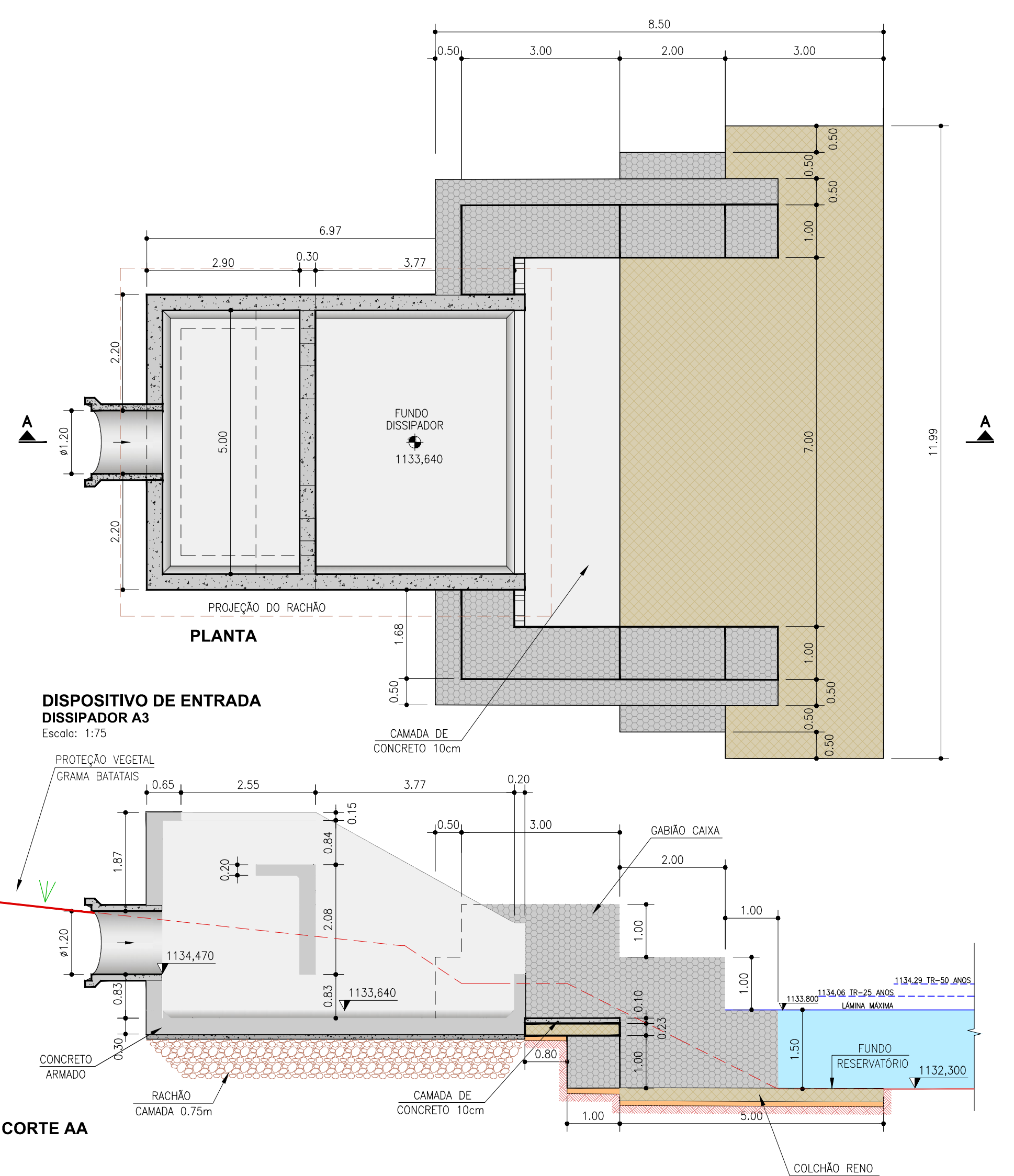
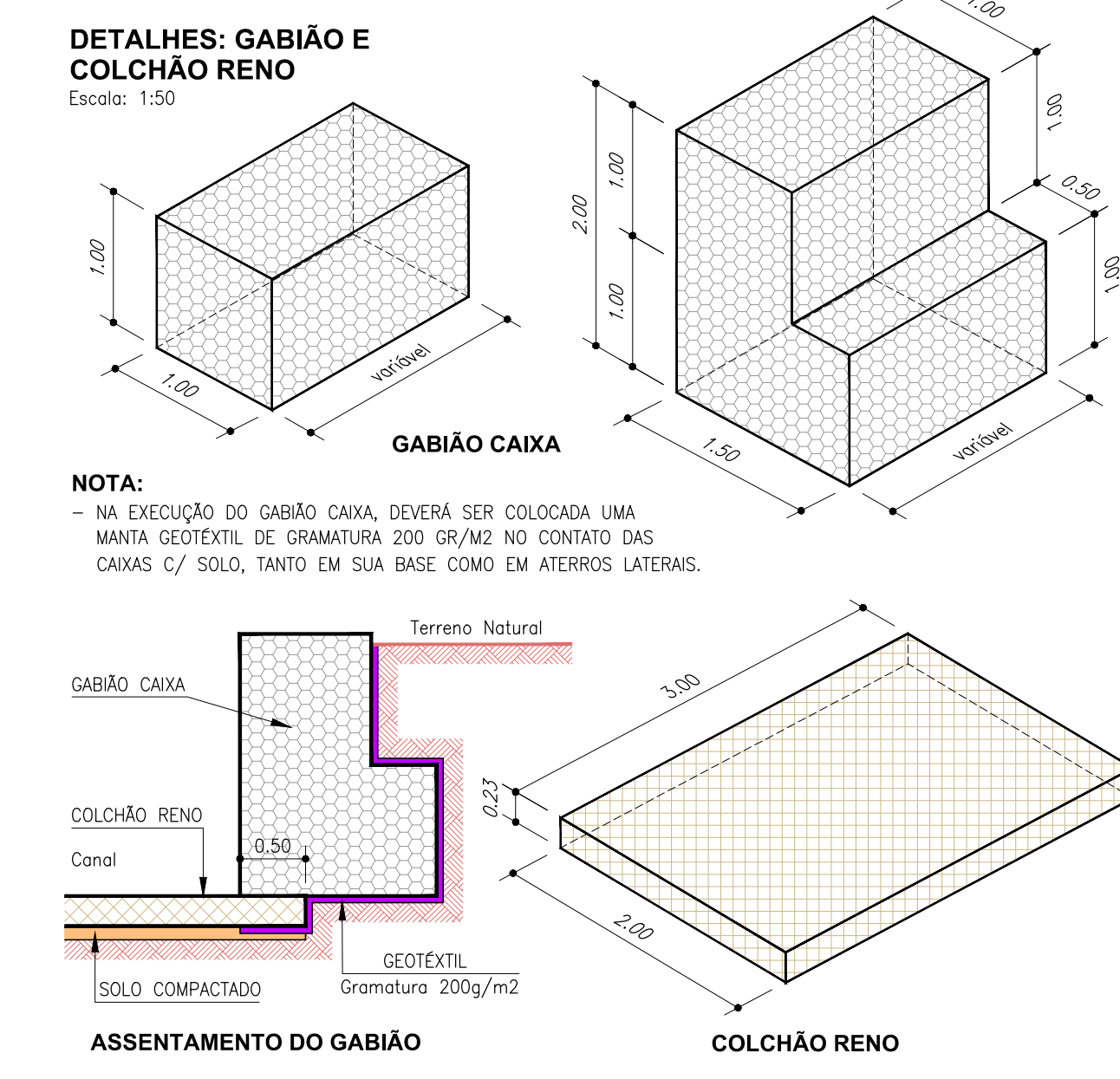
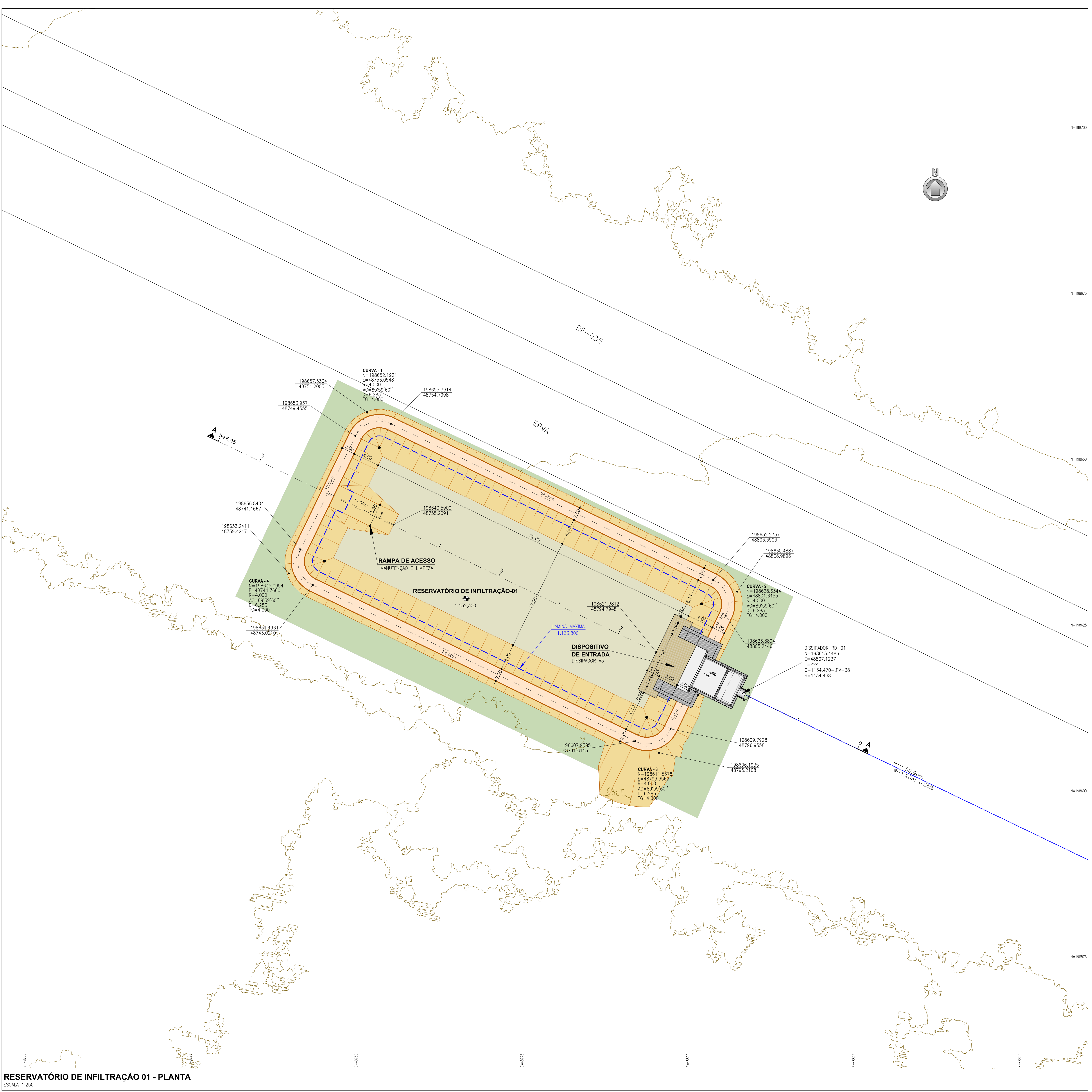
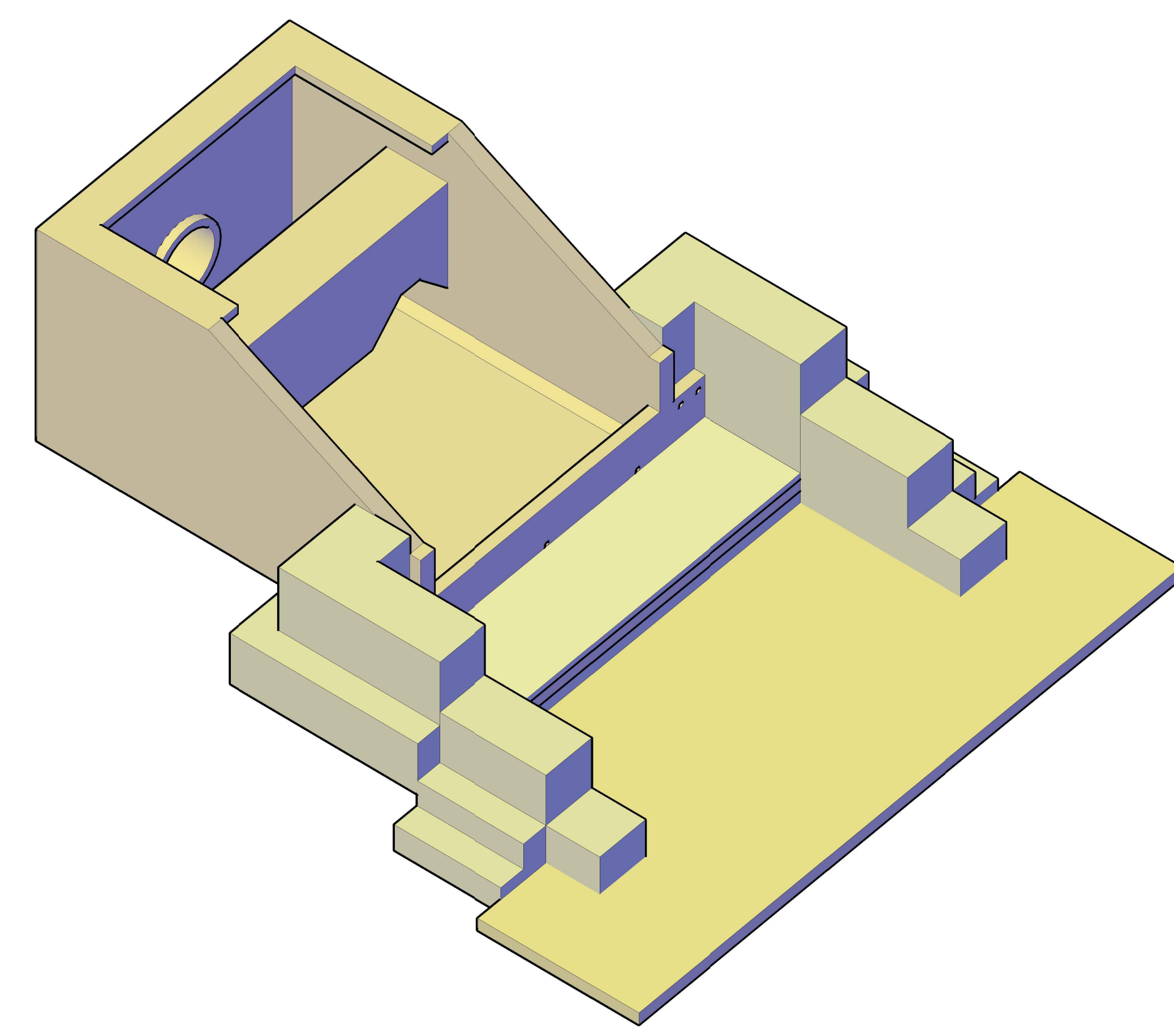
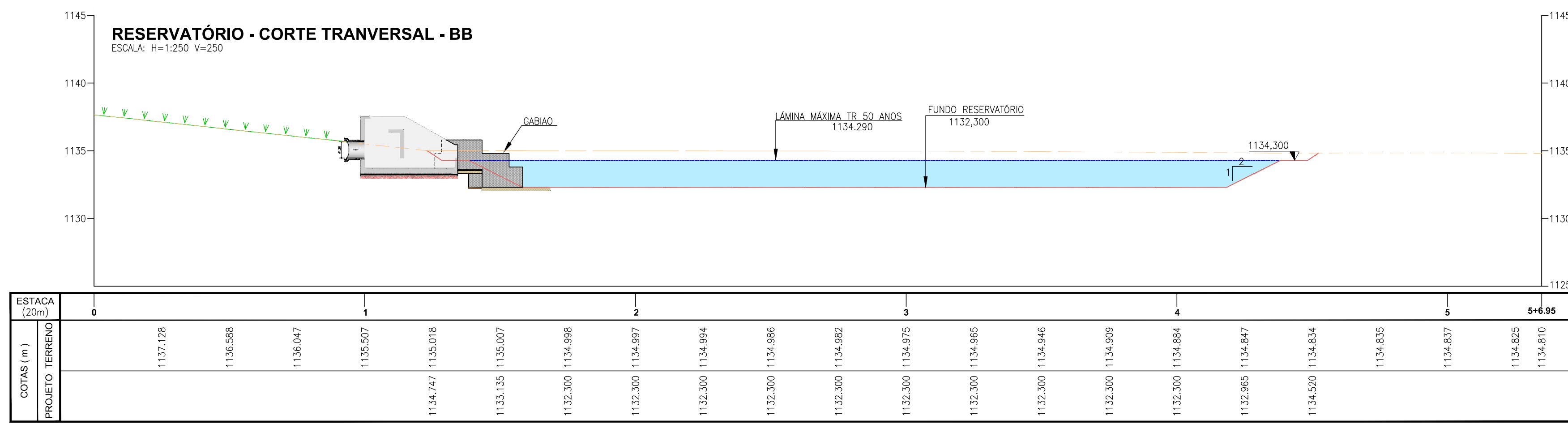
NOTA DE SERVIÇO DOS DISSIPADORES DE ENERGIA - DES (I) - DF-001 TRECHO 02								
REFERÊNCIA	BORDO ESQUERDO				BORDO DIREITO			
	ESTACA		TIPO	ESTACA		TIPO		
01-DIR-TRECHO-02					76	+	0.00	01
EIXO 19-LIGAÇÃO 08-TRAV 02					0	+	14.00	01
EIXO 19-LIGAÇÃO 08-TRAV 02					1	+	13.50	01
EIXO 19-LIGAÇÃO 08-TRAV 02					3	+	4.15	01
EIXO 19-LIGAÇÃO 08-TRAV 02					8	+	8.00	01
EIXO 14-TRAVESSIA 02					9	+	11.30	01
EIXO 14-TRAVESSIA 02					11	+	0.00	01
					12	+	2.50	01
EIXO 14-TRAVESSIA 02					13	+	5.10	01
EIXO 14-TRAVESSIA 02					21	+	6.80	01
EIXO 14-TRAVESSIA 02					23	+	7.50	01
EIXO 14-TRAVESSIA 02					25	+	15.30	01
EIXO 23-SAÍDA 02-TRAV 02					1	+	10.00	01
EIXO 23-SAÍDA 02-TRAV 02					4	+	0.00	01
EIXO 23-SAÍDA 02-TRAV 02					6	+	0.00	01
EIXO 21-VIA SMDB-TRAV 02	4	+	10.00	01				
EIXO 21-VIA SMDB-TRAV 02	12	+	10.00	01				
EIXO 21-VIA SMDB-TRAV 02	17	+	0.00	01				

QUADRO DE RESUMO		
DES 01	18	unid.
DES 02	0	unid.
DES 03	0	unid.
DES 04	0	unid.

NOTA DE SERVIÇO DAS BOCAS DE LOBO - BL - DF-001 TRECHO 01							
REFERÊNCIA	BORDO ESQUERDO				BORDO DIREITO		
	ESTACA		TIPO	ESTACA		TIPO	
EIXO 15-ALÇA-03-TRAV 02	12	+	0.00	TRIPLA			
EIXO 15-ALÇA-03-TRAV 02	15	+	0.00	TRIPLA			
EIXO 15-ALÇA-03-TRAV 03	16	+	10.00	TRIPLA			
EIXO 15-ALÇA-03-TRAV 04							

QUADRO DE RESUMO		
BLS	0	unid.
BLD	0	unid.
BLT	3	unid.





- ### LEGENDA
- 1 - GABÃO CAIXA, COM PEDRAS DE 150mm x 250mm.
  - 2 - CONCRETO ESTRUTURAL fck = 25 MPa, MÃO DE OBRA = 15 MPa.
  - 3 - TALUDE DE CORTE E CORDÃO DO RESERVATÓRIO SERÃO GRAMADOS.
  - 4 - COORDENADAS DATUM HORIZONTAL LOCAL.
  - 5 - DETALHES E ESPECIFICAÇÕES DO DISPASADOR VER DESENHO DISPASADOR A1 (AS) FORMA E ANIMAÇÃO.
  - 6 - A CAMA RESIDUAIS DA ESCVAÇÃO DOS SOLOS SERÁ PREENCHIDA COM RAÇÃO: A PASTA TIPO RAÇÃO, PRODUTO TOTAL DA BRITAGEM PRIMÁRIA, CONSTITUÍDO DE FRAGMENTOS DURES DURÁVEIS, LIVRES DE EXCESSO DE PARTÍCULAS FINAS, ALUMINA, MASSAS OU DE FÁCIL DECONTAMINAÇÃO, MATERIA ORGÂNICA E OUTRAS SUBSTÂNCIAS OU CONTAMINAÇÕES PREJUDICIAIS.
  - 7 - A PROFUNDIDADE DA CAMA PARA PREENCHIMENTO COM RAÇÃO DEVERÁ SER CONFIRMADA NO LOCAL POR ENGENHEIRO ESPECIALISTA EM FUNDAÇÕES E GEOTECNIA.
  - 8 - ALÉM DO PREENCHIMENTO DA CAIXA, SE NECESSÁRIO FAZER AJUSTAMENTO DE RAÇÃO COM ESPESURA MEIA DE 0,75m, ESTIMA-SE QUE ESTE AJUSTAMENTO PREENCHA APROXIMADAMENTE DOIS TERÇOS DA CAMA FORMACIÃO DE MATERIAL COMPACTÁVEL.
  - 9 - QUANDO DA CONCRETAGEM DA LAJE DE FUNDO DO DISPASADOR, A SUPERFÍCIE DE APOIO (RAÇÃO) 0,70m DEVERÁ SER PREPARADA, ESTUMADA E PROTEGIDA COM MATERIA PULVERIZADA, AREIA, GRAMA OU QUANTOQUER OUTROS PREJUDICIAIS E ADEQUADA E PROCEDE-SE A SATURAÇÃO COM ÁGUA, DEIXANDO A SUPERFÍCIE COM APARÊNCIA DE "SATURADO SUPERFÍCIE ÚMIDA", CONSEGUE-SE COM A REMOÇÃO DO EXCESSO DE ÁGUA SUPERFICIAL.
  - 10 - EMPREITEIRA DEVERÁ ATENDER A ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇOS PARA EXECUÇÃO DE CAMA DE RAÇÃO DA HONDA.

<b>PROJETO EXECUTIVO DE DRENAGEM</b>			
<b>DRN</b>			
<b>RESERVATÓRIO DE DETENÇÃO</b>			
<b>PLANTA DE LOCAÇÃO</b>			
FOLHA: 1/71	ESCALA: INDICADA	DATA: OUTUBRO/2020	VER: MEC
PROJETO: DER	CALCULO: DER	REVISÃO: DER	VERBO: DER
		ARQUIVO: DER	