



---

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO  
INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA  
**MUNICÍPIO DE CORGUINHO**



**Poder Executivo de  
CORGUINHO-MS**

## **Revestimento Primário de Estradas Vicinais**

Cidade: **Município de Corguinho / MS**  
Assentamento: **Liberdade Camponesa**  
Extensão: **12,28km**

---

**PROJETO EXECUTIVO**  
**VOLUME 1 – Memorial Descritivo e de Cálculo**

---

**- JANEIRO 2018 -**



---

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO  
INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA  
**MUNICÍPIO DE CORGUINHO**



**Poder Executivo de  
CORGUINHO-MS**

## **Revestimento Primário de Estradas Vicinais**

Cidade: **Município de Corguinho / MS**  
Assentamento: **Liberdade Camponesa**  
Extensão: **12,28km**

---

**PROJETO EXECUTIVO**  
**VOLUME 1 – Memorial Descritivo e de Cálculo**

---



*Edital de licitação TP001/2017*  
*Contrato administrativo nº 098/2017*  
*Processo administrativo nº 194/2017*  
*Data de início dos serviços: 01/12/2017;*  
*Prazo de execução: 30 dias.*

**- JANEIRO 2018 -**

## SUMÁRIO

<b>I. APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>5</b>
<b>II. ESTUDOS E PROJETO.....</b>	<b>8</b>
1. ESTUDOS TOPOGRÁFICOS.....	9
1.1. INTRODUÇÃO.....	9
1.2. IMPLANTAÇÃO DE MARCOS TOPOGRÁFICOS E PLANO TOPOGRÁFICO.....	9
1.3. PONTOS IRRADIADOS.....	9
2. ESTUDOS GEOLÓGICOS-GEOTÉCNICOS.....	20
2.1. INTRODUÇÃO.....	20
2.2. ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOMORFOLÓGICOS.....	20
3.2.1. GEOLOGIA REGIONAL.....	20
3. ESTUDOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS.....	25
3.1. INTRODUÇÃO.....	25
3.2. CARACTERIZAÇÃO REGIONAL.....	25
3.2.1. REGIMES CLIMÁTICOS E PLUVIOMÉTRICOS.....	25
3.2.2. EQUAÇÃO DE CHUVA.....	30
3.3. METODOLOGIA.....	34
3.3.1. MÉTODO RACIONAL E RACIONAL MODIFICADO.....	34
3.3.2. MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO (SOIL CONSERVATION SERVICE).....	37
3.4. VAZÕES DE PROJETO.....	43
3.4.1. PONTE 01.....	43
3.4.2. PONTE 02.....	46
3.4.3. PONTE 03.....	49
3.4.4. PONTE 04.....	52
3.4.5. PONTE 05.....	55
3.5. DETERMINAÇÃO DO NÍVEL D'ÁGUA.....	58
3.5.2. PONTE 02.....	60
3.5.3. PONTE 03.....	61
3.5.4. PONTE 04.....	62
3.5.5. PONTE 05.....	63
4. SOLUÇÃO PARA REVESTIMENTO PRIMÁRIO.....	65
<b>III. ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO.....</b>	<b>69</b>
<b>IV. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>71</b>
<b>V. TERMO DE ENCERRAMENTO.....</b>	<b>74</b>



## ÍNDICE

EQUAÇÃO 1 – EQUAÇÃO DE CHUVA.....	31
EQUAÇÃO 2 – VAZÃO PELO MÉTODO RACIONAL.....	34
EQUAÇÃO 3 – TEMPO DE CONCENTRAÇÃO PARA BACIAS DE PEQUENO PORTE.....	36
EQUAÇÃO 4 – TEMPO DE CONCENTRAÇÃO PARA BACIAS DE GRANDE PORTE.....	37
EQUAÇÃO 5 – VAZÃO MÁXIMA DO HIDROGRAMA UNITÁRIO.....	38
EQUAÇÃO 6 – TEMPO DE PICO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO.....	38
EQUAÇÃO 7 – PRECIPITAÇÃO EFETIVA.....	41
EQUAÇÃO 8 – PRECIPITAÇÃO TOTAL.....	42
EQUAÇÃO 9 – ORDENADAS DO HIDROGRAMA PARA $T \leq T_P$ .....	42
EQUAÇÃO 10 – ORDENADAS DO HIDROGRAMA PARA $T > T_P$ .....	42
EQUAÇÃO 11 – DESCARGAS DO HIDROGRAMA.....	42
FIGURA 1 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO.....	7
FIGURA 2 - MODELO GPS TRIMBLE R4.....	9
FIGURA 3 - REGIÕES DE PLANEJAMENTO DO ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL.....	21
FIGURA 4 - MAPA DAS REGIÕES DE PLANEJAMENTO DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL.....	22
FIGURA 5 - MAPA DA REGIÃO DE PLANEJAMENTO -CAMPO GRANDE.....	22
FIGURA 6 - FORMAÇÃO GEOLÓGICA – CAMPO GRANDE.....	23
FIGURA 7 - LOCALIZAÇÃO DOS POSTOS DE CARACTERIZAÇÃO REGIONAL.....	25
FIGURA 8- MAPA DE CLASSIFICAÇÃO DE KÖPPEN.....	30
FIGURA 9 - CURVAS IDF.....	33
FIGURA 10 - HIDROGRAMA UNITÁRIO ADIMENSIONAL E TRIANGULAR.....	38
FIGURA 11 - MAPA PEDOLÓGICO.....	41
FIGURA 12 - TRILHOS DE RODA.....	65
FIGURA 13 - CAPACIDADE DE SUPORTE SATISFATÓRIA.....	65
FIGURA 14 - CONDIÇÕES INADEQUADAS DE ADERÊNCIA.....	65
FIGURA 15 - PISTA COM CONDIÇÕES IDEAIS DE ADERÊNCIA.....	66
FIGURA 16 - LIMPEZA DO TERRENO.....	66
FIGURA 17 - EXECUÇÃO DO REVESTIMENTO NA VIA.....	66
FIGURA 18 - PROCESSO DE HIDRATAÇÃO DO MATERIAL PARA COMPACTAÇÃO.....	67
FIGURA 19 - MATERIAL NA UMIDADE ÓTIMA.....	67
FIGURA 20 - MATERIAL SATURADO.....	67
FIGURA 21 – COMPACTAÇÃO.....	67
FIGURA 22 - RASPAGEM DO TERRENO.....	68
FIGURA 23 - OBRA FINALIZADA.....	68
GRÁFICO 1 - INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA 2016.....	27
GRÁFICO 2 - INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA 2015.....	28
GRÁFICO 3 - INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA 2014.....	29
TABELA 1 - DADOS DE NORMAIS CLIMATOLÓGICAS.....	26
TABELA 2 - PREVISÃO DE MÁXIMAS INTENSIDADES DE CHUVA.....	32
TABELA 3 - METODOLOGIAS PARA CÁLCULO HIDROLÓGICO SEM DADOS FLUVIOMÉTRICOS.....	34
TABELA 4 - COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL / RUN-OFF.....	35
TABELA 5 - COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL / RUN-OFF – PARTE 02.....	36
TABELA 6 - PERÍODO DE RECORRÊNCIA.....	36
TABELA 7 - NÚMERO DE CURVA (N) PARA DIFERENTES CONDIÇÕES DO COMPLEXO HIDROLÓGICO.....	39

I. **APRESENTAÇÃO**

A **Oliveira & Rae Engenharia Ltda.** apresenta, neste documento, o **Projeto Executivo – Volume 1.**

Integram-se ao Projeto, os seguintes volumes:

- Volume 1: Memorial Descritivo e de Cálculo;
- Volume 1A: Estudos Geotécnicos;
- Volume 1B: Notas de Serviço;
- Volume 2: Projeto de Execução;
- Volume 3: Orçamento.

Trata-se de trabalho objeto do contrato firmado entre a **Prefeitura Municipal de Corguinho MS** e a **Oliveira & Rae Engenharia Ltda**, que visa a elaboração de projeto executivo de engenharia para revestimento primário de estradas vicinais, no Assentamento Liberdade Camponesa localizado no município de Corguinho/MS.

A figura abaixo apresenta o mapa de localização do projeto.



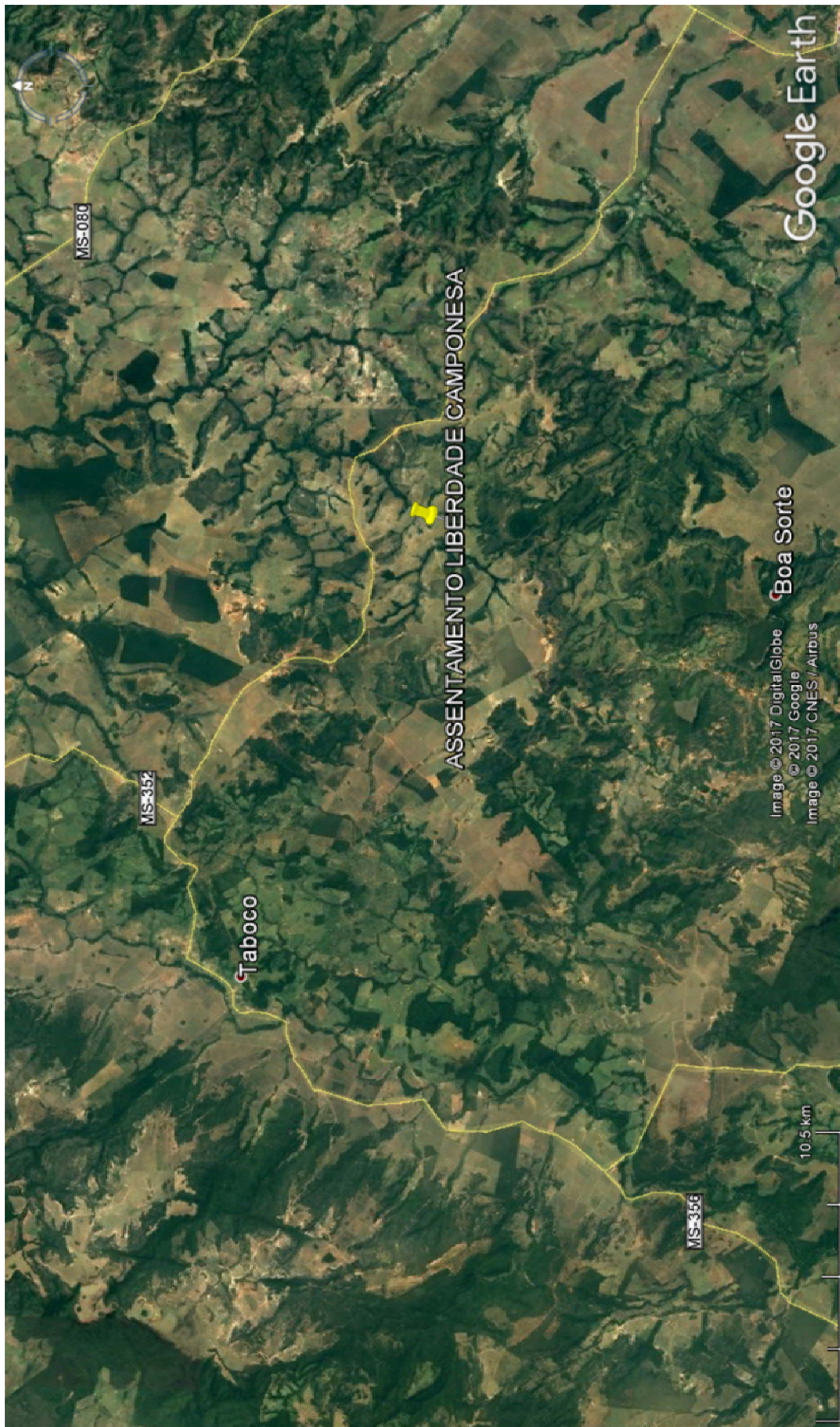


Figura 1 - Mapa de Localização.  
Fonte: Google Earth, dez/2017.

## II. ESTUDOS E PROJETO





## 1. ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

### 1.1. Introdução

Este estudo tem por objetivo apresentar o levantamento topográfico planialtimétrico cadastral com georreferenciamento e implantação de marcos topográficos.

Para execução dos trabalhos de apoio foram utilizados 01 receptor GPS marca, uma base e um rover, modelos Trimble R4.



Figura 2 - Modelo GPS Trimble R4.  
Fonte: Site do fabricante.

### 1.2. Implantação de marcos topográficos e plano topográfico

Para execução dos trabalhos foram implantados 11 marcos ao longo da área: M-0084 ao M-0094, com as monografias apresentadas abaixo.

### 1.3. Pontos irradiados

A partir dos pontos dos marcos topográficos, foram levantados através de GPS RTK com coletor eletrônico de dados todos os pontos notáveis ao longo da área para melhor representar a situação em planta de divisas, ruas, alinhamentos prediais, postes, cercas, córregos, edificações, pv's, cotas, etc.



## MONOGRAFIA DE VÉRTICES IMPLANTADOS

**Município:** Corguinho - MS  
**Local:** Assentamento Liberdade Camponesa  
**Data:** 28/11/2017

**Número:** M0084  
**Folha:** 01/01

### SISTEMA DE CORDENADAS

SIRGAS 2000		ALTURA DE REFERÊNCIA	ROTAÇÃO
N	E		
(m)	(m)	(m)	
7 806 911.268	702 974.539	374.526	

#### CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



Fonte: Google Earth, dez/2017.

#### FOTO DO MARCO



## MONOGRAFIA DE VÉRTICES IMPLANTADOS

**Município** Corguinho - MS  
**Local:** Assentamento Liberdade Camponesa  
**Data:** 28/11/2017

**Número:** M0085  
**Folha:** 01/01

### SISTEMA DE CORDENADAS

SIRGAS 2000		ALTURA DE REFERÊNCIA	ROTAÇÃO
N	E		
(m)	(m)	(m)	
7 806 194.436	703 303.009	351.352	

#### CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



Fonte: Google Earth, dez/2017.

#### FOTO DO MARCO



## MONOGRAFIA DE VÉRTICES IMPLANTADOS

**Município** Corguinho - MS  
**Local:** Assentamento Liberdade Camponesa  
**Data:** 28/11/2017

**Número:** M0086  
**Folha:** 01/01

### SISTEMA DE CORDENADAS

SIRGAS 2000		ALTURA DE REFERÊNCIA	ROTAÇÃO
N	E		
(m)	(m)	(m)	
7 922 034.360	328 870.151	789.729	

#### CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



Fonte: Google Earth, dez/2017.

#### FOTO DO MARCO



## MONOGRAFIA DE VÉRTICES IMPLANTADOS

**Município** Corguinho - MS  
**Local:** Assentamento Liberdade Camponesa  
**Data:** 28/11/2017

**Número:** M0087  
**Folha:** 01/01

### SISTEMA DE CORDENADAS

SIRGAS 2000		ALTURA DE REFERÊNCIA	ROTAÇÃO
N	E		
(m)	(m)	(m)	
7 805 899.105	703 937.028	356.620	

#### CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



Fonte: Google Earth, dez/2017.

#### FOTO DO MARCO



## MONOGRAFIA DE VÉRTICES IMPLANTADOS

**Município:** Corguinho - MS  
**Local:** Assentamento Liberdade Camponesa  
**Data:** #REF!

**Número:** M0088  
**Folha:** 01/01

### SISTEMA DE CORDENADAS

SIRGAS 2000		ALTURA DE REFERÊNCIA	ROTAÇÃO
N	E		
(m)	(m)	(m)	
7 805 569.130	704 208.847	379.536	

#### CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



Fonte: Google Earth, dez/2017.

#### FOTO DO MARCO



## MONOGRAFIA DE VÉRTICES IMPLANTADOS

**Município** Corguinho - MS

**Número:** M0089

**Local:**

**Folha:** 01/01

Assentamento Liberdade Camponesa

**Data:** 14/11/2017

### SISTEMA DE CORDENADAS

SIRGAS 2000		ALTURA DE REFERÊNCIA	ROTAÇÃO
N	E		
(m)	(m)	(m)	
7 806 433.884	703 806.143	346.137	

#### CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



Fonte: Google Earth, dez/2017.

#### FOTO DO MARCO



## MONOGRAFIA DE VÉRTICES IMPLANTADOS

**Município** Corguinho - MS

**Número:** M0090

**Local:** Assentamento Liberdade Camponesa

**Folha:** 01/01

**Data:** 28/11/2017

### SISTEMA DE CORDENADAS

SIRGAS 2000		ALTURA DE REFERÊNCIA	ROTAÇÃO
N	E		
(m)	(m)	(m)	
7 806 984.673	703 937.373	353.560	

#### CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



Fonte: Google Earth, dez/2017.

#### FOTO DO MARCO





## MONOGRAFIA DE VÉRTICES IMPLANTADOS

**Município** Corguinho - MS

**Número:** M0091

**Local:** Assentamento Liberdade Camponesa

**Folha:** 01/01

**Data:** 28/11/2017

### SISTEMA DE CORDENADAS

SIRGAS 2000		ALTURA DE REFERÊNCIA	ROTAÇÃO
N	E		
(m)	(m)	(m)	
7 806 213.540	704 575.498	360.332	

#### CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



Fonte: Google Earth, dez/2017.

#### FOTO DO MARCO



## MONOGRAFIA DE VÉRTICES IMPLANTADOS

**Município** Corguinho - MS  
**Local:** Assentamento Liberdade Camponesa  
**Data:** 06/12/2017

**Número:** M0092  
**Folha:** 01/01

### SISTEMA DE CORDENADAS

SIRGAS 2000		ALTURA DE REFERÊNCIA	ROTAÇÃO
N	E		
(m)	(m)	(m)	
7 806 317.211	705 199.406	359.528	

#### CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



Fonte: Google Earth, dez/2017.

#### FOTO DO MARCO



## MONOGRAFIA DE VÉRTICES IMPLANTADOS

**Município** Corguinho - MS

**Número:** M0093

**Local:** Assentamento Liberdade Camponesa

**Folha:** 01/01

**Data:** 28/11/2017

### SISTEMA DE CORDENADAS

SIRGAS 2000		ALTURA DE REFERÊNCIA	ROTAÇÃO
N	E		
(m)	(m)	(m)	
7 805 541.529	705 451.633	362.501	

#### CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



Fonte: Google Earth, dez/2017.

#### FOTO DO MARCO



## MONOGRAFIA DE VÉRTICES IMPLANTADOS

**Município** Corguinho - MS

**Número:** M0094

**Local:** Assentamento Liberdade Camponesa

**Folha:** 01/01

**Data:** 28/11/2017

### SISTEMA DE CORDENADAS

SIRGAS 2000		ALTURA DE REFERÊNCIA	ROTAÇÃO
N	E		
(m)	(m)	(m)	
7 804 762.750	705 673.045	386.308	

#### CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



Fonte: Google Earth, dez/2017.

#### FOTO DO MARCO



---

## 2. ESTUDOS GEOLÓGICOS-GEOTÉCNICOS

### 2.1. Introdução

Este relatório tem por objetivo apresentar os resultados dos estudos geológicos, realizado para a caracterização e dimensionamento das obras do projeto.

Para tanto, é necessária a realização de uma avaliação das condicionantes geológicas que exercem ou podem vir a exercer alguma influência para o empreendimento, sendo de fundamental importância o conhecimento das unidades geológicas e suas formas de ocorrência ao longo do segmento em estudo, buscando determinar de que forma sua distribuição pode facilitar ou impor restrições ou dificuldades.

### 2.2. Aspectos geológicos e geomorfológicos

#### 3.2.1. Geologia Regional

O Governo do Estado do Mato Grosso do Sul, visando a ótica do desenvolvimento regional, a fim de reduzir as desigualdades regionais e ampliar a integração regional da economia, dividiu o Estado em 9 regiões de planejamento, que agrupam no total 79 municípios existentes. São elas:





Figura 3 - Regiões de planejamento do Estado do Mato Grosso do Sul.

Fonte: SEMADE.



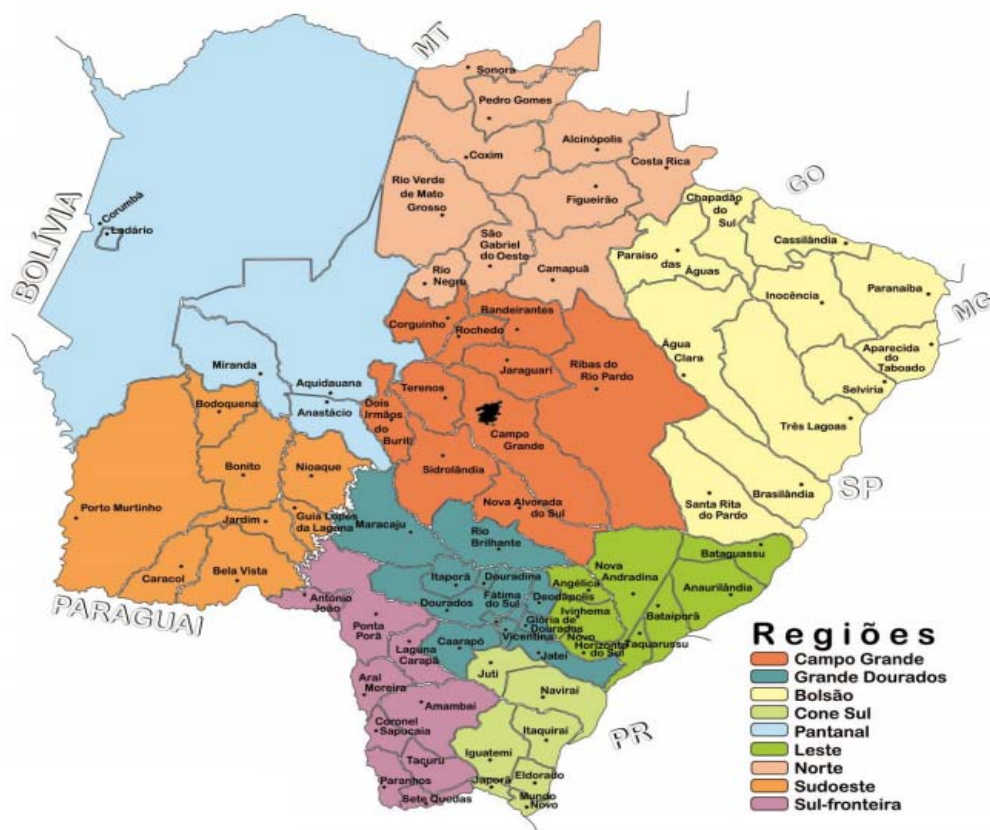


Figura 4 - Mapa das regiões de Planejamento do Estado de Mato Grosso do Sul.  
 Fonte: SEMADE



Figura 5 - Mapa da Região de Planejamento - Campo Grande.  
 Fonte: SEMADE

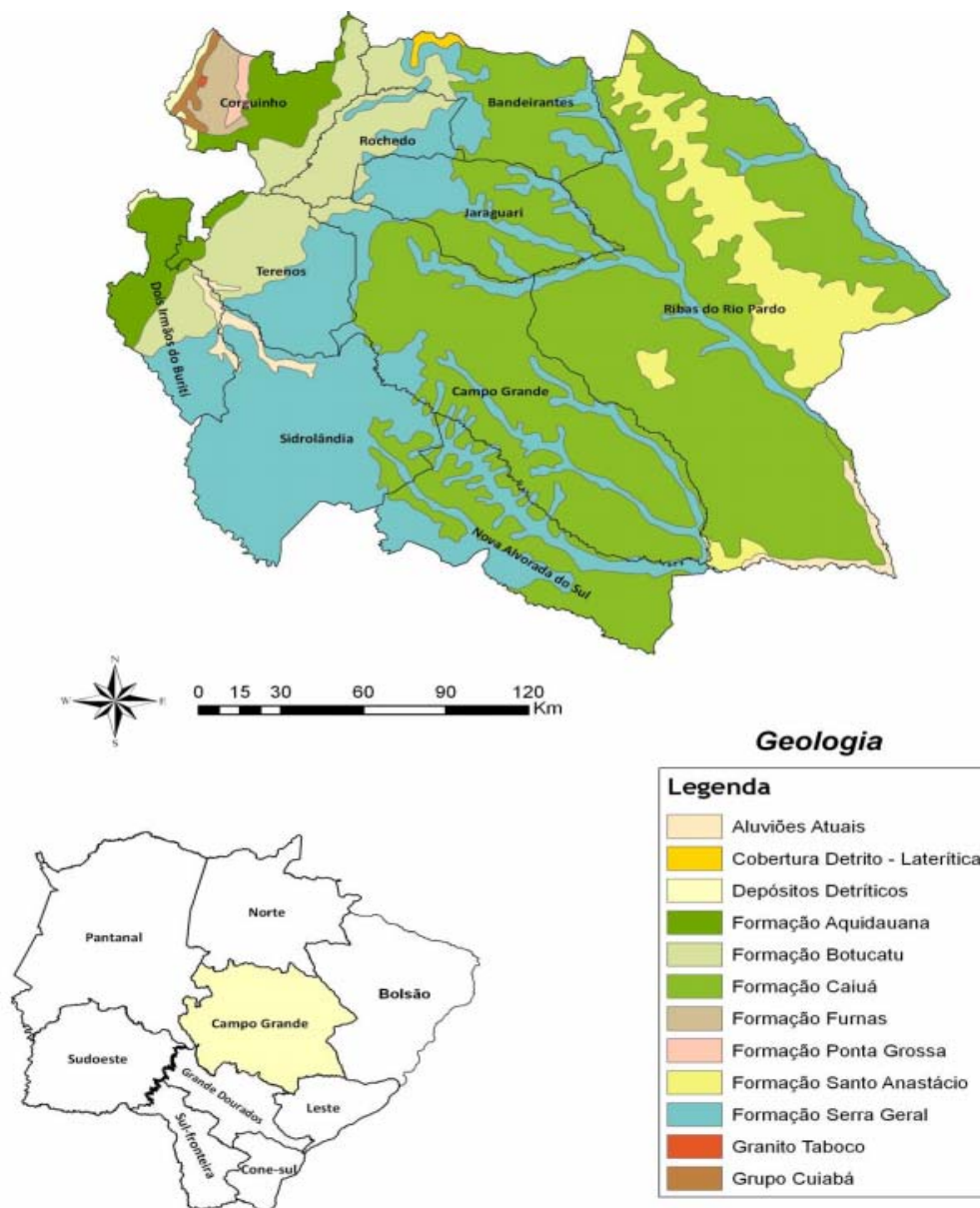


Figura 6 - Formação Geológica – Campo Grande.

Fonte: SEMADE.

O local em estudo apresenta predomínio de solos de textura arenosa, sendo representados por Neossolos, Latossolos, com baixa fertilidade natural. Na porção correspondente às Serras, são encontrados ainda Alissolos, também com baixa fertilidade natural e Associação Complexa, composta por várias unidades de solos, onde não é possível identificar qual delas é a dominante (Argissolos + Cambissolos + Neossolos).

A cobertura vegetal se distribui quase que equitativamente em pastagem plantada e Cerrado. O Cerrado se apresenta na fisionomia Arbórea Densa (Cerradão), geralmente nos fundos de vales, e, Arbórea Aberta (Campo Cerrado), além do contato com a Floresta Estacional. Deixando marcante a presença de vegetação com características pseudoxeromorfa oligotrófica (falsa aparência de vegetação de ambientes xéricos, e que são verdadeiramente pobres em nutrientes), com várias adaptações contra deficiência de



água, entre elas, a presença de acúleos, casca grossa, folha coreácea, sistema subterrâneo (raiz e xilopódios) proeminentes.

O clima predominante é o úmido a sub-úmido. Apresenta índice efetivo de umidade, com valores anuais variando de 20 a 40%. A precipitação pluviométrica anual varia entre 1500 a 1750mm, excedente hídrico anual de 800 a 1200mm durante cinco a seis meses e deficiência hídrica de 350 a 500mm durante quatro meses.

O município de Corguinho apresenta rochas do período Jurássico, Grupo São Bento (Formação Botucatu, apresenta arenitos finos a muito finos, com feições evocativas de “micropontamentos”, o que muitas vezes caracteriza processo de abrasão eólica); rochas do período Pré-Cambriano, Grupo Cuiabá, que representa a sedimentação mais antiga. Período Devoniano, Grupo Paraná (Formação Ponta Grossa, constituída de arenitos finos a médios, gradando para o topo, siltitos, folhelhos sílticos e/ou argilosos e Formação Furnas, arenitos ortoquartzíticos, colorações claras com intercalações subordinada de conglomerado e finos leitos de siltito e argilito cinza-esverdeado e/ou cinza-amarelado). Do Período Carbonífero, Super Grupo Tubarão, Grupo Itararé (Formação Aquidauana, início do processo de sedimentação Gonduânica, presença de arenitos finos com granulometria variável de fino a grosseiros) e Período Quaternário Pleistoceno, Depósitos Detríticos. Além disto, o município apresenta relevo extremamente movimentado na sua porção

central e oeste, com cuevas, bordas de patamares, topos colinosos e aguçados. Porém existem áreas de relevo plano e modelados de dissecação tabulares com declividades inferiores a 2%. O município se localiza na Região dos Planaltos da Borda Ocidental da Bacia do Paraná, com as unidades geomorfológicas: Primeiro Patamar da Borda Ocidental, Depressão Interpatamares e Segundo Patamar da Borda Ocidental. Apresenta Modelados Planos-P, relevo plano, geralmente elaborado por várias fases de retomada erosiva; Modelados de Dissecação - D, com relevos elaborados pela ação fluvial.



### 3. ESTUDOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS

#### 3.1. Introdução

Neste item, será apresentado o memorial descritivo dos estudos hidrológicos e hidráulicos de diversas pontes localizadas no assentamento em estudo.

Tais estudos tiveram como objetivos principais:

- ✓ Definir as características climatológicas, pluviométricas e fluviométricas a serem consideradas na fase subsequente de projeto, quando da elaboração do detalhamento e planejamento construtivo da obra;
- Verificação hidráulicas.

#### 3.2. Caracterização regional

Segue abaixo a localização de todos os postos e informações apresentadas no subitens a seguir:

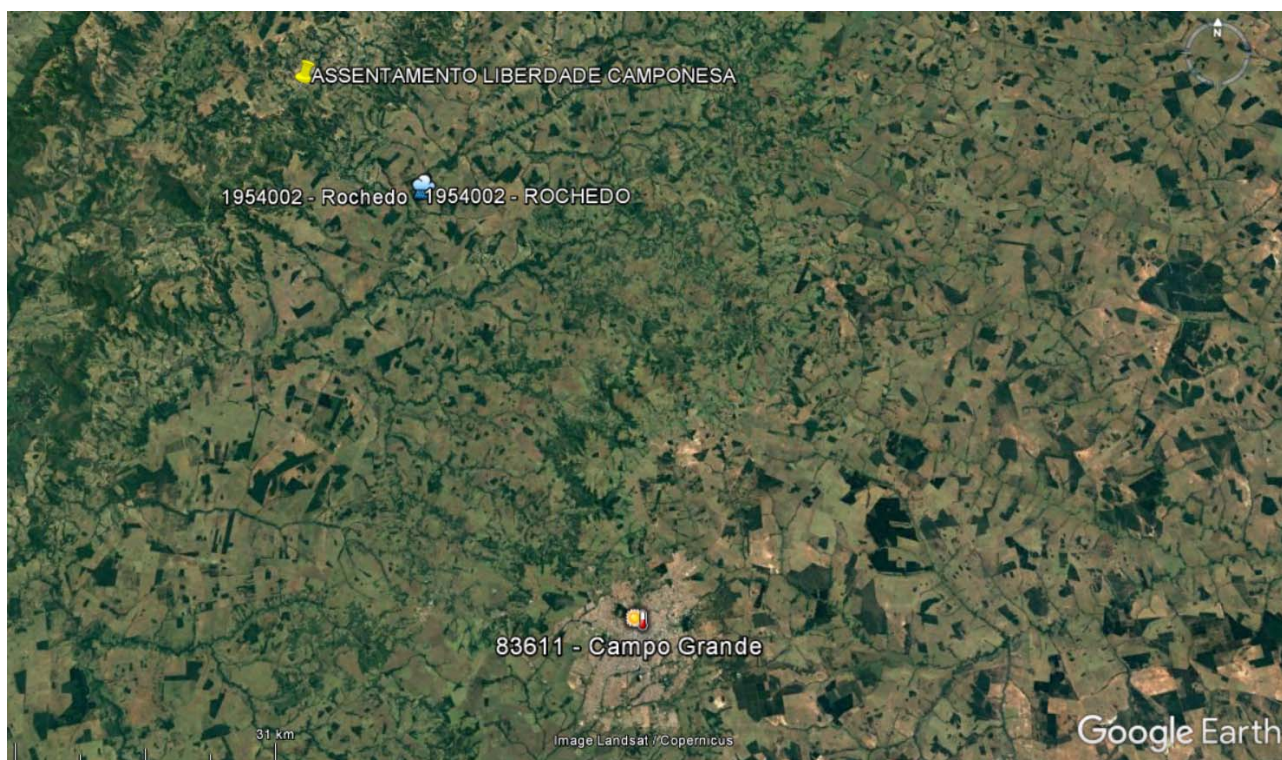


Figura 7 - Localização dos postos de caracterização regional.  
Fonte: Normais climatológicas do Brasil 1961-1990, ANA e Google Earth.

##### 3.2.1. Regimes climáticos e pluviométricos

Nos subitens a seguir são apresentadas as informações que caracterizam o clima regional que subsidiam tanto o projeto dos dispositivos de drenagem como o subsequente planejamento da obra. Para a caracterização do clima da região próxima ao local de interesse, foram utilizados os dados das estações pluviométricas existentes nas

proximidades do local de projeto, além dos dados climatológicos extraídos da publicação “Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990”.

Segundo os dados de Normais Climatológicas, as principais características climáticas da região onde este projeto se insere são as seguintes:

*Tabela 1 - Dados de normais climatológicas.  
Fonte: Normais climatológicas do Brasil 1961-1990.*

<b>Estação: 83611 - Campo Grande/MS - Lat.20°27'S / Long. 54°37'W / Alt. 530.73 m</b>	
Temperatura média anual	22.8 °C
Temperatura média do mês mais quente	24.6 °C (Janeiro)
Temperatura média do mês mais frio	19.4 °C (Junho)
Média das temperaturas máximas do mês mais quente	30.6 °C (Outubro)
Média das temperaturas mínimas do mês mais frio	14.5 °C (Julho)
Totais anuais de chuvas	1533.8 mm
Totais de chuvas no mês mais chuvoso	231.9 mm
Totais de chuvas no mês mais seco	31.4 mm
Evaporação total – potencial anual	1689.5 mm

Além disto, de modo a caracterizar mensalmente o regime de chuvas da região, também foram utilizados os dados pluviométricos do posto identificados também na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** e apresentados os histogramas de precipitações médias mensais, dos últimos 3 anos que foram registrados pela *Agência Nacional de Águas*:



Código Adicional da Estação:  
 Código Pluviométrico: 01954002  
 Nome da Estação: ROCHEDO  
 Responsável: ANA  
 Operadora: CPRM  
 Unidade da Federação: MATO GROSSO DO SUL

Município: ROCHEDO  
 Região Hidrográfica (DNAEE): RIO PARANÁ  
 SubBacia: RIOS PARAGUAI, SÃO LOURENÇO E .  
 Área de Drenagem (Km2): 0



Gráfico 1 - Intensidade pluviométrica 2016.  
 Fonte: Agência Nacional de Água ANA.



Código Adicional da Estação: Município: ROCHEDO  
 Código Pluviométrico: 01954002 Região Hidrográfica (DNAEE): RIO PARANÁ  
 Nome da Estação: ROCHEDO SubBacia: RIOS PARAGUAI, SÃO LOURENÇO E .  
 Responsável: ANA Área de Drenagem (Km2): 0  
 Operadora: CPRM  
 Unidade da Federação: MATO GROSSO DO SUL

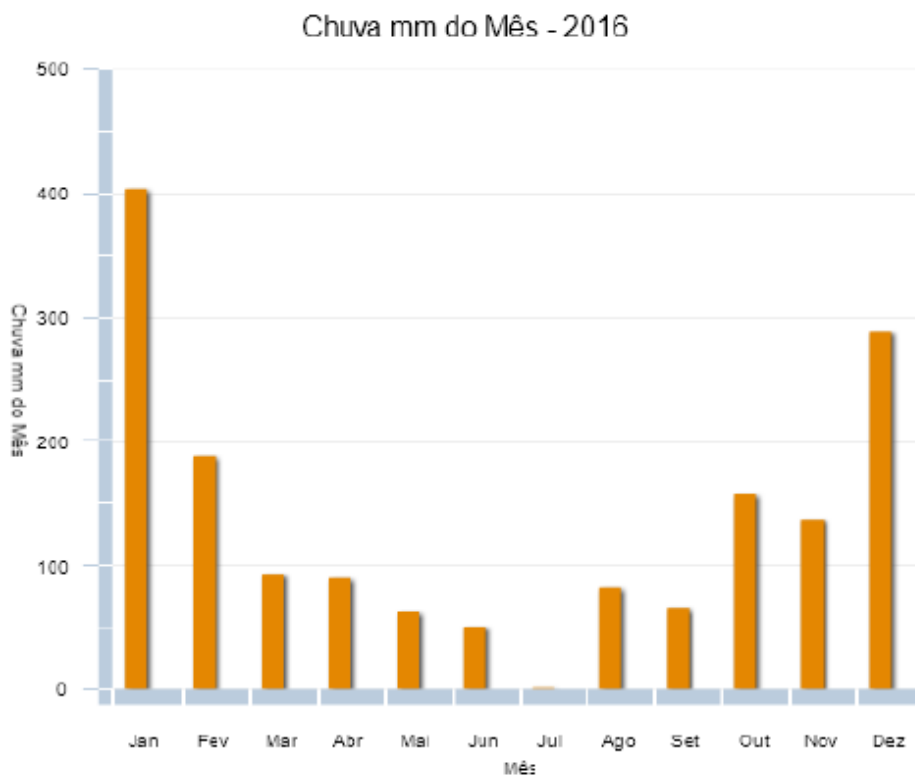
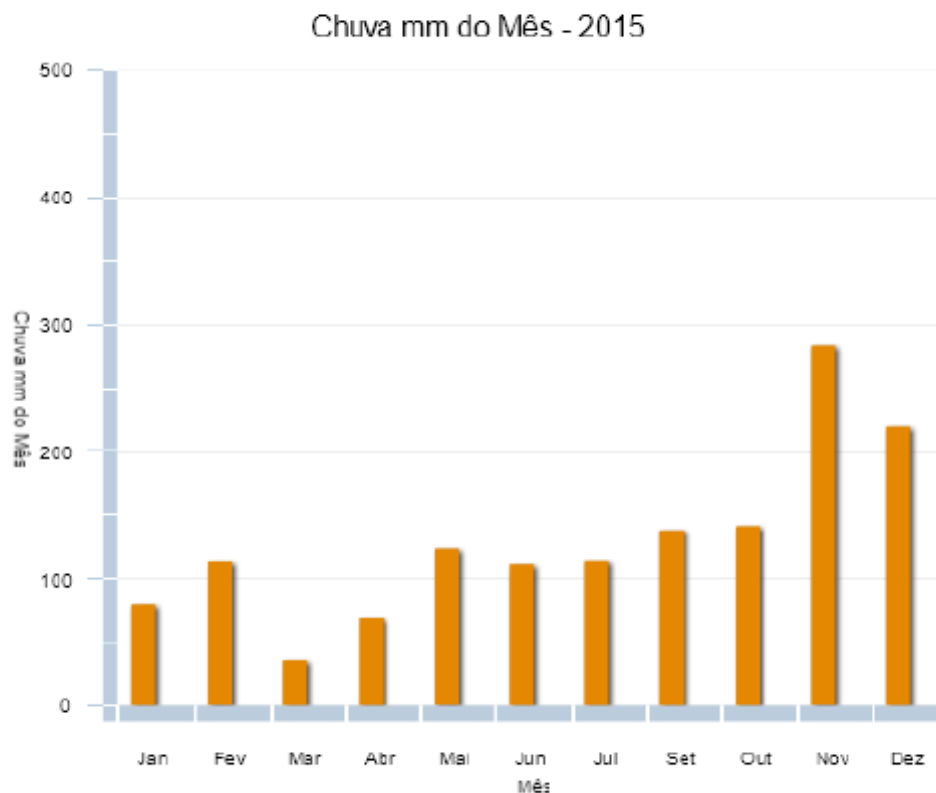


Gráfico 2 - Intensidade pluviométrica 2015.  
 Fonte: Agência Nacional de Água ANA.



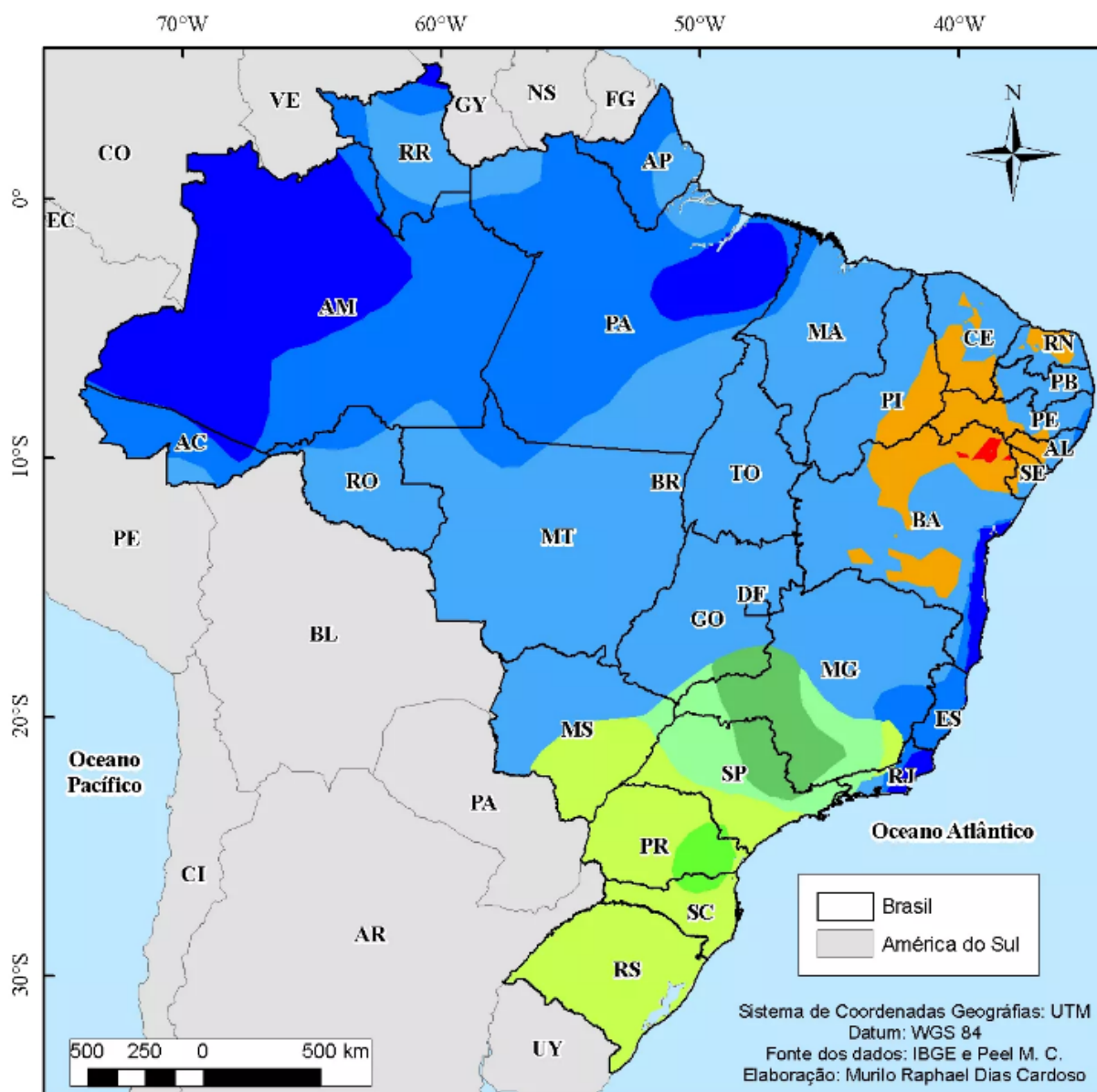
Código Adicional da Estação:	Município: ROCHEDO
Código Pluviométrico: 01954002	Região Hidrográfica (DNAEE): RIO PARANÁ
Nome da Estação: ROCHEDO	SubBacia: RIOS PARAGUAI, SÃO LOURENÇO E .
Responsável: ANA	Área de Drenagem (Km2): 0
Operadora: CPRM	
Unidade da Federação: MATO GROSSO DO SUL	



*Gráfico 3 - Intensidade pluviométrica 2014.  
Fonte: Agência Nacional de Água ANA.*

Estes dados climáticos revestem-se de importância principalmente para o planejamento das obras, devendo-se evitar nos meses mais úmidos a realização de determinados serviços, especialmente aqueles relacionados à terraplenagem. Conforme exposto pelos gráficos, o período mais chuvoso corresponde aos meses entre outubro e fevereiro.

Por outro lado, visando efetuar a classificação climatológica da área, foi utilizada a metodologia adotada por Wladimir Köppen, que leva em consideração a quantidade de precipitações, a temperatura média e a umidade relativa. Deve-se ressaltar que essa metodologia de classificação, assim como outras desenvolvidas com a mesma finalidade, diferencia apenas megazonas climáticas, não apresentando suficiente eficiência para variações locais. Conforme essa classificação de Köppen, resumida na figura a seguir, o clima da área de interesse pode ser classificado como pertencente ao tipo "Aw". Trata-se de um clima tropical, possuindo invernos secos e verões úmidos, chuvosos e quentes.



### Classificação Climática: Köppen

Af - Clima tropical úmido ou Clima Equatorial	Cfa - Clima temperado úmido com Verão quente
Am - Clima de monção	Cfb - Clima temperado úmido com Verão temperado
Aw - Clima Tropical com Estação seca no inverno	Cwa - Clima temperado úmido com Inverno seco e Verão quente
BSh - Clima das estepes quentes de baixa latitude e altitude	Cwb - Clima temperado úmido com Inverno seco e Verão temperado
BWh - Clima das regiões desérticas quentes de baixa latitude e altitude	

Figura 8- Mapa de classificação de Köppen.

Fonte: IBGE.

### 3.2.2. Equação de chuva

Ao longo da extensão do estado do Mato Grosso do Sul o regime pluviométrico sofre alterações, tendo em vista a heterogeneidade das condições climáticas. A seleção da equação de chuva que descreverá melhor a pluviometria dos locais de projetos foi subsidiada pela bibliografia técnica de equações de chuvas intensas do Estado de Mato Grosso do Sul.

A metodologia de desenvolvimento das equações do estado utiliza séries históricas de dados pluviométricos diários, obtidos do Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas. Os dados foram submetidos a uma análise de consistência, eliminando os postos cujas séries não apresentam quantidades de suficientes de dados. As chuvas diárias foram desagregadas em chuvas de menor duração.

No segmento em alusão, foi adotada a equação de chuva do município de Rochedo / MS, posto 1954002, devido à proximidade geográfica e semelhança pluviométrica regional. Tal equação foi obtida na publicação da Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental: “Intensidade-duração-frequência de chuvas para o Estado de Mato Grosso do Sul” de Glenio G. Santos, Cícero C. de Figueiredo, Luiz F. C. de Oliveira e Nori P. Griebeler.

*Equação 1 – Equação de chuva.*

$$i = \frac{830.9980 \cdot T_R^{0.1395}}{(t + 10)^{0.7419}}$$

Onde,

$i$  = intensidade pluviométrica em mm/h;

$TR$  = período de retorno em anos;

$t$  = duração do evento em minutos.

Na tabela a seguir estão apresentados os valores obtidos a partir das equações analisadas, com durações entre 5 e 1.440 minutos, e períodos de retorno de 10, 20, 25, 50 e 100 anos.





<b>INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA (mm/min)</b>					
<b>Duração (min)</b>	<b>Período de recorrência (anos)</b>				
	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>100</b>
5	2.561	2.821	2.910	3.206	3.531
10	2.069	2.279	2.351	2.590	2.852
15	1.753	1.931	1.992	2.194	2.417
20	1.531	1.687	1.740	1.917	2.111
25	1.366	1.505	1.552	1.710	1.883
30	1.237	1.363	1.406	1.548	1.706
60	0.817	0.900	0.928	1.022	1.126
90	0.627	0.690	0.712	0.785	0.864
120	0.516	0.568	0.586	0.646	0.711
240	0.318	0.350	0.361	0.398	0.438
360	0.237	0.262	0.270	0.297	0.327
480	0.193	0.212	0.219	0.241	0.266
540	0.177	0.195	0.201	0.222	0.244
600	0.164	0.181	0.186	0.205	0.226
660	0.153	0.168	0.174	0.191	0.211
720	0.143	0.158	0.163	0.180	0.198
780	0.135	0.149	0.154	0.169	0.187
840	0.128	0.141	0.146	0.160	0.177
900	0.122	0.134	0.138	0.152	0.168
960	0.116	0.128	0.132	0.145	0.160
1020	0.111	0.122	0.126	0.139	0.153
1080	0.107	0.117	0.121	0.133	0.147
1140	0.102	0.113	0.116	0.128	0.141
1200	0.099	0.109	0.112	0.123	0.136
1260	0.095	0.105	0.108	0.119	0.131
1320	0.092	0.101	0.104	0.115	0.127
1380	0.089	0.098	0.101	0.111	0.123
1440	0.086	0.095	0.098	0.108	0.119

Tabela 2 - Previsão de máximas intensidades de chuva.



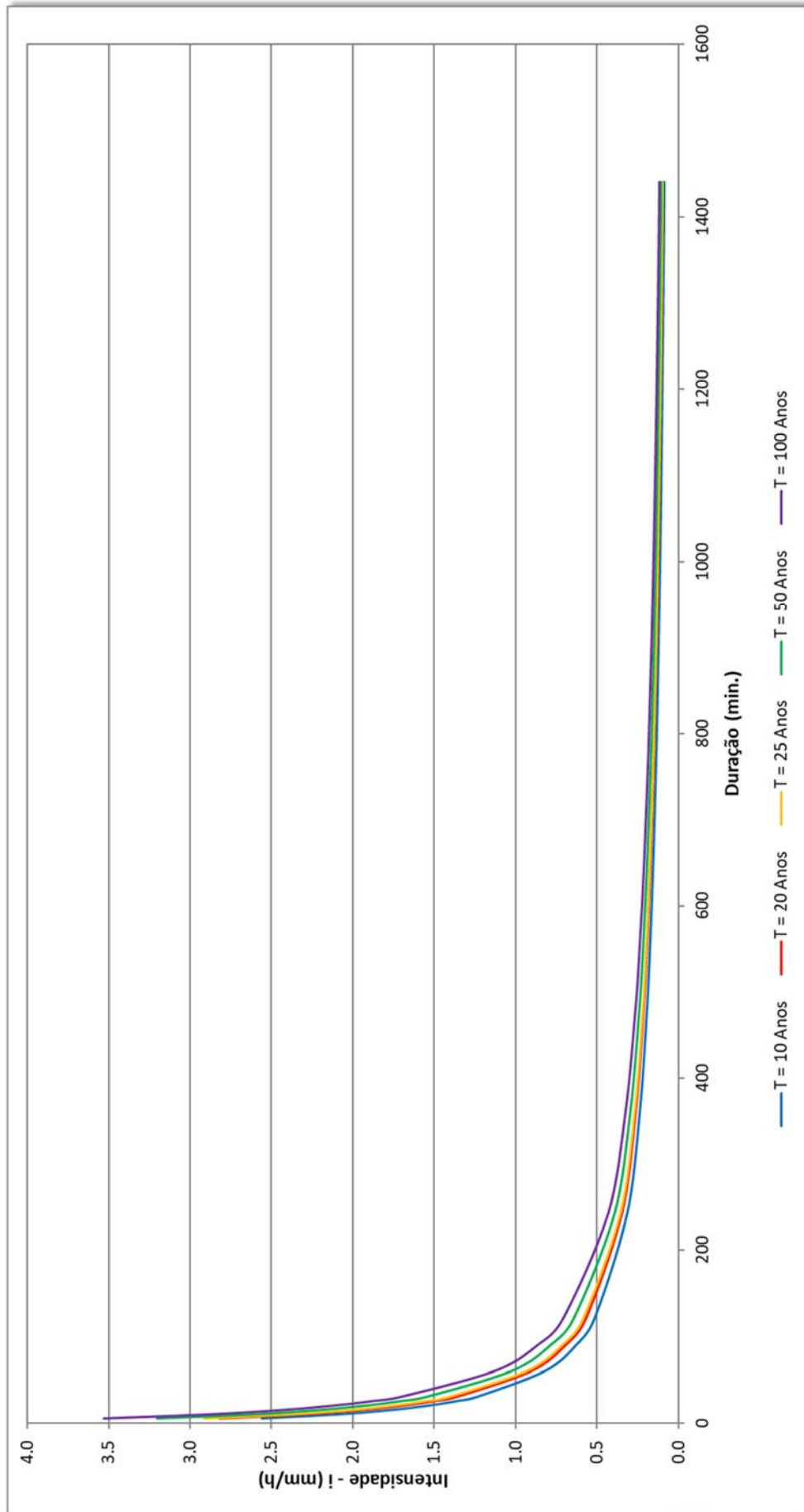


Figura 9 - Curvas IDF

### 3.3. Metodologia

A determinação das vazões para o dimensionamento e verificação das obras hidráulicas que compõem o sistema de drenagem seguiu as “Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários” (IPR-726) definidas pelo DNIT, o qual leva em conta, para cada método de cálculo, limites definidos em função do valor das áreas a serem drenadas, como apresentados a seguir:

MÉTODO	ÁREA DE DRENAGEM (km <sup>2</sup> )
Racional	Inferior ou a 4,00
Racional Corrigido	Entre 4,00 e 10,00
Hidrograma Unitário do U.S. Conservation Service	Superior a 10,00

Tabela 3 - Metodologias para cálculo hidrológico sem dados fluviométricos.

Fonte: DNIT.

#### 3.3.1. Método Racional e Racional Modificado

O cálculo da vazão de dimensionamento é baseado na fórmula Racional:

*Equação 2 – Vazão pelo método racional.*

$$Q = \frac{c \cdot i \cdot A}{6}$$

Onde:

$Q$  = Vazão (m<sup>3</sup>/s);

$c$  = Coeficiente de escoamento superficial;

$A$  = Área de drenagem (ha);

$i$  = Intensidade pluviométrica (mm/min).

- **Coeficiente de distribuição**

Para corrigir os efeitos da distribuição das chuvas, que são consideradas uniformes nas áreas das bacias hidrográficas, o “Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem” (DNIT, 2005) recomenda utilizar o seguinte coeficiente redutor:

$$f = A^{-0,10}$$

- **Coeficiente de escoamento superficial**

Para a determinação do coeficiente, considera-se as características físicas da bacia, bem como o tipo de solo da região. Na tabela a seguir são apresentados os critérios e

valores dos coeficientes de escoamento superficial de projeto recomendados no “Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem”, do DNIT (2005).

TIPO DE ÁREA DE DRENAGEM	COEFICIENTE (RUNOFF)
<b>ÁREAS NÃO URBANIZADAS</b>	
Solo arenoso, declividade média inferior a 2 %	0,05 – 0,10
Solo arenoso, declividade média entre 2 a 7 %	0,10 – 0,15
Solo arenoso, declividade média superior a 7 %	0,15 – 0,20
Solo argiloso, declividade média inferior a 2 %	0,13 – 0,17
Solo argiloso, declividade média entre 2 a 7 %	0,18 – 0,22
Solo argiloso, declividade média superior a 7 %	0,15 – 0,35
<b>ÁREAS COMERCIAIS</b>	
Áreas centrais	0,70 – 0,95
Áreas periféricas	0,50 – 0,70
<b>ÁREAS RESIDENCIAIS</b>	
Áreas comuns	0,30 – 0,50
Múltiplas unidades, separadas	0,40 – 0,60
Múltiplas unidades, conjugadas	0,60 – 0,75
Áreas suburbanas	0,25 – 0,40
Área de apartamentos	0,50 – 0,70
<b>ÁREAS INDUSTRIAIS</b>	
Área com ocupação esparsa	0,50 – 0,80
Área com ocupação densa	0,60 – 0,90
<b>RUAS</b>	
Revestimento asfáltico	0,70 – 0,95
Revestimento de cimento	0,80 – 0,95
Revestimento de tijolos	0,70 – 0,85
Trajetos de acesso a calçadas	0,75 – 0,85
Telhados	0,75 – 0,95
<b>ÁREAS DE LAZER</b>	
Parques e cemitérios	0,10 – 0,25
Playgrounds	0,20 – 0,35
Pátio e espaço de serviços de estrada de ferro	0,20 – 0,40
Terrenos baldios	0,10 – 0,30

Tabela 4 - Coeficiente de escoamento superficial / run-off. .

Fonte: DNIT.

TIPO DE SUPERFÍCIE	COEFICIENTE (RUNOFF)
<b>Ruas</b>	
Asfalto	0,70 - 0,95
Concreto	0,80 - 0,95
Tijolos	0,70 - 0,85

Trajetos de acesso a calçadas	0,75 - 0,85
Telhados	0,75 - 0,95
<b>Gramados - Solos arenosos</b>	
Plano, 2%	0,05 – 0,10
Médio, 2 a 7%	0,10 – 0,15
Íngreme, 7%	0,15 – 0,20
<b>Gramados - Solos compactos</b>	
Plano, 2%	0,13 – 0,17
Médio, 2 a 7%	0,18 – 0,22
Íngreme, 7%	0,15 – 0,35

Tabela 5 - Coeficiente de escoamento superficial / run-off – Parte 02.

Fonte: DNIT, 2005.

### ▪ Intensidade pluviométrica

A intensidade pluviométrica pode ser calculada a partir da aplicação da equação de chuvas válida para a área em estudo, para duração da chuva igual ao tempo de concentração da bacia. A duração da chuva mínima será de 5 minutos, para as obras de drenagem superficial, e de 10 minutos, para os bueiros de talvegue.

Seguindo a Diretriz de Projeto do DNIT – IPR-726, foram adotados para a avaliação das travessias e dimensionamento de dispositivos de drenagem superficial, os seguintes valores para períodos de recorrência das chuvas de projeto:

Tipo	Período de recorrência (anos)
Drenagem superficial	10
Bueiros de talvegue tubulares	15 (como canal)
	25 (como orifício)
Bueiros de talvegue celulares	25 (como canal)
	50 (como orifício)
Ponte	100

Tabela 6 - Período de recorrência.

Fonte: DNIT.

### ▪ Tempo de concentração

O tempo de concentração das bacias de pequeno porte pode ser calculado pela fórmula de Kirpich publicada pelo “California Highways and Public Roads”, expressa por:

Equação 3 – Tempo de concentração para bacias de pequeno porte.

$$tc = 57 \cdot \left( \frac{L^2}{I_{eq}} \right)^{0,385} \quad \text{ou} \quad tc = 57 \cdot \left( \frac{L^3}{\Delta H} \right)^{0,385}$$

Onde:

$t_c$  = Tempo de concentração (min);

$L$  = Comprimento do talvegue (km);

$I_{eq}$  = Declividade média do talvegue (m/km).

Para as bacias de grande porte o tempo de concentração pode ser calculado pela fórmula de Kirpich Modificada. Foram consideradas bacias de grande porte todas as bacias onde for necessário a utilização do Método do Hidrograma Unitário (Soil Conservation Service) para estimativa de cálculo de vazão.

Essa fórmula é a que melhor representa esse tipo de bacias e é expressa por:

*Equação 4 – Tempo de concentração para bacias de grande porte.*

$$t_c = 85,20 \cdot \left( \frac{L^2}{I_{eq}} \right)^{0,385} \quad \text{ou} \quad t_c = 85,20 \cdot \left( \frac{L^3}{\Delta_H} \right)^{0,385}$$

Onde:

$t_c$  = Tempo de concentração (min);

$L$  = Comprimento do talvegue (km);

$I_{eq}$  = Declividade média do talvegue (m/km).

### 3.3.2. Método do Hidrograma Unitário (Soil Conservation Service)

Este método baseia-se em um hidrograma adimensional, para construção de um hidrograma unitário sintético.



### Parâmetros do Hidrograma Unitário

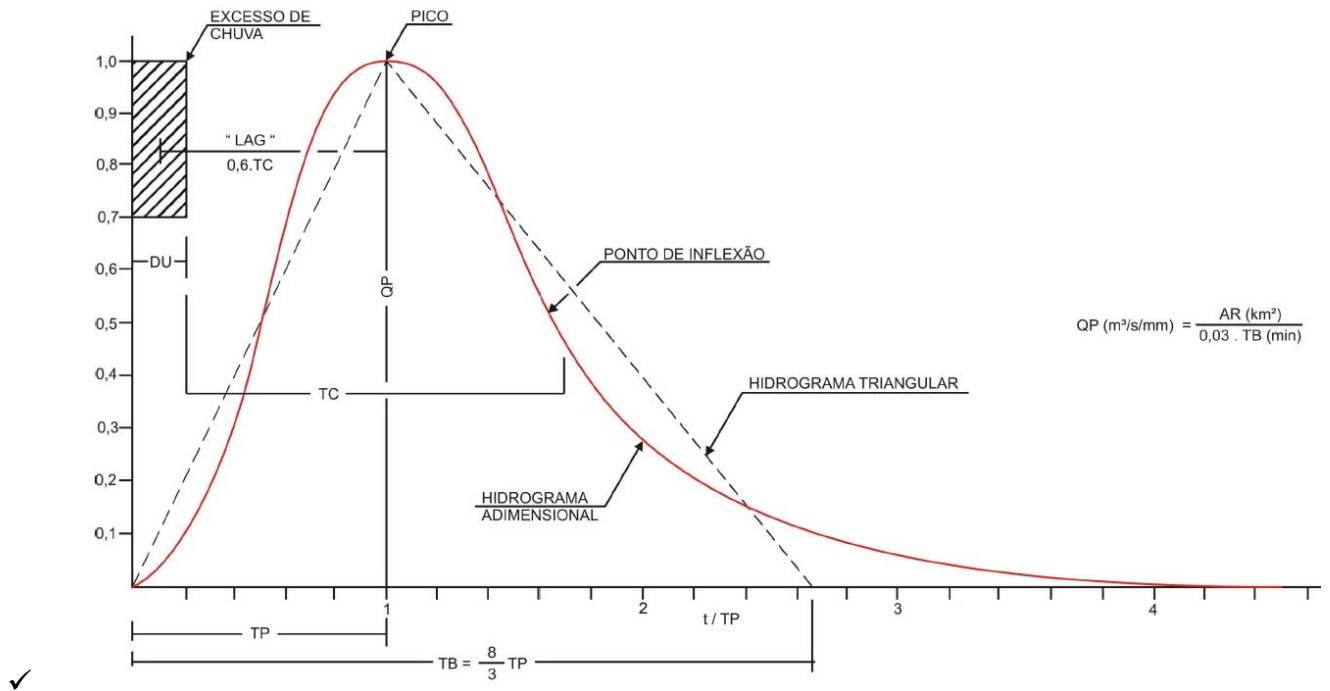


Figura 10 - Hidrograma unitário adimensional e triangular.

Fonte: DNIT, 2005.

Equação 5 – Vazão máxima do hidrograma unitário.

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

Equação 6 – Tempo de pico do hidrograma unitário.

$$t_p = \frac{\Delta t}{2} + 0,6 \cdot t_c$$

Sendo:

$q_p$  = vazão máxima do Hidrograma Unitário ( $m^3/s$ );

$A$  = área da bacia contribuinte ( $km^2$ );

$t_p$  = tempo de pico (horas);

$t_c$  = tempo de concentração (horas);

$t_b$  = tempo base (horas).;

$\Delta t$  = tempo unitário (horas);

### ▪ Precipitação efetiva

A avaliação da precipitação efetiva ( $P_e$ ), a partir da precipitação total ( $P$ ), de acordo com o método proposto pelo *U.S. Soil Conservation Service*, é feita em função das características do solo, vegetação e utilização das áreas das bacias hidrológicas, escolhendo um número de curva ( $N$ ) que as caracterize.

Para a determinação do número de curva ( $N$ ), foi seguido o procedimento recomendado na publicação Manual de hidrologia básica para estruturas de drenagem – IPR 715 (DNIT, 2005).

A condição antecedente de saturação do solo será aquela em que os solos normalmente se encontram na estação úmida do ano.

No quadro a seguir são apresentados os valores de  $N$  utilizados quando da aplicação do Método do Hidrograma Unitário, empregado na determinação das vazões de projeto para as bacias estudadas, conforme metodologia do *U.S. Soil Conservation Service*.

SOLO - COBERTURA VEGETAL PARA CONDIÇÃO DE UMIDADE ANTECEDENTE II (MÉDIA) E $I_a = 0,2.S$					
COBERTURA VEGETAL	CONDIÇÃO DE RETENÇÃO SUPERFICIAL	GRUPO HIDROLÓGICO			
		A	B	C	D
Terreno não cultivado com pouca vegetação	Pobre	77	86	91	94
Terreno cultivado	Pobre	72	81	88	91
	Boa	51	67	76	80
Pasto	Pobre	68	79	86	89
	Boa	39	61	74	80
Mata ou Bosque	Pobre	45	66	77	83
	Boa	25	55	70	77
Área Urbana	Pobre	74	80	87	90
	Boa	70	76	83	86

Tabela 7 - Número de Curva ( $N$ ) para diferentes condições do complexo hidrológico.

Fonte: DNIT, 2005.

### Observações:

- ✓ **Grupo A:** Potencialidade mínima para formação de deflúvio superficial. Inclui areias em camadas espessas com muito pouco silte e argila e também loess profundo muito permeável.
- ✓ **Grupo B:** Principalmente solos arenosos menos espessos que no grupo A e loess menos profundo ou menos agregado que no grupo A, porém apresentam infiltração acima da média, após intenso umedecimento prévio.



- ✓ **Grupo C:** Compreende solos pouco profundos e solos contendo bastante argila e coloides, no entanto, menos que no grupo D. O grupo apresenta infiltração abaixo da média, após pré-saturação.
- ✓ **Grupo D:** Potencial máximo para formação do deflúvio superficial. O grupo inclui em sua maioria, argilas de alto valor de expansão, incluindo também alguns solos pouco profundos, com sub-horizontes quase impermeáveis, próximos da superfície. Qualquer tipo de solo em terreno plano, com fraca rede de drenagem, acaba enquadrando-se nesse grupo, após um período prolongado de chuvas que eleva o nível do lençol freático para a superfície.
- ✓ Um fator que influi na classificação do quadro precedente é a condição de retenção superficial, representando a capacidade do solo armazenar temporariamente que essa água tenha oportunidade de se infiltrar para camadas mais profundas do solo ou se evaporar.
- ✓ Em áreas urbanas, a condição de retenção superficial pobre corresponde à ocupação densa, com 50 a 75% de superfícies impermeáveis. A boa condição de retenção corresponde a uma ocupação de baixa densidade, com 15 a 18% de superfícies impermeáveis.
- ✓ Em terreno cultivado, essa retenção superficial é influenciada pelo tipo de tratamento agrícola, como sulcos de arado que podem ser mais ou menos profundos, paralelos ou não às curvas de nível, e degradados ou não pela erosão da chuva e do vento. Em terrenos não cultivados, a retenção superficial é influenciada pela quantidade de detritos vegetais, como folhas e galhos depositados sobre o solo, e o grau de decomposição desse material.

A seguir é apresentada a descrição dos tipos de solos que mais se assemelham ao encontrado na região atravessada pelo segmento rodoviário analisado.

A partir do “Mapa de Solos do Brasil” (EMBRAPA, 2011), verifica-se que o tipo de solo no trecho em estudo predominante é o LVAd39 - Latossolos vermelhos-amarelo distróficos + Argissolos vermelho-amarelos eutróficos + Neossolos lítólicos distróficos. Portanto, segundo a publicação de SARTORI (2004), a bacia apresenta solos de grupos hidrológicos B+C+D.

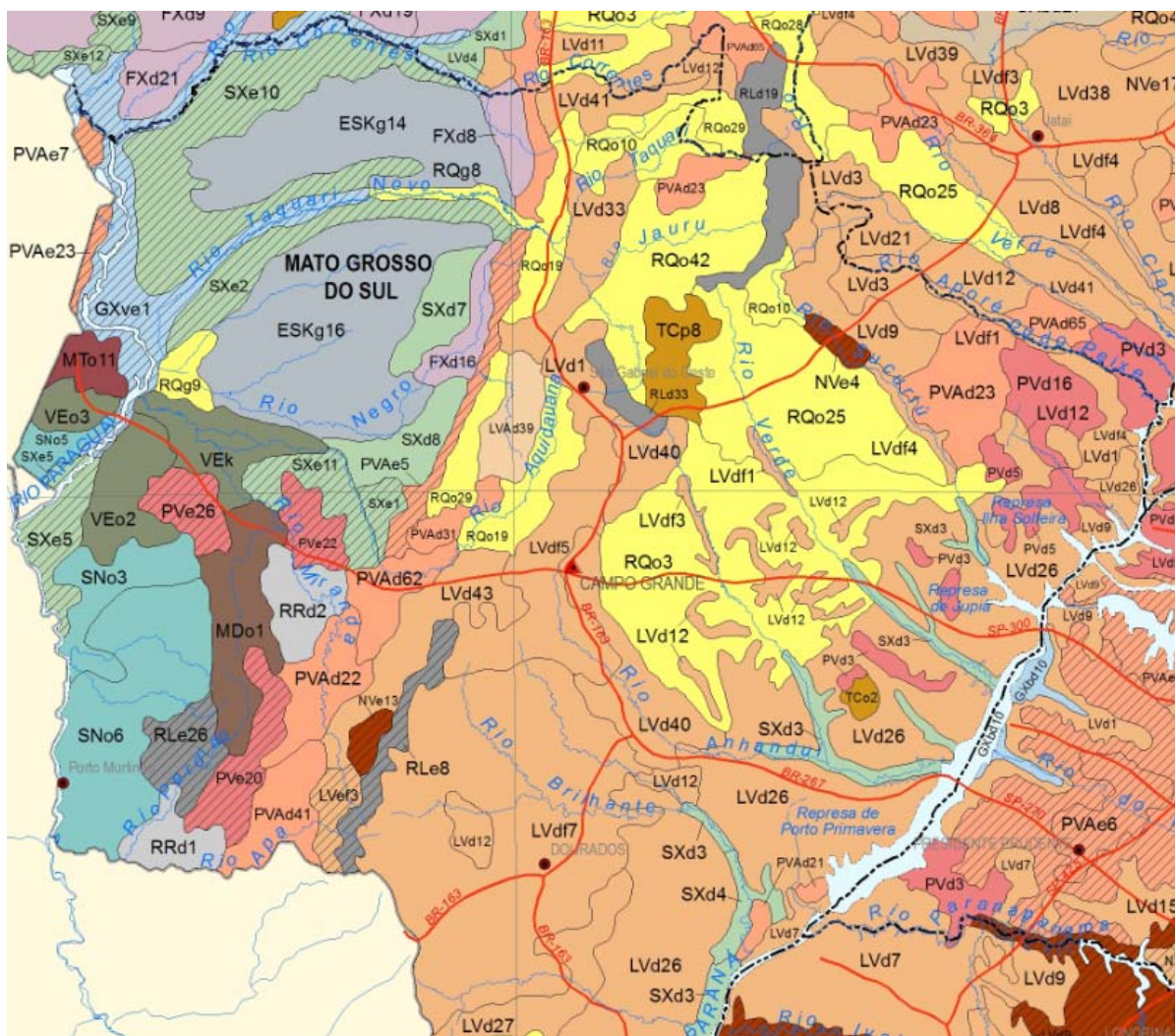


Figura 11 - Mapa pedológico.

Fonte: EMBRAPA, 2011.

Para o cálculo da precipitação efetiva, as seguintes relações são utilizadas:

Equação 7 – Precipitação efetiva.

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

$$S = \frac{1000}{N} - 10$$

Onde:

$N$  = Número da curva representativa do complexo solo-vegetação-utilização da área;

$S$  = Variável dependente da retenção e infiltração da bacia;

$P_e$  = Precipitação efetiva, em polegadas;

$P'$  = Precipitação total, em polegadas.

A precipitação total é retirada das relações de altura-duração-recorrência, para períodos de tempo unitário ( $\Delta t$ ). Quando a área da bacia hidrográfica for maior que 25 km<sup>2</sup>, a precipitação deverá ser corrigida, utilizando-se a seguinte expressão:

*Equação 8 – Precipitação total.*

$$P' = P. \left(1 - 0,10. \log A/25\right)$$

Onde:

$P'$  = precipitação total corrigida, em centímetros;

$P$  = precipitação total real, em centímetros;

$A$  = área da bacia hidrográfica, em quilômetros quadrados.

#### ▪ Cálculo das ordenadas do Hidrograma ( $Q_i$ )

Para o cálculo das ordenadas do Hidrograma Unitário, procede-se da seguinte forma:

Para  $t_i \leq t_p$ , emprega-se a equação:

*Equação 9 – Ordenadas do hidrograma para  $t_i \leq t_p$ .*

$$q_i = \frac{q_p \cdot t_i}{t_p}$$

E, para  $t_i > t_p$ , emprega-se a equação:

*Equação 10 – Ordenadas do hidrograma para  $t_i > t_p$ .*

$$q_i = q_p \cdot \frac{t_b - t_i}{t_r}$$

Onde  $t_i$  = duração da precipitação.

#### ▪ Hidrograma de projeto

Conhecidas as precipitações efetivas para cada duração, procede-se ao cálculo das vazões de projeto através da “Álgebra dos Hidrogramas”, ou seja, multiplicando-se as precipitações efetivas pelas ordenadas do Hidrograma Unitário, retiradas a intervalos de tempo iguais ao intervalo unitário considerado.

Os valores das descargas do hidrograma de projeto serão dados por:

*Equação 11 – Descargas do hidrograma.*

$$Q_i = P_{e1} \cdot q_i + P_{e2} \cdot q_{i-1} + P_{e3} \cdot q_{i-2} + \dots + P_{en} \cdot q_{i-(n-1)}$$

### 3.4. Vazões de projeto

Os critérios utilizados para o dimensionamento hidráulico das travessias são aqueles apresentados nas diretrizes de projeto do DNIT: IPR-726, Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários. A bacia hidrográfica da OAE estudada será apresentada em volume específico.

#### 3.4.1. Ponte 01

A bacia apresenta área de 18,70 km<sup>2</sup>, logo o método utilizado para o cálculo das vazões de projeto foi o Hidrograma Unitário Triangular (HUT).

Sua ocupação é constituída pelas seguintes áreas:

Ponderação do CN							
Área	A	B	C	D	E	CN	%
Cultivo (boa retenção)	51	67	76	80	-	72	5%
Pasto (retenção boa)	39	61	74	80	-	69	75%
Mata (retenção pobre)	45	66	77	83	-	73	15%
Área Urbana (retenção boa)	70	76	83	86	-	80	5%
						0	
<b>Tipo de solo:</b> LVad39	0%	50%	30%	20%	0%	71	100%

Portanto, o número de deflúvio (N), de acordo com o tipo de ocupação da bacia, e no tipo de solo predominante, é igual a 71.

Salienta-se, que estes estudos foram baseados em coeficientes de escoamento superficial que representam a situação atual da bacia, sendo que qualquer ocupação adicional deverá ser acompanhada de medidas que combatam o aumento do valor caudal, causado pelo incremento da impermeabilização do solo.

RESUMO		
Comprimento do talvegue	5994.66 m	5.99 km
Cota do exutório	344 m	-
Cota da cabeceira da bacia	400 m	-
Passo da curva de nível	40 m	-
Desnível - $\Delta H$	56 m	-
$\sum Li \wedge Si$	74784.67	-
Declividade média	0.93%	9.34 m/km
Declividade equivalente	0.64%	6.43 m/km

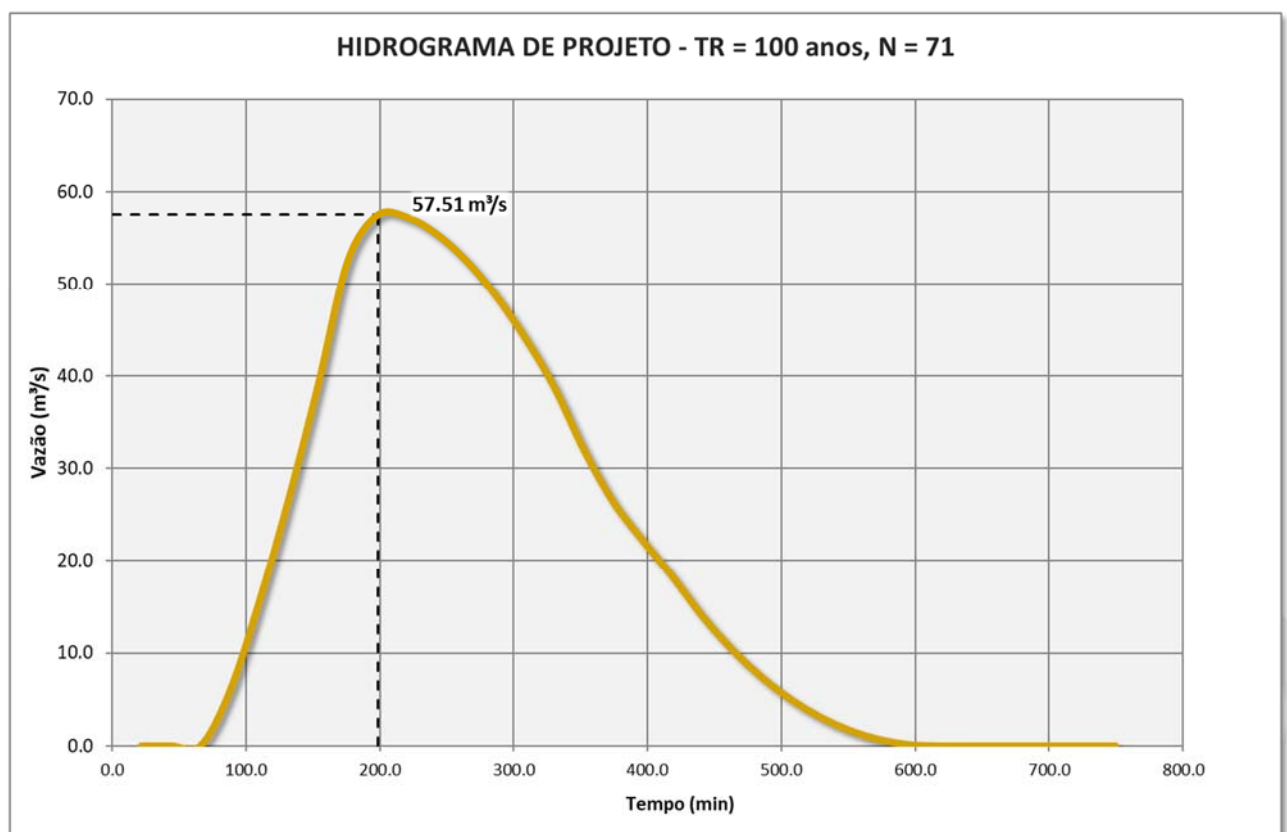
TR	Vazão de projeto	
25 anos	Q <sub>25</sub>	38.41 m <sup>3</sup> /s
50 anos	Q <sub>50</sub>	47.13 m <sup>3</sup> /s
100 anos	Q <sub>100</sub>	57.51 m <sup>3</sup> /s

CÁLCULO DA DECLIVIDADE EQUIVALENTE						
Ponto	Cota	Trecho $L_i$ (m)	Trecho Acumulado (m)	Desnível $\Delta h_i$ (m)	Declividade $\Delta h_i/L_i$	$L_i/\sqrt{S_i}$
1	400					
		2197.45	2197.45	40.00	0.02	16287.32
2	360					
		3797.21	5994.66	16.00	0.00	58497.34
3	344					

A seguir são apresentados os cálculos das vazões de projeto para esta bacia, para o período de recorrência de 100 anos.

CÁLCULO DA VAZÃO DE PROJETO PELO MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIÂNGULAR							
Área da bacia:	18.70 km <sup>2</sup>			Período de retorno:	100 anos		
Declividade:	6.43 m/km			Coef. de deflúvio:	71.00		
Tempo de concentração:	165.30 min.			Tempo de pico:	110.20 min.		
Tempo de recessão:	184.04 min.			Duração unitária:	22.04 m <sup>3</sup> /s		
Tempo de base:	293.87 min.			Vazão de pico unitária:	21.21 m <sup>3</sup> /s		
$\Delta t$ (min)	$P_{total}$ (mm)	$P'$ (mm)	$\Delta P$ (mm)	$\Delta P$ Reagrup. (mm)	$\Delta P$ Acum. (mm)	$P_{efetivo}$ (mm)	$\Delta P_{efetivo}$ (mm)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22.04	44.32	44.32	44.32	4.91	4.91	0.00	0.00
44.08	60.11	60.11	15.79	7.28	12.19	0.00	0.00
66.12	69.97	69.97	9.86	9.86	22.05	0.02	0.02
88.16	77.25	77.25	7.28	44.32	66.37	13.93	13.92
110.20	83.09	83.09	5.84	15.79	82.16	22.84	8.90
132.24	88.00	88.00	4.91	5.84	88.00	26.45	3.61
154.28	92.26	92.26	4.26	4.26	92.26	29.18	2.73
176.32	96.04	96.04	3.78	3.78	96.04	31.66	2.48
198.36	99.44	99.44	3.40	3.40	99.44	33.94	2.28
220.40	102.55	102.55	3.11	3.11	102.55	36.06	2.12
242.44	105.41	105.41	2.86	2.86	105.41	38.04	1.98
264.48	108.07	108.07	2.66	2.66	108.07	39.91	1.86
286.52	110.56	110.56	2.49	2.49	110.56	41.67	1.76
308.56	112.89	112.89	2.34	2.34	112.89	43.34	1.67
330.60	115.10	115.10	2.21	2.21	115.10	44.94	1.59
352.64	117.19	117.19	2.09	2.09	117.19	46.46	1.52
374.68	119.19	119.19	1.99	1.99	119.19	47.93	1.46
396.72	121.09	121.09	1.90	1.90	121.09	49.33	1.41
418.76	122.91	122.91	1.82	1.82	122.91	50.68	1.35
440.80	124.65	124.65	1.75	1.75	124.65	51.99	1.31
462.84	126.33	126.33	1.68	1.68	126.33	53.25	1.26
484.88	127.95	127.95	1.62	1.62	127.95	54.48	1.22
506.92	129.51	129.51	1.56	1.56	129.51	55.66	1.19
528.96	131.02	131.02	1.51	1.51	131.02	56.81	1.15
551.00	132.48	132.48	1.46	1.46	132.48	57.93	1.12
573.04	133.89	133.89	1.42	1.42	133.89	59.02	1.09
595.08	135.27	135.27	1.37	1.37	135.27	60.09	1.06
617.12	136.60	136.60	1.34	1.34	136.60	61.12	1.04
639.16	137.90	137.90	1.30	1.30	137.90	62.13	1.01
661.20	139.17	139.17	1.26	1.26	139.17	63.12	0.99
683.24	140.40	140.40	1.23	1.23	140.40	64.09	0.97
705.28	141.60	141.60	1.20	1.20	141.60	65.03	0.94
727.32	142.78	142.78	1.17	1.17	142.78	65.95	0.92
749.36	143.92	143.92	1.15	1.15	143.92	66.86	0.91

CÁLCULO DA VAZÃO DE PROJETO PELO MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIÂNGULAR																
Área da bacia:	18.70 km <sup>2</sup>											Período de retorno:	100 anos			
Declividade:	6.43 m/km											Coef. de deflúvio:	71.00			
Tempo de concentração:	165.30 min.											Tempo de pico:	110.20 min.			
Tempo de recessão:	184.04 min.											Duração unitária:	22.04 min.			
Tempo de base:	293.87 min.											Vazão de pico unitária:	21.21 m <sup>3</sup> /s			
Vazão de base:	0.00 m <sup>3</sup> /s											Vazão de projeto:	57.51 m <sup>3</sup> /s			
Δt (min)	Q <sub>i</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Precipitação Efetiva													Q (m <sup>3</sup> /s)	
		0.00	0.00	0.00	1.39	0.89	0.36	0.27	0.25	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18		0.17
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
22.04	4.24	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
44.08	8.48	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
66.12	12.72	0.00	0.00	0.01	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01
88.16	16.97	0.00	0.00	0.01	5.90	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.92
110.20	21.21	0.00	0.00	0.02	11.81	3.78	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	15.60
132.24	18.63	0.00	0.00	0.03	17.71	7.55	1.53	0.00	-	-	-	-	-	-	-	26.82
154.28	16.09	0.00	0.00	0.03	23.61	11.33	3.07	1.16	0.00	-	-	-	-	-	-	39.20
176.32	13.55	0.00	0.00	0.03	29.52	15.10	4.60	2.32	1.05	0.00	-	-	-	-	-	52.62
198.36	11.01	0.00	0.00	0.03	25.92	18.88	6.13	3.47	2.11	0.97	0.00	-	-	-	-	57.51
220.40	8.47	0.00	0.00	0.02	22.39	16.58	7.66	4.63	3.16	1.94	0.90	0.00	-	-	-	57.28
242.44	5.93	0.00	0.00	0.02	18.85	14.32	6.73	5.79	4.21	2.90	1.80	0.84	0.00	-	-	55.46
264.48	3.39	0.00	0.00	0.01	15.32	12.06	5.81	5.09	5.26	3.87	2.70	1.68	0.79	0.00	-	52.59
286.52	0.85	0.00	0.00	0.01	11.78	9.80	4.90	4.39	4.62	4.84	3.59	2.52	1.58	0.75	0.00	48.79
308.56	0.00	0.00	0.00	0.01	8.25	7.54	3.98	3.70	3.99	4.25	4.49	3.36	2.37	1.50	0.71	44.14
330.60	0.00	0.00	0.00	0.00	4.71	5.28	3.06	3.00	3.36	3.67	3.95	4.20	3.16	2.24	1.42	38.74
352.64	0.00	0.00	0.00	0.00	1.18	3.01	2.14	2.31	2.73	3.09	3.41	3.69	3.95	2.99	2.13	31.99
374.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	1.22	1.62	2.10	2.51	2.87	3.19	3.47	3.74	2.84	26.34
396.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.92	1.47	1.93	2.33	2.68	3.00	3.28	3.55	22.19
418.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.84	1.35	1.79	2.18	2.52	2.83	3.12	18.26
440.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.77	1.26	1.68	2.05	2.39	2.69	14.02
462.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.72	1.17	1.58	1.94	2.27	10.44
484.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.67	1.10	1.49	1.84	7.45
506.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.63	1.04	1.42	5.02
528.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.60	0.99	3.10
551.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.57	1.66
573.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.68
595.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
617.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
639.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
661.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
683.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
705.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
727.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
749.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



## 3.4.2. Ponte 02

A bacia apresenta área de 20.50 km<sup>2</sup>, logo o método utilizado para o cálculo das vazões de projeto foi o Hidrograma Unitário Triangular (HUT).

Sua ocupação é constituída pelas seguintes áreas:

Ponderação do CN							
Área	A	B	C	D	E	CN	%
Cultivo (boa retenção)	51	67	76	80	-	72	5%
Pasto (retenção boa)	39	61	74	80	-	69	75%
Mata (retenção pobre)	45	66	77	83	-	73	15%
Área Urbana (retenção boa)	70	76	83	86	-	80	5%
						0	
Tipo de solo: LVad39	0%	50%	30%	20%	0%	71	100%

Portanto, o número de deflúvio (N), de acordo com o tipo de ocupação da bacia, e no tipo de solo predominante, é igual a 71.

Salienta-se, que estes estudos foram baseados em coeficientes de escoamento superficial que representam a situação atual da bacia, sendo que qualquer ocupação adicional deverá ser acompanhada de medidas que combatam o aumento do valor caudal, causado pelo incremento da impermeabilização do solo.

RESUMO		
Comprimento do talvegue	6192.50 m	6.19 km
Cota do exutório	343 m	-
Cota da cabeceira da bacia	400 m	-
Passo da curva de nível	40 m	-
Desnível - $\Delta H$	57 m	-
$\Sigma L_i/\sqrt{S_i}$	77530.48	-
Declividade média	0.92%	9.20 m/km
Declividade equivalente	0.64%	6.38 m/km

CÁLCULO DA DECLIVIDADE EQUIVALENTE						
Ponto	Cota	Trecho $L_i$ (m)	Trecho Acumulado (m)	Desnível $\Delta h_i$ (m)	Declividade $\Delta h_i/L_i$	$L_i/\sqrt{S_i}$
1	400					
		2197.45	2197.45	40.00	0.02	16287.32
2	360					
		3995.04	6192.50	17.00	0.00	61243.15
3	343					

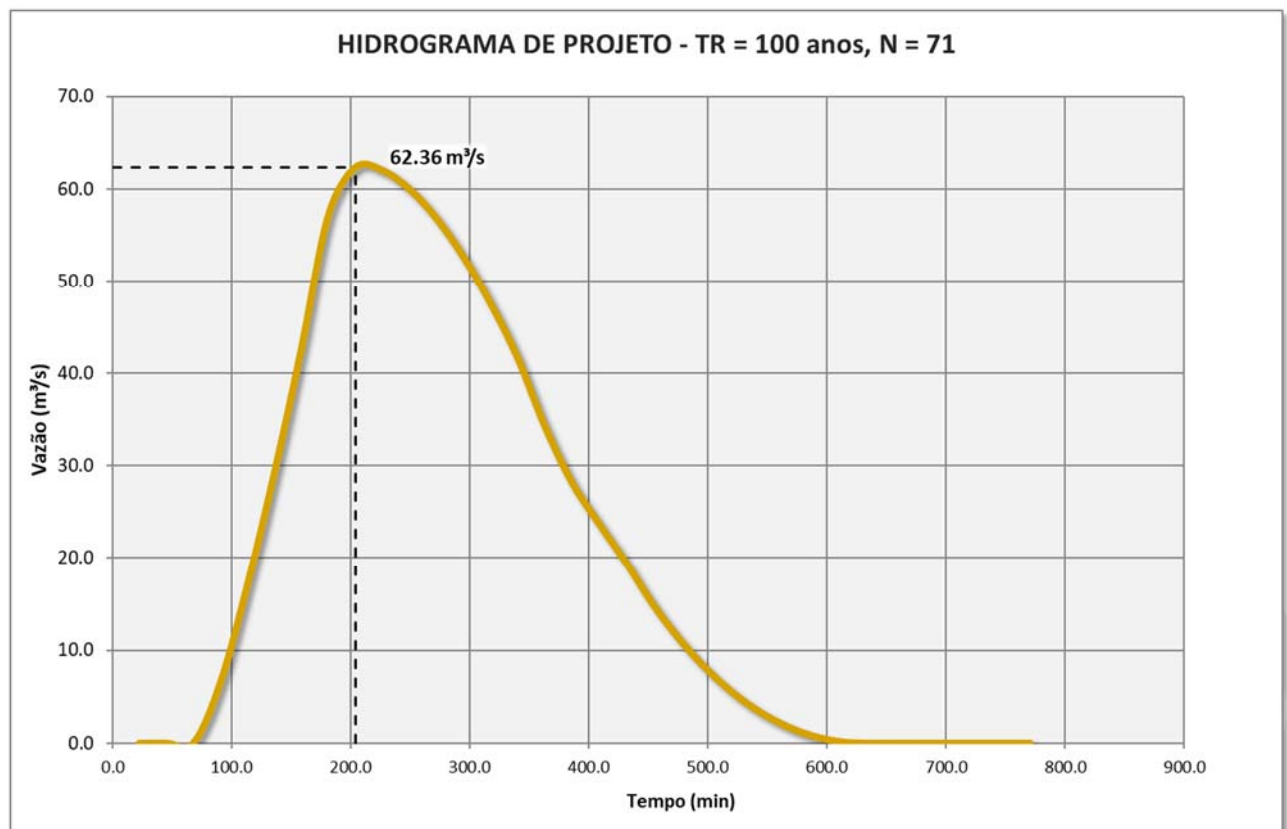
TR	Vazão de projeto	
25 anos	$Q_{25}$	41.68 m <sup>3</sup> /s
50 anos	$Q_{50}$	51.09 m <sup>3</sup> /s
100 anos	$Q_{100}$	62.36 m <sup>3</sup> /s

A seguir são apresentados os cálculos das vazões de projeto para esta bacia, para o período de recorrência de 100 anos.

CÁLCULO DA VAZÃO DE PROJETO PELO MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIÂNGULAR							
Área da bacia:	20.50 km <sup>2</sup>	Período de retorno:	100 anos				
Declividade:	6.38 m/km	Coef. de deflúvio:	71.00				
Tempo de concentração:	169.95 min.	Tempo de pico:	113.30 min.				
Tempo de recessão:	189.22 min.	Duração unitária:	22.66 m <sup>3</sup> /s				
Tempo de base:	302.14 min.	Vazão de pico unitária:	22.61 m <sup>3</sup> /s				
$\Delta t$ (min)	$P_{total}$ (mm)	$P'$ (mm)	$\Delta P$ (mm)	$\Delta P$ Reagrup. (mm)	$\Delta P$ Acum. (mm)	$P_{efetivo}$ (mm)	$\Delta P_{efetivo}$ (mm)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22.66	44.92	44.92	44.92	4.93	4.93	0.00	0.00
45.32	60.77	60.77	15.85	7.31	12.24	0.00	0.00
67.98	70.66	70.66	9.89	9.89	22.13	0.02	0.02
90.64	77.97	77.97	7.31	44.92	67.05	14.29	14.27
113.30	83.83	83.83	5.86	15.85	82.90	23.28	9.00
135.96	88.76	88.76	4.93	5.86	88.76	26.93	3.65
158.62	93.04	93.04	4.28	4.28	93.04	29.69	2.76
181.29	96.83	96.83	3.80	3.80	96.83	32.19	2.51
203.95	100.26	100.26	3.42	3.42	100.26	34.50	2.30
226.61	103.38	103.38	3.12	3.12	103.38	36.63	2.14
249.27	106.26	106.26	2.88	2.88	106.26	38.63	2.00
271.93	108.93	108.93	2.67	2.67	108.93	40.51	1.88
294.59	111.43	111.43	2.50	2.50	111.43	42.29	1.78
317.25	113.78	113.78	2.35	2.35	113.78	43.98	1.69
339.91	116.00	116.00	2.22	2.22	116.00	45.59	1.61
362.57	118.10	118.10	2.10	2.10	118.10	47.13	1.54
385.23	120.11	120.11	2.00	2.00	120.11	48.60	1.48
407.89	122.02	122.02	1.91	1.91	122.02	50.02	1.42
430.55	123.85	123.85	1.83	1.83	123.85	51.39	1.37
453.21	125.61	125.61	1.76	1.76	125.61	52.71	1.32
475.87	127.29	127.29	1.69	1.69	127.29	53.98	1.27
498.53	128.92	128.92	1.63	1.63	128.92	55.22	1.23
521.19	130.49	130.49	1.57	1.57	130.49	56.41	1.20
543.86	132.01	132.01	1.52	1.52	132.01	57.57	1.16
566.52	133.48	133.48	1.47	1.47	133.48	58.70	1.13
589.18	134.90	134.90	1.42	1.42	134.90	59.80	1.10
611.84	136.29	136.29	1.38	1.38	136.29	60.88	1.07
634.50	137.63	137.63	1.34	1.34	137.63	61.92	1.04
657.16	138.94	138.94	1.31	1.31	138.94	62.94	1.02
679.82	140.21	140.21	1.27	1.27	140.21	63.94	1.00
702.48	141.45	141.45	1.24	1.24	141.45	64.91	0.97
725.14	142.66	142.66	1.21	1.21	142.66	65.86	0.95
747.80	143.84	143.84	1.18	1.18	143.84	66.80	0.93
770.46	145.00	145.00	1.15	1.15	145.00	67.71	0.91



CÁLCULO DA VAZÃO DE PROJETO PELO MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIÂNGULAR																	
Área da bacia:	20.50 km <sup>2</sup>	Período de retorno:	100 anos														
Declividade:	6.38 m/km	Coef. de deflúvio:	71.00														
Tempo de concentração:	169.95 min.	Tempo de pico:	113.30 min.														
Tempo de recessão:	189.22 min.	Duração unitária:	22.66 min.														
Tempo de base:	302.14 min.	Vazão de pico unitária:	22.61 m <sup>3</sup> /s														
Vazão de base:	0.00 m <sup>3</sup> /s	Vazão de projeto:	62.36 m <sup>3</sup> /s														
Δt (min)	Q <sub>i</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Precipitação Efetiva													Q (m <sup>3</sup> /s)		
		0.00	0.00	0.00	1.43	0.90	0.36	0.28	0.25	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18		0.17	0.16
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
22.66	4.52	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
45.32	9.05	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
67.98	13.57	0.00	0.00	0.01	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01
90.64	18.09	0.00	0.00	0.02	6.45	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.47
113.30	22.61	0.00	0.00	0.02	12.91	4.07	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.00
135.96	19.86	0.00	0.00	0.03	19.36	8.14	1.65	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	29.18
158.62	17.15	0.00	0.00	0.04	25.81	12.21	3.30	1.25	0.00	-	-	-	-	-	-	-	42.60
181.29	14.44	0.00	0.00	0.04	32.27	16.27	4.95	2.49	1.13	0.00	-	-	-	-	-	-	57.15
203.95	11.74	0.00	0.00	0.03	28.34	20.34	6.60	3.74	2.27	1.04	0.00	-	-	-	-	-	62.36
226.61	9.03	0.00	0.00	0.03	24.47	17.87	8.25	4.99	3.40	2.08	0.97	0.00	-	-	-	-	62.05
249.27	6.32	0.00	0.00	0.02	20.61	15.43	7.24	6.23	4.53	3.13	1.93	0.90	0.00	-	-	-	60.03
271.93	3.61	0.00	0.00	0.02	16.75	12.99	6.26	5.47	5.66	4.17	2.90	1.81	0.85	0.00	-	-	56.88
294.59	0.90	0.00	0.00	0.01	12.88	10.56	5.27	4.73	4.97	5.21	3.87	2.71	1.70	0.80	0.00	-	52.72
317.25	0.00	0.00	0.00	0.01	9.02	8.12	4.28	3.98	4.30	4.58	4.84	3.62	2.55	1.61	0.76	0.00	47.65
339.91	0.00	0.00	0.00	0.00	5.15	5.68	3.29	3.23	3.62	3.95	4.25	4.52	3.40	2.41	1.53	0.73	41.77
362.57	0.00	0.00	0.00	0.00	1.29	3.25	2.30	2.49	2.94	3.33	3.67	3.97	4.25	3.22	2.29	1.46	34.45
385.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.81	1.32	1.74	2.26	2.70	3.09	3.43	3.74	4.02	3.05	2.18	28.35
407.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	1.00	1.58	2.08	2.51	2.89	3.23	3.53	3.82	2.91	23.87
430.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.90	1.46	1.93	2.35	2.72	3.05	3.35	3.64	19.65
453.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.83	1.35	1.80	2.21	2.57	2.90	3.20	15.08
475.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.77	1.26	1.70	2.09	2.44	2.76	11.23
498.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.72	1.19	1.61	1.98	2.32	8.02
521.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.68	1.12	1.52	1.89	5.40
543.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.64	1.07	1.45	3.33
566.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.61	1.02	1.79
589.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.58	0.73
611.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.15
634.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
657.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
679.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
702.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
725.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
747.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
770.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



## 3.4.3. Ponte 03

A bacia apresenta área de 20,60 km<sup>2</sup>, logo o método utilizado para o cálculo das vazões de projeto foi o Hidrograma Unitário Triangular (HUT).

Sua ocupação é constituída pelas seguintes áreas:

Ponderação do CN							
Área	A	B	C	D	E	CN	%
Cultivo (boa retenção)	51	67	76	80	-	72	5%
Pasto (retenção boa)	39	61	74	80	-	69	75%
Mata (retenção pobre)	45	66	77	83	-	73	15%
Área Urbana (retenção boa)	70	76	83	86	-	80	5%
						0	
Tipo de solo: LVad39	0%	50%	30%	20%	0%	71	100%

Portanto, o número de deflúvio (N), de acordo com o tipo de ocupação da bacia, e no tipo de solo predominante, é igual a 71.

Salienta-se, que estes estudos foram baseados em coeficientes de escoamento superficial que representam a situação atual da bacia, sendo que qualquer ocupação adicional deverá ser acompanhada de medidas que combatam o aumento do valor caudal, causado pelo incremento da impermeabilização do solo.

RESUMO			
Comprimento do talvegue	6192.49 m	6.19 km	
Cota do exutório	342 m	-	
Cota da cabeceira da bacia	400 m	-	
Passo da curva de nível	40 m	-	
Desnível - $\Delta H$	58 m	-	
$\Sigma L_i/\sqrt{S_i}$	75804.88	-	
Declividade média	0.94%	9.37 m/km	
Declividade equivalente	0.67%	6.67 m/km	

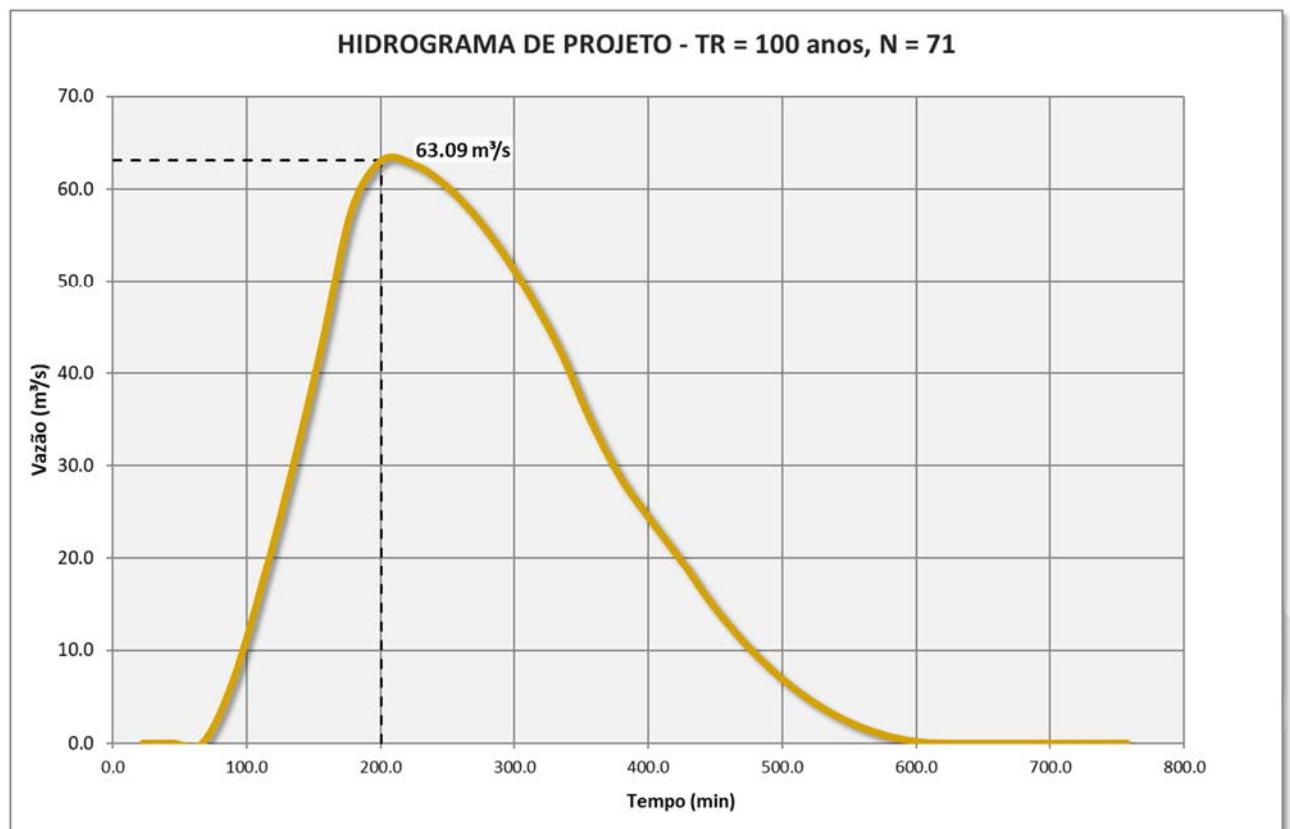
CÁLCULO DA DECLIVIDADE EQUIVALENTE						
Ponto	Cota	Trecho $L_i$ (m)	Trecho Acumulado (m)	Desnível $\Delta h_i$ (m)	Declividade $\Delta h_i/L_i$	$L_i/\sqrt{S_i}$
1	400					
		2197.45	2197.45	40.00	0.02	16287.28
2	360					
		3995.04	6192.49	18.00	0.00	59517.60
3	342					

TR	Vazão de projeto	
25 anos	$Q_{25}$	42.15 m <sup>3</sup> /s
50 anos	$Q_{50}$	51.70 m <sup>3</sup> /s
100 anos	$Q_{100}$	63.09 m <sup>3</sup> /s

A seguir são apresentados os cálculos das vazões de projeto para esta bacia, para o período de recorrência de 100 anos.

CÁLCULO DA VAZÃO DE PROJETO PELO MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIÂNGULAR							
Área da bacia:	20.60 km <sup>2</sup>	Período de retorno:	100 anos				
Declividade:	6.67 m/km	Coef. de deflúvio:	71.00				
Tempo de concentração:	167.03 min.	Tempo de pico:	111.36 min.				
Tempo de recessão:	185.97 min.	Duração unitária:	22.27 m <sup>3</sup> /s				
Tempo de base:	296.95 min.	Vazão de pico unitária:	23.12 m <sup>3</sup> /s				
$\Delta t$ (min)	$P_{total}$ (mm)	$P'$ (mm)	$\Delta P$ (mm)	$\Delta P$ Reagrup. (mm)	$\Delta P$ Acum. (mm)	$P_{efetivo}$ (mm)	$\Delta P_{efetivo}$ (mm)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22.27	44.55	44.55	44.55	4.92	4.92	0.00	0.00
44.54	60.36	60.36	15.81	7.29	12.21	0.00	0.00
66.81	70.23	70.23	9.87	9.87	22.08	0.02	0.02
89.09	77.52	77.52	7.29	44.55	66.62	14.07	14.05
111.36	83.37	83.37	5.85	15.81	82.44	23.00	8.94
133.63	88.29	88.29	4.92	5.85	88.29	26.63	3.63
155.90	92.55	92.55	4.27	4.27	92.55	29.37	2.74
178.17	96.34	96.34	3.78	3.78	96.34	31.86	2.49
200.44	99.75	99.75	3.41	3.41	99.75	34.15	2.29
222.71	102.86	102.86	3.11	3.11	102.86	36.28	2.13
244.98	105.73	105.73	2.87	2.87	105.73	38.26	1.99
267.26	108.39	108.39	2.66	2.66	108.39	40.14	1.87
289.53	110.88	110.88	2.49	2.49	110.88	41.90	1.77
311.80	113.23	113.23	2.34	2.34	113.23	43.58	1.68
334.07	115.44	115.44	2.21	2.21	115.44	45.18	1.60
356.34	117.54	117.54	2.10	2.10	117.54	46.71	1.53
378.61	119.53	119.53	2.00	2.00	119.53	48.18	1.47
400.88	121.44	121.44	1.91	1.91	121.44	49.59	1.41
423.15	123.26	123.26	1.82	1.82	123.26	50.95	1.36
445.43	125.01	125.01	1.75	1.75	125.01	52.26	1.31
467.70	126.69	126.69	1.68	1.68	126.69	53.53	1.27
489.97	128.31	128.31	1.62	1.62	128.31	54.75	1.23
512.24	129.88	129.88	1.56	1.56	129.88	55.94	1.19
534.51	131.39	131.39	1.51	1.51	131.39	57.10	1.16
556.78	132.85	132.85	1.46	1.46	132.85	58.22	1.12
579.05	134.27	134.27	1.42	1.42	134.27	59.32	1.09
601.32	135.65	135.65	1.38	1.38	135.65	60.38	1.07
623.60	136.99	136.99	1.34	1.34	136.99	61.42	1.04
645.87	138.29	138.29	1.30	1.30	138.29	62.44	1.01
668.14	139.56	139.56	1.27	1.27	139.56	63.43	0.99
690.41	140.80	140.80	1.24	1.24	140.80	64.39	0.97
712.68	142.00	142.00	1.21	1.21	142.00	65.34	0.95
734.95	143.18	143.18	1.18	1.18	143.18	66.27	0.93
757.22	144.33	144.33	1.15	1.15	144.33	67.18	0.91

CÁLCULO DA VAZÃO DE PROJETO PELO MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIÂNGULAR																	
Área da bacia:	20.60 km <sup>2</sup>											Período de retorno:	100 anos				
Declividade:	6.67 m/km											Coef. de deflúvio:	71.00				
Tempo de concentração:	167.03 min.											Tempo de pico:	111.36 min.				
Tempo de recessão:	185.97 min.											Duração unitária:	22.27 min.				
Tempo de base:	296.95 min.											Vazão de pico unitária:	23.12 m <sup>3</sup> /s				
Vazão de base:	0.00 m <sup>3</sup> /s											Vazão de projeto:	63.09 m <sup>3</sup> /s				
Δt (min)	Q <sub>i</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Precipitação Efetiva													Q (m <sup>3</sup> /s)		
		0.00	0.00	0.00	1.40	0.89	0.36	0.27	0.25	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18		0.17	0.16
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
22.27	4.62	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
44.54	9.25	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
66.81	13.87	0.00	0.00	0.01	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01
89.09	18.50	0.00	0.00	0.02	6.50	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.51
111.36	23.12	0.00	0.00	0.02	12.99	4.13	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.15
133.63	20.31	0.00	0.00	0.03	19.49	8.27	1.68	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	29.46
155.90	17.54	0.00	0.00	0.04	25.99	12.40	3.35	1.27	0.00	-	-	-	-	-	-	-	43.04
178.17	14.77	0.00	0.00	0.03	32.48	16.53	5.03	2.53	1.15	0.00	-	-	-	-	-	-	57.76
200.44	12.00	0.00	0.00	0.03	28.53	20.66	6.71	3.80	2.30	1.06	0.00	-	-	-	-	-	63.09
222.71	9.23	0.00	0.00	0.02	24.64	18.15	8.38	5.07	3.45	2.12	0.98	0.00	-	-	-	-	62.82
244.98	6.46	0.00	0.00	0.02	20.75	15.67	7.36	6.33	4.61	3.18	1.97	0.92	0.00	-	-	-	60.81
267.26	3.69	0.00	0.00	0.02	16.86	13.20	6.36	5.56	5.76	4.24	2.95	1.84	0.86	0.00	-	-	57.64
289.53	0.92	0.00	0.00	0.01	12.97	10.72	5.36	4.80	5.06	5.30	3.93	2.76	1.73	0.82	0.00	-	53.45
311.80	0.00	0.00	0.00	0.01	9.08	8.25	4.35	4.05	4.37	4.65	4.92	3.68	2.59	1.64	0.78	0.00	48.35
334.07	0.00	0.00	0.00	0.00	5.19	5.77	3.35	3.29	3.68	4.02	4.32	4.60	3.46	2.45	1.55	0.74	42.41
356.34	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	3.30	2.34	2.53	2.99	3.38	3.73	4.04	4.32	3.27	2.33	1.48	35.01
378.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.82	1.34	1.77	2.30	2.75	3.14	3.49	3.80	4.09	3.11	2.22	28.82
400.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	1.01	1.61	2.11	2.55	2.94	3.28	3.59	3.88	2.96	24.27
423.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.92	1.48	1.96	2.39	2.76	3.10	3.41	3.70	19.97
445.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.85	1.37	1.83	2.24	2.61	2.94	3.25	15.33
467.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.78	1.28	1.73	2.12	2.48	2.81	11.42
489.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.73	1.21	1.63	2.01	2.36	8.15
512.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.69	1.14	1.55	1.92	5.49
534.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.65	1.08	1.48	3.39
556.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.62	1.03	1.82
579.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.59	0.75
601.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.15
623.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
645.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
668.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
690.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
712.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
734.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
757.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



## 3.4.4. Ponte 04

A bacia apresenta área de 13,05 km<sup>2</sup>, logo o método utilizado para o cálculo das vazões de projeto foi o Hidrograma Unitário Triangular (HUT).

Sua ocupação é constituída pelas seguintes áreas:

Ponderação do CN							
Área	A	B	C	D	E	CN	%
Cultivo (boa retenção)	51	67	76	80	-	72	5%
Pasto (retenção boa)	39	61	74	80	-	69	75%
Mata (retenção pobre)	45	66	77	83	-	73	15%
Área Urbana (retenção boa)	70	76	83	86	-	80	5%
						0	
Tipo de solo: LVad39	0%	50%	30%	20%	0%	71	100%

Portanto, o número de deflúvio (N), de acordo com o tipo de ocupação da bacia, e no tipo de solo predominante, é igual a 71.

Salienta-se, que estes estudos foram baseados em coeficientes de escoamento superficial que representam a situação atual da bacia, sendo que qualquer ocupação adicional deverá ser acompanhada de medidas que combatam o aumento do valor caudal, causado pelo incremento da impermeabilização do solo.

RESUMO		
Comprimento do talvegue	7485.83 m	7.49 km
Cota do exutório	345 m	-
Cota da cabeceira da bacia	420 m	-
Passo da curva de nível	40 m	-
Desnível - $\Delta H$	75 m	-
$\sum L_i \sqrt{S_i}$	83213.78	-
Declividade média	1.00%	10.02 m/km
Declividade equivalente	0.81%	8.09 m/km

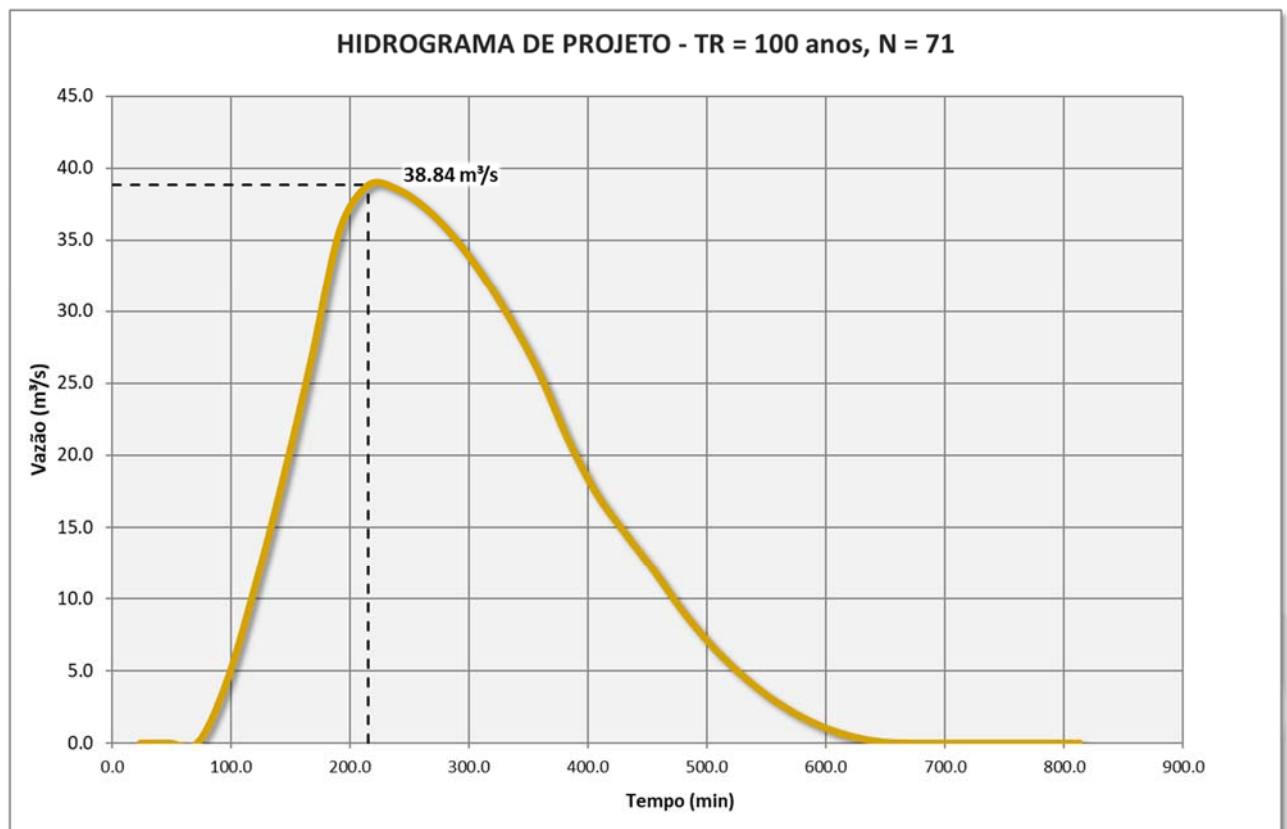
CÁLCULO DA DECLIVIDADE EQUIVALENTE						
Ponto	Cota	Trecho $L_i$ (m)	Trecho Acumulado (m)	Desnível $\Delta h_i$ (m)	Declividade $\Delta h_i / L_i$	$L_i \sqrt{S_i}$
1	420					
		2321.84	2321.84	20.00	0.01	25016.88
2	400					
		2178.42	4500.26	40.00	0.02	16076.12
3	360					
		2985.58	7485.83	15.00	0.01	42120.77
4	345					

TR	Vazão de projeto	
25 anos	$Q_{25}$	25.99 m <sup>3</sup> /s
50 anos	$Q_{50}$	31.84 m <sup>3</sup> /s
100 anos	$Q_{100}$	38.84 m <sup>3</sup> /s

A seguir são apresentados os cálculos das vazões de projeto para esta bacia, para o período de recorrência de 100 anos.

CÁLCULO DA VAZÃO DE PROJETO PELO MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIÂNGULAR							
Área da bacia:	13.05 km <sup>2</sup>		Período de retorno:	100 anos			
Declividade:	8.09 m/km		Coef. de deflúvio:	71.00			
Tempo de concentração:	179.47 min.		Tempo de pico:	119.65 min.			
Tempo de recessão:	199.81 min.		Duração unitária:	23.93 m <sup>3</sup> /s			
Tempo de base:	319.06 min.		Vazão de pico unitária:	13.63 m <sup>3</sup> /s			
$\Delta t$ (min)	$P_{total}$ (mm)	$P'$ (mm)	$\Delta P$ (mm)	$\Delta P$ Reagrup. (mm)	$\Delta P$ Acum. (mm)	$P_{efetivo}$ (mm)	$\Delta P_{efetivo}$ (mm)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23.93	46.12	46.12	46.12	4.97	4.97	0.00	0.00
47.86	62.07	62.07	15.96	7.36	12.33	0.00	0.00
71.79	72.02	72.02	9.95	9.95	22.28	0.02	0.02
95.72	79.38	79.38	7.36	46.12	68.40	15.00	14.97
119.65	85.29	85.29	5.91	15.96	84.35	24.17	9.18
143.58	90.26	90.26	4.97	5.91	90.26	27.89	3.71
167.50	94.58	94.58	4.32	4.32	94.58	30.69	2.81
191.43	98.41	98.41	3.83	3.83	98.41	33.25	2.55
215.36	101.86	101.86	3.45	3.45	101.86	35.59	2.35
239.29	105.02	105.02	3.15	3.15	105.02	37.77	2.18
263.22	107.92	107.92	2.91	2.91	107.92	39.80	2.04
287.15	110.63	110.63	2.70	2.70	110.63	41.72	1.91
311.08	113.15	113.15	2.53	2.53	113.15	43.53	1.81
335.01	115.53	115.53	2.38	2.38	115.53	45.25	1.72
358.94	117.77	117.77	2.24	2.24	117.77	46.89	1.64
382.87	119.90	119.90	2.13	2.13	119.90	48.45	1.57
406.80	121.93	121.93	2.03	2.03	121.93	49.96	1.50
430.73	123.86	123.86	1.93	1.93	123.86	51.40	1.44
454.66	125.71	125.71	1.85	1.85	125.71	52.79	1.39
478.58	127.49	127.49	1.78	1.78	127.49	54.13	1.34
502.51	129.20	129.20	1.71	1.71	129.20	55.43	1.30
526.44	130.85	130.85	1.65	1.65	130.85	56.68	1.26
550.37	132.44	132.44	1.59	1.59	132.44	57.90	1.22
574.30	133.97	133.97	1.54	1.54	133.97	59.09	1.18
598.23	135.46	135.46	1.49	1.49	135.46	60.24	1.15
622.16	136.90	136.90	1.44	1.44	136.90	61.35	1.12
646.09	138.30	138.30	1.40	1.40	138.30	62.45	1.09
670.02	139.67	139.67	1.36	1.36	139.67	63.51	1.06
693.95	140.99	140.99	1.32	1.32	140.99	64.55	1.04
717.88	142.28	142.28	1.29	1.29	142.28	65.56	1.01
741.81	143.53	143.53	1.26	1.26	143.53	66.55	0.99
765.74	144.76	144.76	1.23	1.23	144.76	67.52	0.97
789.66	145.96	145.96	1.20	1.20	145.96	68.47	0.95
813.59	147.13	147.13	1.17	1.17	147.13	69.40	0.93

CÁLCULO DA VAZÃO DE PROJETO PELO MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIÂNGULAR																
Área da bacia:	13.05 km <sup>2</sup>											Período de retorno:	100 anos			
Declividade:	8.09 m/km											Coef. de deflúvio:	71.00			
Tempo de concentração:	179.47 min.											Tempo de pico:	119.65 min.			
Tempo de recessão:	199.81 min.											Duração unitária:	23.93 min.			
Tempo de base:	319.06 min.											Vazão de pico unitária:	13.63 m <sup>3</sup> /s			
Vazão de base:	0.00 m <sup>3</sup> /s											Vazão de projeto:	38.84 m <sup>3</sup> /s			
Δt (min)	Q <sub>i</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Precipitação Efetiva													Q (m <sup>3</sup> /s)	
		0.00	0.00	0.00	1.50	0.92	0.37	0.28	0.26	0.23	0.22	0.20	0.19	0.18		0.17
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
23.93	2.73	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
47.86	5.45	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
71.79	8.18	0.00	0.00	0.01	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01
95.72	10.91	0.00	0.00	0.01	4.08	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.09
119.65	13.63	0.00	0.00	0.02	8.16	2.50	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	10.69
143.58	11.97	0.00	0.00	0.02	12.25	5.00	1.01	0.00	-	-	-	-	-	-	-	18.29
167.50	10.34	0.00	0.00	0.03	16.33	7.51	2.02	0.77	0.00	-	-	-	-	-	-	26.66
191.43	8.71	0.00	0.00	0.03	20.41	10.01	3.04	1.53	0.70	0.00	-	-	-	-	-	35.71
215.36	7.07	0.00	0.00	0.02	17.93	12.51	4.05	2.30	1.39	0.64	0.00	-	-	-	-	38.84
239.29	5.44	0.00	0.00	0.02	15.48	10.99	5.06	3.06	2.09	1.28	0.59	0.00	-	-	-	38.57
263.22	3.81	0.00	0.00	0.02	13.04	9.49	4.45	3.83	2.78	1.92	1.19	0.56	0.00	-	-	37.26
287.15	2.18	0.00	0.00	0.01	10.59	7.99	3.84	3.36	3.48	2.56	1.78	1.11	0.52	0.00	-	35.25
311.08	0.54	0.00	0.00	0.01	8.15	6.49	3.23	2.90	3.05	3.20	2.37	1.67	1.04	0.49	0.00	32.61
335.01	0.00	0.00	0.00	0.00	5.70	4.99	2.63	2.44	2.64	2.81	2.97	2.22	1.57	0.99	0.47	29.43
358.94	0.00	0.00	0.00	0.00	3.26	3.50	2.02	1.99	2.22	2.43	2.61	2.78	2.09	1.48	0.94	25.74
382.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.81	2.00	1.41	1.53	1.80	2.04	2.25	2.44	2.61	1.97	1.41	21.17
406.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.81	1.07	1.39	1.66	1.90	2.10	2.29	2.47	1.87	17.40
430.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.61	0.97	1.28	1.54	1.77	1.98	2.17	2.34	14.65
454.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.56	0.89	1.18	1.44	1.67	1.87	2.06	12.06
478.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.51	0.83	1.11	1.35	1.58	1.78	9.26
502.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.47	0.78	1.04	1.28	1.50	6.89
526.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.44	0.73	0.99	1.22	4.92
550.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.42	0.69	0.94	3.31
574.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.39	0.65	2.04
598.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.37	1.10
622.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.45
646.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09
670.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
693.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
717.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
741.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
765.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
789.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
813.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



## 3.4.5. Ponte 05

A bacia apresenta área de 15,00 km<sup>2</sup>, logo o método utilizado para o cálculo das vazões de projeto foi o Hidrograma Unitário Triangular (HUT).

Sua ocupação é constituída pelas seguintes áreas:

Ponderação do CN							
Área	A	B	C	D	E	CN	%
Cultivo (boa retenção)	51	67	76	80	-	72	5%
Pasto (retenção boa)	39	61	74	80	-	69	75%
Mata (retenção pobre)	45	66	77	83	-	73	15%
Área Urbana (retenção boa)	70	76	83	86	-	80	5%
						0	
Tipo de solo: LVad39	0%	50%	30%	20%	0%	71	100%

Portanto, o número de deflúvio (N), de acordo com o tipo de ocupação da bacia, e no tipo de solo predominante, é igual a 71.

Salienta-se, que estes estudos foram baseados em coeficientes de escoamento superficial que representam a situação atual da bacia, sendo que qualquer ocupação adicional deverá ser acompanhada de medidas que combatam o aumento do valor caudal, causado pelo incremento da impermeabilização do solo.

RESUMO		
Comprimento do talvegue	8667.41 m	8.67 km
Cota do exutório	344 m	-
Cota da cabeceira da bacia	420 m	-
Passo da curva de nível	40 m	-
Desnível - $\Delta H$	76 m	-
$\Sigma L_i/\sqrt{S_i}$	108344.05	-
Declividade média	0.88%	8.77 m/km
Declividade equivalente	0.64%	6.40 m/km

CÁLCULO DA DECLIVIDADE EQUIVALENTE						
Ponto	Cota	Trecho $L_i$ (m)	Trecho Acumulado (m)	Desnível $\Delta h_i$ (m)	Declividade $\Delta h_i/L_i$	$L_i/\sqrt{S_i}$
1	420					
		2321.84	2321.84	20.00	0.01	25016.90
2	400					
		2178.42	4500.26	40.00	0.02	16076.16
3	360					
		4167.15	8667.41	16.00	0.00	67250.99
4	344					

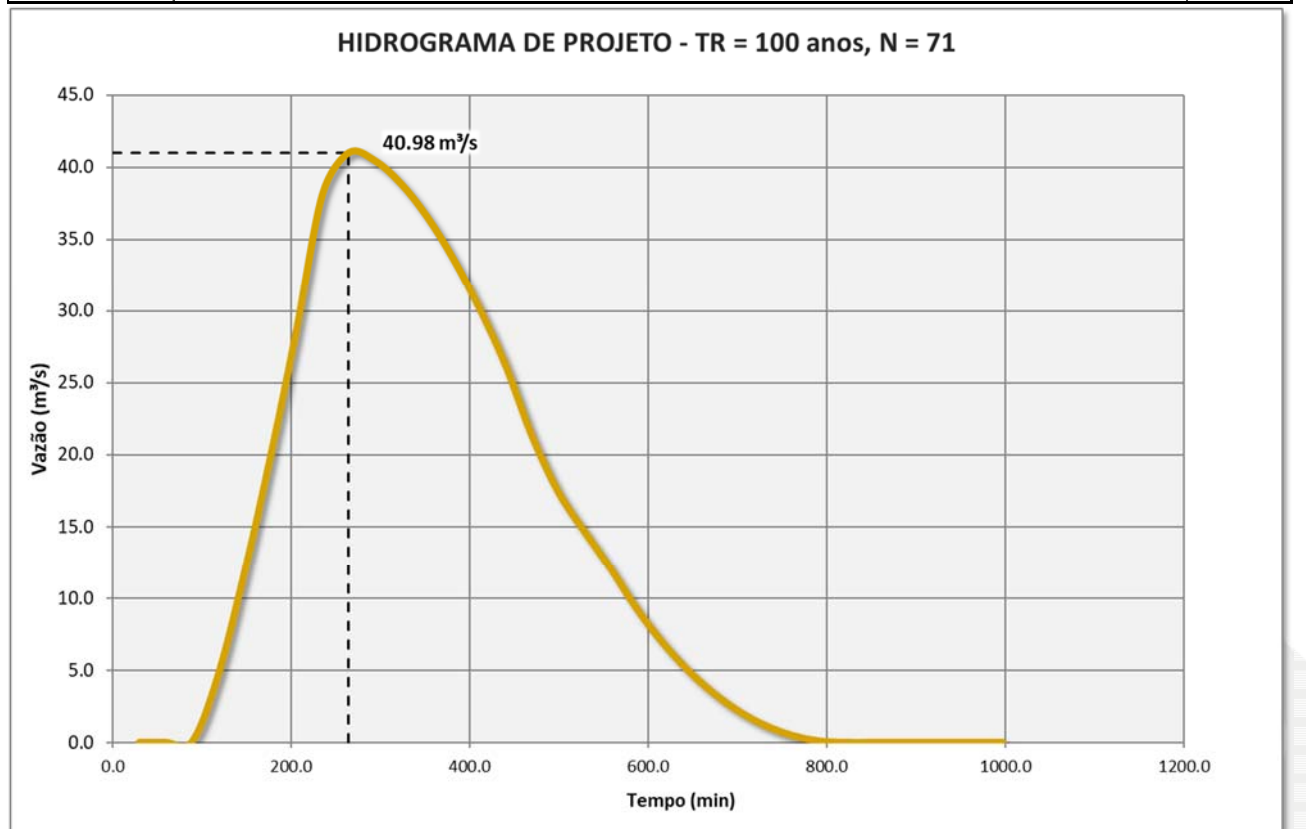
TR	Vazão de projeto	
25 anos	$Q_{25}$	27.60 m <sup>3</sup> /s
50 anos	$Q_{50}$	33.79 m <sup>3</sup> /s
100 anos	$Q_{100}$	40.98 m <sup>3</sup> /s



A seguir são apresentados os cálculos das vazões de projeto para esta bacia, para o período de recorrência de 100 anos.

CÁLCULO DA VAZÃO DE PROJETO PELO MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIÂNGULAR							
Área da bacia:	15.00 km <sup>2</sup>	Período de retorno:	100 anos				
Declividade:	6.40 m/km	Coef. de deflúvio:	71.00				
Tempo de concentração:	219.91 min.	Tempo de pico:	146.60 min.				
Tempo de recessão:	244.83 min.	Duração unitária:	29.32 m <sup>3</sup> /s				
Tempo de base:	390.95 min.	Vazão de pico unitária:	12.79 m <sup>3</sup> /s				
$\Delta t$ (min)	$P_{total}$ (mm)	$P'$ (mm)	$\Delta P$ (mm)	$\Delta P$ Reagrup. (mm)	$\Delta P$ Acum. (mm)	$P_{efetivo}$ (mm)	$\Delta P_{efetivo}$ (mm)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29.32	50.65	50.65	50.65	5.14	5.14	0.00	0.00
58.64	67.00	67.00	16.35	7.56	12.70	0.00	0.00
87.96	77.19	77.19	10.19	10.19	22.89	0.04	0.04
117.28	84.75	84.75	7.56	50.65	73.54	17.80	17.76
146.60	90.84	90.84	6.09	16.35	89.89	27.65	9.85
175.93	95.97	95.97	5.14	6.09	95.97	31.62	3.97
205.25	100.44	100.44	4.47	4.47	100.44	34.62	3.00
234.57	104.42	104.42	3.97	3.97	104.42	37.35	2.73
263.89	108.00	108.00	3.59	3.59	108.00	39.86	2.51
293.21	111.28	111.28	3.28	3.28	111.28	42.19	2.33
322.53	114.31	114.31	3.03	3.03	114.31	44.36	2.18
351.85	117.12	117.12	2.81	2.81	117.12	46.41	2.05
381.17	119.75	119.75	2.63	2.63	119.75	48.35	1.94
410.49	122.23	122.23	2.48	2.48	122.23	50.18	1.84
439.81	124.58	124.58	2.34	2.34	124.58	51.93	1.75
469.14	126.80	126.80	2.22	2.22	126.80	53.61	1.67
498.46	128.92	128.92	2.12	2.12	128.92	55.21	1.60
527.78	130.94	130.94	2.02	2.02	130.94	56.75	1.54
557.10	132.87	132.87	1.94	1.94	132.87	58.24	1.49
586.42	134.73	134.73	1.86	1.86	134.73	59.67	1.43
615.74	136.52	136.52	1.79	1.79	136.52	61.06	1.39
645.06	138.25	138.25	1.72	1.72	138.25	62.40	1.34
674.38	139.91	139.91	1.66	1.66	139.91	63.70	1.30
703.70	141.52	141.52	1.61	1.61	141.52	64.96	1.26
733.02	143.08	143.08	1.56	1.56	143.08	66.19	1.23
762.35	144.59	144.59	1.51	1.51	144.59	67.39	1.20
791.67	146.06	146.06	1.47	1.47	146.06	68.55	1.16
820.99	147.48	147.48	1.43	1.43	147.48	69.69	1.14
850.31	148.87	148.87	1.39	1.39	148.87	70.79	1.11
879.63	150.22	150.22	1.35	1.35	150.22	71.88	1.08
908.95	151.54	151.54	1.32	1.32	151.54	72.93	1.06
938.27	152.82	152.82	1.29	1.29	152.82	73.97	1.04
967.59	154.08	154.08	1.26	1.26	154.08	74.98	1.01
996.91	155.31	155.31	1.23	1.23	155.31	75.98	0.99

CÁLCULO DA VAZÃO DE PROJETO PELO MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIÂNGULAR																
Área da bacia:	15.00 km <sup>2</sup>											Período de retorno:	100 anos			
Declividade:	6.40 m/km											Coef. de deflúvio:	71.00			
Tempo de concentração:	219.91 min.											Tempo de pico:	146.60 min.			
Tempo de recessão:	244.83 min.											Duração unitária:	29.32 min.			
Tempo de base:	390.95 min.											Vazão de pico unitária:	12.79 m <sup>3</sup> /s			
Vazão de base:	0.00 m <sup>3</sup> /s											Vazão de projeto:	40.98 m <sup>3</sup> /s			
Δt (min)	Q <sub>i</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Precipitação Efetiva													Q (m <sup>3</sup> /s)	
		0.00	0.00	0.00	1.78	0.98	0.40	0.30	0.27	0.25	0.23	0.22	0.20	0.19		0.18
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
29.32	2.56	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
58.64	5.11	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
87.96	7.67	0.00	0.00	0.01	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01
117.28	10.23	0.00	0.00	0.02	4.54	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.56
146.60	12.79	0.00	0.00	0.03	9.08	2.52	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	11.63
175.93	11.23	0.00	0.00	0.04	13.62	5.04	1.01	0.00	-	-	-	-	-	-	-	19.72
205.25	9.70	0.00	0.00	0.06	18.17	7.56	2.03	0.77	0.00	-	-	-	-	-	-	28.58
234.57	8.17	0.00	0.00	0.05	22.71	10.08	3.04	1.54	0.70	0.00	-	-	-	-	-	38.11
263.89	6.64	0.00	0.00	0.04	19.94	12.59	4.06	2.30	1.40	0.64	0.00	-	-	-	-	40.98
293.21	5.10	0.00	0.00	0.04	17.22	11.06	5.07	3.07	2.09	1.28	0.60	0.00	-	-	-	40.44
322.53	3.57	0.00	0.00	0.03	14.50	9.55	4.46	3.84	2.79	1.92	1.19	0.56	0.00	-	-	38.85
351.85	2.04	0.00	0.00	0.02	11.78	8.04	3.85	3.37	3.49	2.57	1.79	1.11	0.52	0.00	-	36.55
381.17	0.51	0.00	0.00	0.02	9.06	6.54	3.24	2.91	3.06	3.21	2.38	1.67	1.05	0.49	0.00	33.64
410.49	0.00	0.00	0.00	0.01	6.35	5.03	2.63	2.45	2.65	2.82	2.98	2.23	1.57	0.99	0.47	30.17
439.81	0.00	0.00	0.00	0.00	3.63	3.52	2.03	1.99	2.23	2.43	2.61	2.78	2.09	1.48	0.94	26.19
469.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.91	2.01	1.42	1.53	1.81	2.05	2.26	2.44	2.62	1.98	1.41	21.33
498.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.81	1.07	1.39	1.66	1.90	2.11	2.30	2.47	1.88	17.45
527.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.61	0.98	1.28	1.54	1.78	1.99	2.17	2.35	14.69
557.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.56	0.90	1.19	1.44	1.67	1.88	2.06	12.09
586.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.51	0.83	1.11	1.36	1.58	1.78	9.28
615.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.48	0.78	1.04	1.28	1.50	6.91
645.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.44	0.73	0.99	1.22	4.93
674.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.42	0.69	0.94	1.16	3.32
703.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.40	0.66	0.89	1.10	2.05
733.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.38	0.63	1.10
762.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.36	0.45
791.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.09
820.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
850.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
879.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
908.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
938.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
967.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
996.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



### 3.5. Determinação do nível d'água

Trata-se da verificação da capacidade hidráulica da seção de interesse, ou seja, determinação do nível máximo de água na seção topobatimétrica do canal projetado considerando um período de retorno igual a 100 anos, devido à relevância da obra.

Salienta-se que a borda livre mínima será determinada como sendo o maior valor dentre os listados abaixo:

- Borda livre mínima exigida pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) na instrução de projeto IPR 715 é de 1,00 m em relação à cota inferior da estrutura da ponte.
- $0.2 \times (\text{Cota N.A. máximo} - \text{cota de fundo})$ .

Com relação à velocidade média do escoamento na seção da ponte, deve ser compatível com o tipo de revestimento.

As seções batimétricas levantadas serão apresentadas em volume específico.

#### 3.5.1. Ponte 01

<b>DADOS DA SEÇÃO TRANSVERSAL</b>					
<b>Afastamento em relação ao eixo (m)</b>	<b>Cota (m)</b>	<b>Área da seção molhada (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Perímetro molhado (m)</b>	<b>Largura da lâmina d'água (m)</b>	<b>Coefficiente de rugosidade</b>
-24.975	352.254	0.000	0.000	0.000	0.045
-24.682	352.249	0.000	0.000	0.000	0.045
-23.626	352.232	0.000	0.000	0.000	0.045
-23.380	352.228	0.000	0.000	0.000	0.045
-22.571	352.220	0.000	0.000	0.000	0.045
-14.892	352.150	0.000	0.000	0.000	0.045
-4.998	349.978	6.081	7.621	7.444	0.040
-2.999	349.229	4.015	2.135	1.999	0.040
-1.061	349.113	4.731	1.942	1.938	0.040
0.821	348.220	5.543	2.083	1.882	0.040
9.714	352.123	13.106	8.439	7.728	0.045
9.714	352.123	0.000	0.000	0.000	0.045
10.679	352.169	0.000	0.000	0.000	0.045
11.789	352.094	0.000	0.000	0.000	0.045
12.776	352.177	0.000	0.000	0.000	0.045
15.659	352.280	0.000	0.000	0.000	0.045
16.032	352.473	0.000	0.000	0.000	0.045
19.604	352.545	0.000	0.000	0.000	0.045
19.931	352.527	0.000	0.000	0.000	0.045
20.271	352.509	0.000	0.000	0.000	0.045
20.806	352.474	0.000	0.000	0.000	0.045
24.415	352.753	0.000	0.000	0.000	0.045
25.025	352.801	0.000	0.000	0.000	0.045

<b>DADOS HIDRÁULICOS DO CANAL</b>			
Área da seção molhada (m <sup>2</sup> )	Perímetro Molhado (m)	Largura da lâmina d'água (m)	Rugosidade média
33.476	22.220	20.991	0.042
Vazão de Capacidade (m <sup>3</sup> /s)	Velocidade média (m/s)	Número de Froude Fr <sup>2</sup>	Regime de escoamento
57.51	1.72	0.189	subcrítico

<b><u>VARIAVEL</u></b>	<b><u>VALOR</u></b>
Cota de fundo (m)	348.22
Froude	0.19
Manning médio	0.042
Vazão (m <sup>3</sup> /s)	57.51
Cota N.A. máximo (m)	351.61
Altura d'água (m)	3.39
Borda livre <b>mínima</b> (m)	<b>1.00</b>
Cota <b>mínima</b> do infratorso das vigas da ponte (m)	<b>352.61</b>
Velocidade média (m/s)	1.72



## 3.5.2. Ponte 02

<b>DADOS DA SECÃO TRANSVERSAL</b>					
<b>Afastamento em relação ao eixo (m)</b>	<b>Cota (m)</b>	<b>Área da seção molhada (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Perímetro molhado (m)</b>	<b>Largura da lâmina d'água (m)</b>	<b>Coefficiente de rugosidade</b>
-24.975	348.495	0.000	0.000	0.000	0.040
-24.505	348.477	0.000	0.000	0.000	0.040
-23.022	348.421	0.000	0.000	0.000	0.040
-22.733	348.384	0.000	0.000	0.000	0.040
-21.846	348.323	0.000	0.000	0.000	0.040
-21.442	348.289	0.000	0.000	0.000	0.040
-20.235	348.187	0.000	0.000	0.000	0.040
-18.125	348.207	0.000	0.000	0.000	0.040
-16.966	348.094	0.000	0.000	0.000	0.040
-15.510	347.838	0.000	0.000	0.000	0.040
-12.899	347.450	0.000	0.000	0.000	0.040
-11.380	347.335	0.000	0.000	0.000	0.040
-9.939	347.282	0.000	0.000	0.000	0.040
-8.469	347.365	0.000	0.000	0.000	0.040
-6.653	345.992	0.205	0.923	0.737	0.035
-0.607	342.934	12.608	6.775	6.046	0.035
1.559	343.252	7.485	2.189	2.166	0.035
3.900	344.927	5.755	2.878	2.340	0.035
5.297	346.057	1.476	1.797	1.397	0.035
8.939	347.406	0.326	1.415	1.327	0.040
9.511	347.382	0.000	0.000	0.000	0.040
9.731	347.497	0.000	0.000	0.000	0.040
13.232	347.580	0.000	0.000	0.000	0.040
13.324	347.581	0.000	0.000	0.000	0.040
13.555	347.603	0.000	0.000	0.000	0.040
17.655	348.440	0.000	0.000	0.000	0.040
18.943	348.419	0.000	0.000	0.000	0.040
19.755	348.588	0.000	0.000	0.000	0.040
21.290	348.746	0.000	0.000	0.000	0.040
22.538	348.834	0.000	0.000	0.000	0.040
25.025	349.119	0.000	0.000	0.000	0.040

<b>DADOS HIDRÁULICOS DO CANAL</b>			
<b>Área da seção molhada (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Perímetro Molhado (m)</b>	<b>Largura da lâmina d'água (m)</b>	<b>Rugosidade média</b>
27.857	15.978	14.013	0.035
<b>Vazão de Capacidade (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Velocidade média (m/s)</b>	<b>Número de Froude Fr<sup>2</sup></b>	<b>Regime de escoamento</b>
62.36	2.24	0.257	subcrítico

<u>VARIÁVEL</u>	<u>VALOR</u>
Cota de fundo (m)	342.93
Froude	0.26
Manning médio	0.035
Vazão (m <sup>3</sup> /s)	62.36
Cota N.A. máximo (m)	346.55
Altura d'água (m)	3.61
Borda livre <b>mínima</b> (m)	<b>1.00</b>
Cota <b>mínima</b> do infradorso das vigas da ponte (m)	<b>347.55</b>
Velocidade média (m/s)	2.24

## 3.5.3. Ponte 03

<u>DADOS DA SEÇÃO TRANSVERSAL</u>					
<u>Afastamento em relação ao eixo (m)</u>	<u>Cota (m)</u>	<u>Área da seção molhada (m<sup>2</sup>)</u>	<u>Perímetro molhado (m)</u>	<u>Largura da lâmina d'água (m)</u>	<u>Coefficiente de rugosidade</u>
-25.856	344.665	0.000	0.000	0.000	0.045
-25.842	344.663	0.000	0.000	0.000	0.045
-24.142	344.434	0.000	0.000	0.000	0.045
-21.054	344.002	0.085	1.112	1.101	0.045
-16.862	344.036	0.574	4.192	4.192	0.045
-11.864	343.583	1.731	5.018	4.997	0.045
-10.145	343.264	1.259	1.748	1.719	0.045
-5.130	342.296	6.902	5.108	5.016	0.040
-5.103	342.294	0.050	0.027	0.027	0.040
-5.098	342.294	0.010	0.005	0.005	0.040
-0.808	341.421	9.858	4.377	4.289	0.040
6.781	342.366	17.172	7.648	7.589	0.040
9.852	343.060	4.432	3.149	3.071	0.045
12.933	343.374	2.893	3.097	3.082	0.045
15.009	343.877	1.100	2.135	2.075	0.045
18.436	344.003	0.741	3.430	3.427	0.045
24.144	344.379	0.178	2.328	2.323	0.045

<u>DADOS HIDRÁULICOS DO CANAL</u>			
<u>Área da seção molhada (m<sup>2</sup>)</u>	<u>Perímetro Molhado (m)</u>	<u>Largura da lâmina d'água (m)</u>	<u>Rugosidade média</u>
46.983	43.375	42.914	0.043
<u>Vazão de Capacidade (m<sup>3</sup>/s)</u>	<u>Velocidade média (m/s)</u>	<u>Número de Froude Fr<sup>2</sup></u>	<u>Regime de escoamento</u>
63.09	1.34	0.168	subcrítico

<u>VARIAVEL</u>	<u>VALOR</u>
Cota de fundo (m)	341.42
Froude	0.17
Manning médio	0.043
Vazão (m <sup>3</sup> /s)	63.09
Cota N.A. máximo (m)	344.16
Altura d'água (m)	2.74
Borda livre <b>mínima</b> (m)	<b>1.00</b>
Cota <b>mínima</b> do infradorso das vigas da ponte (m)	<b>345.16</b>
Velocidade média (m/s)	1.34

## 3.5.4. Ponte 04

<u>DADOS DA SEÇÃO TRANSVERSAL</u>					
Afastamento em relação ao eixo (m)	Cota (m)	Área da seção molhada (m <sup>2</sup> )	Perímetro molhado (m)	Largura da lâmina d'água (m)	Coefficiente de rugosidade
-25.756	348.790	0.000	0.000	0.000	0.045
-25.487	348.747	0.000	0.000	0.000	0.045
-23.971	348.505	0.000	0.000	0.000	0.045
-23.954	348.502	0.000	0.000	0.000	0.045
-23.741	348.521	0.000	0.000	0.000	0.045
-23.530	348.476	0.000	0.000	0.000	0.045
-22.455	348.387	0.011	0.507	0.506	0.045
-15.268	347.826	2.317	7.208	7.186	0.045
-14.053	347.675	0.825	1.225	1.216	0.045
-11.973	347.553	1.696	2.084	2.080	0.045
-8.729	347.476	2.967	3.245	3.244	0.040
-4.264	346.981	5.361	4.492	4.465	0.040
0.697	345.120	11.798	5.298	4.961	0.040
2.247	346.424	4.118	2.025	1.550	0.040
7.581	348.578	4.980	5.356	4.966	0.040
15.429	348.150	0.714	5.129	5.122	0.045
17.437	348.320	0.390	2.015	2.008	0.045
17.673	348.324	0.025	0.236	0.236	0.045
19.917	348.356	0.200	2.244	2.244	0.045
20.457	348.364	0.037	0.540	0.540	0.045
22.161	348.378	0.099	1.704	1.704	0.045
24.006	348.392	0.081	1.845	1.845	0.045
24.244	348.387	0.009	0.238	0.238	0.045

<u>DADOS HIDRÁULICOS DO CANAL</u>			
Área da seção molhada (m <sup>2</sup> )	Perímetro Molhado (m)	Largura da lâmina d'água (m)	Rugosidade média
35.628	45.392	44.110	0.043
Vazão de Capacidade (m <sup>3</sup> /s)	Velocidade média (m/s)	Número de Froude Fr <sup>2</sup>	Regime de escoamento
38.84	1.09	0.150	subcrítico

<u>VARIÁVEL</u>	<u>VALOR</u>
Cota de fundo (m)	345.12
Froude	0.15
Manning médio	0.043
Vazão (m <sup>3</sup> /s)	38.84
Cota N.A. máximo (m)	348.43
Altura d'água (m)	3.31
Borda livre <b>mínima</b> (m)	<b>1.00</b>
Cota <b>mínima</b> do infradorso das vigas da ponte (m)	<b>349.43</b>
Velocidade média (m/s)	1.09

## 3.5.5. Ponte 05

<u>DADOS DA SEÇÃO TRANSVERSAL</u>					
<u>Afastamento em relação ao eixo (m)</u>	<u>Cota (m)</u>	<u>Área da seção molhada (m<sup>2</sup>)</u>	<u>Perímetro molhado (m)</u>	<u>Largura da lâmina d'água (m)</u>	<u>Coefficiente de rugosidade</u>
-26.922	349.543	0.000	0.000	0.000	0.045
-25.023	349.472	0.000	0.000	0.000	0.045
-23.541	349.415	0.000	0.000	0.000	0.045
-23.252	349.378	0.000	0.000	0.000	0.045
-22.364	349.318	0.000	0.000	0.000	0.045
-21.961	349.284	0.000	0.000	0.000	0.045
-20.754	349.182	0.000	0.000	0.000	0.045
-18.643	349.202	0.000	0.000	0.000	0.045
-17.484	349.089	0.000	0.000	0.000	0.045
-16.028	348.832	0.000	0.000	0.000	0.045
-13.417	348.445	0.000	0.000	0.000	0.045
-11.898	348.329	0.000	0.000	0.000	0.045
-10.457	348.277	0.000	0.000	0.000	0.045
-8.988	348.359	0.000	0.000	0.000	0.045
-5.050	347.070	1.035	2.646	2.515	0.040
-3.704	346.014	1.818	1.710	1.345	0.040
-1.126	344.710	6.528	2.890	2.579	0.040
2.755	345.752	10.332	4.019	3.881	0.040
5.339	347.903	2.753	3.346	2.572	0.040
8.421	348.401	0.000	0.000	0.000	0.045
8.992	348.376	0.000	0.000	0.000	0.045
9.212	348.492	0.000	0.000	0.000	0.045
12.713	348.574	0.000	0.000	0.000	0.045
12.806	348.575	0.000	0.000	0.000	0.045
13.036	348.598	0.000	0.000	0.000	0.045
17.137	349.435	0.000	0.000	0.000	0.045
18.424	349.414	0.000	0.000	0.000	0.045
19.237	349.582	0.000	0.000	0.000	0.045
20.772	349.741	0.000	0.000	0.000	0.045
22.019	349.829	0.000	0.000	0.000	0.045
23.078	349.950	0.000	0.000	0.000	0.045



<b>DADOS HIDRÁULICOS DO CANAL</b>			
Área da seção molhada (m <sup>2</sup> )	Perímetro Molhado (m)	Largura da lâmina d'água (m)	Rugosidade média
22.465	14.611	12.892	0.040
Vazão de Capacidade (m <sup>3</sup> /s)	Velocidade média (m/s)	Número de Froude Fr <sup>2</sup>	Regime de escoamento
40.98	1.82	0.195	subcrítico

<u>VARIAVEL</u>	<u>VALOR</u>
Cota de fundo (m)	344.71
Froude	0.19
Manning médio	0.040
Vazão (m <sup>3</sup> /s)	40.98
Cota N.A. máximo (m)	347.89
Altura d'água (m)	3.18
Borda livre <b>mínima</b> (m)	<b>1.00</b>
Cota <b>mínima</b> do infradorso das vigas da ponte (m)	<b>348.89</b>
Velocidade média (m/s)	1.82



#### 4. SOLUÇÃO PARA REVESTIMENTO PRIMÁRIO

As atividades de terraplenagem serão executadas considerando algumas diretrizes do projeto para que a via local obtenha duas condições: boa capacidade de suporte e aderência.

A capacidade de suporte está relacionada com a deformação da via. Quando o material não é de boa qualidade e/ou não passa por um processo adequado de compactação surge o problema dos trilhos de roda, ver Figura 12.

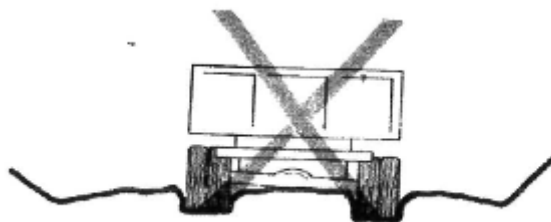


Figura 12 - Trilhos de roda.

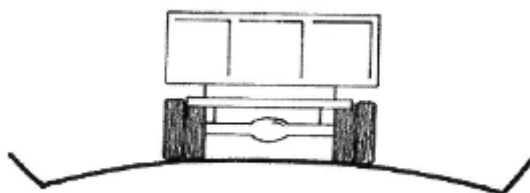


Figura 13 - Capacidade de suporte satisfatória.

Outro grande problema das estradas não pavimentadas, quando em um estado precário de conservação, está relacionado com a aderência do pneu com a via. Em casos extremos, o veículo não consegue tração o que inviabiliza a utilização do local.

Muito importante, para evitar esse tipo de problema, é uma mistura homogênea de um solo argilo arenoso com material rochoso.

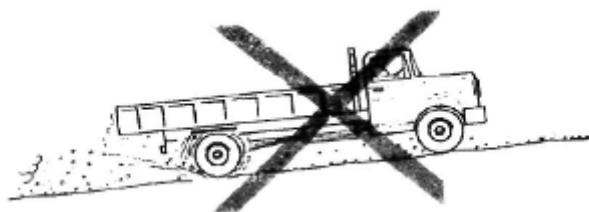


Figura 14 - Condições inadequadas de aderência.

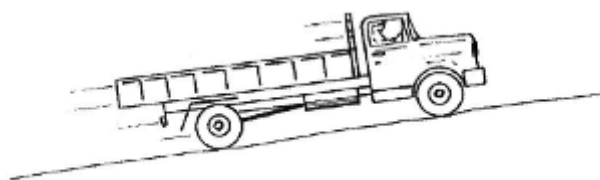


Figura 15 - Pista com condições ideais de aderência.

Para recuperação das vias rurais no município de Terenos, recomenda-se que seja seguido algumas práticas na execução dos serviços de terraplenagem. São elas:

- ✓ Limpeza do terreno, mantendo a inclinação transversal da via em 3%.

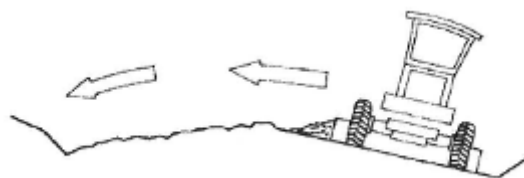


Figura 16 - Limpeza do terreno.

- ✓ Com terreno limpo, o material que será utilizado na execução do revestimento é lançado sobre o terreno e em seguida regularizado de maneira uniforme.



Figura 17 - Execução do revestimento na via.

- ✓ Como material aplicado sobre o terreno natural, o mesmo precisa receber água para que se inicie o processo de compactação. Muito importante que essa quantidade de água seja controlada por engenheiro de campo com experiência em obras de terraplenagem.

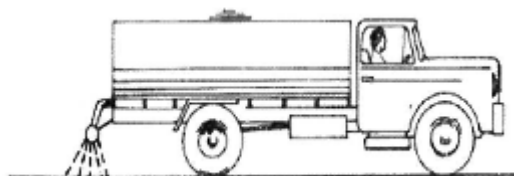


Figura 18 - Processo de hidratação do material para compactação.



Figura 19 - Material na umidade ótima.



Figura 20 - Material saturado.

4. Em seguida, o processo de compactação é iniciado.

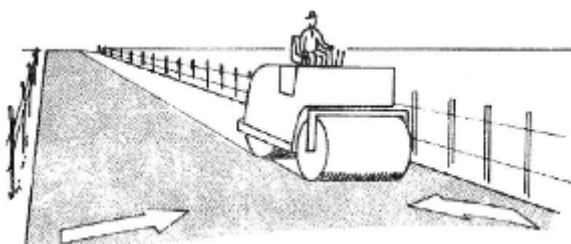
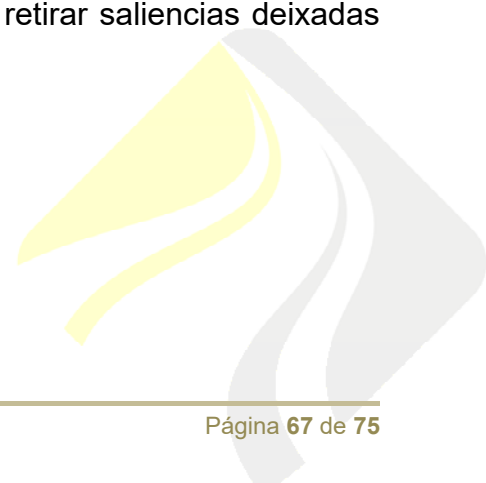
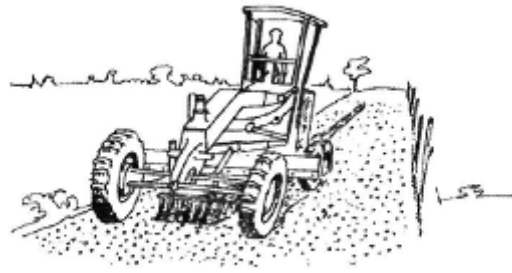


Figura 21 – Compactação.

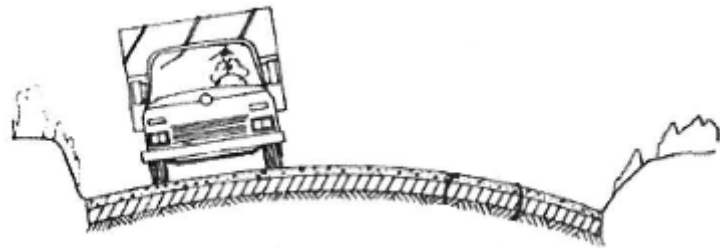
5. Ao final da compactação é feita uma raspagem para retirar saliências deixadas pela compactação.





*Figura 22 - Raspagem do terreno.*

6. Situação final, com a via pronto para o uso.



*Figura 23 - Obra finalizada.*



### III. ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO

Este item tem por objetivo apresentar as especificações de serviço necessárias para a execução das obras:

- ET-DE-P00/001 - Melhoria e preparo do subleito;
- ET-DE-P00/013 - Revestimento primário;
- DNIT 028/2004- ES (\*) - Drenagem – Limpeza e desobstrução de dispositivos de drenagem;
- DNIT 104/2009-ES - Terraplenagem - Serviços preliminares;
- DNIT 105/2009-ES - Terraplenagem - Caminhos de serviço;
- DNIT 106/2009-ES - Terraplenagem - Cortes;
- DNIT 107/2009-ES - Terraplenagem - Empréstimos;
- DNIT 108/2009-ES - Terraplenagem - Aterros.



#### IV. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



Apresenta-se na sequência a relação dos principais documentos e bibliografias considerados no desenvolvimento destes estudos:

- ANA - Agência Nacional das Águas. Hidroweb: Sistemas de informações hidrológicas. Disponível: <http://hidroweb.ana.gov.br>;
- CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Disponível: <http://www.cprm.gov.br>;
- DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Manual de hidrologia básica para estruturas de drenagem – IPR 715. 2. ed. Rio de Janeiro, 2005;
- DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Manual de drenagem de rodovias – IPR 724. 2. ed.. Rio de Janeiro, 2006;
- DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretrizes Básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários – IPR 726. 3. ed. Rio de Janeiro, 2006;
- EMBRAPA. Mapa de solos do Brasil. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2011 – Escala 1:5.000.000;
- Embrapa. 2006 Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos;
- FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. 1994;
- Google Earth. Disponível: <http://www.google.com/earth>;
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível: <http://www.ibge.gov.br>;
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990. Disponível: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>;
- Instrução de Projeto do DER/SP – IP-DE-H00/001 – Estudos Hidrológicos;
- Instrução de Projeto do DER/SP – IP-DE-H00/002 – Projeto de Drenagem;
- “Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem” (IPR-715), DNIT, 2005.
- Rubel, F., and M. Kottek, 2010: Observed and projected climate shifts 1901-2100 depicted by world maps of the Köppen-Geiger climate classification. Meteorol. Z., 19, 135-141. Disponível: <http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/shifts.htm>;
- SEMADE. Disponível: <http://www.semade.ms.gov.br>;
- Santos, G. G., et al. Intensidade-duração-frequência de chuvas para o Estado de Mato Grosso do Sul. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. V.13, p.899-905, 2009;

- Sartori, A. Avaliação da Classificação Hidrológica do Solo para a Determinação do Excesso de Chuva do Método do Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos. Campinas, 2004.



**V. TERMO DE ENCERRAMENTO**

A **Oliveira & Rae Engenharia Ltda.** faz o encerramento do presente documento, Projeto Executivo – Volume 1, composto por 75 (setenta e cinco) páginas, incluindo esta, numeradas em ordem sequencial crescente, no qual se destinou a elaboração de projeto executivo de engenharia para revestimento primário de estradas vicinais, no Assentamento Liberdade Camponesa localizado no município de Corguinho/MS.

Este documento se refere a revisão 00, ou seja, a emissão inicial, e está detalhada no quadro abaixo, para melhor conferência dos trabalhos.

Revisão	Data	Comentário
00	02/01/18	Emissão inicial

**Campo Grande / MS, janeiro de 2018,**



**Oliveira & Rae Engenharia LTDA**  
*Engº. Agnaldo J. de Oliveira Jr.*  
*Coordenador Técnico*

