



PREFEITURA MUNICIPAL DE SOORETAMA/ES

**PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA EXECUÇÃO
DAS OBRAS E SERVIÇOS DE IMPLANTAÇÃO E URBANIZAÇÃO
DA TRAVESSIA DO ALEGRE
EM SOORETAMA, ESPIRITO SANTO**

VOLUME 01 – RELATÓRIO DE PROJETO

Consultoria:



**AVANTEC
Engenharia**

**Vitória/ES
2022**

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	8
2	MAPA DE SITUAÇÃO / LOCALIZAÇÃO	9
3	ESTUDOS.....	11
3.1	ESTUDOS TOPOGRÁFICOS.....	12
3.1.1	IMPLANTAÇÃO DE REDE DE APOIO BÁSICO COM MARCOS DE CONCRETO.....	12
3.1.2	PROCESSAMENTO DE VETORES.....	13
3.1.3	AJUSTAMENTO DE VETORES.....	13
3.1.4	INVENTÁRIO TOPOGRÁFICO	14
3.1.5	RELATORIO FOTOGRÁFICO.....	15
3.1.6	APRESENTAÇÃO.....	25
3.2	ESTUDOS HIDROLÓGICOS.....	26
3.2.1	INTRODUÇÃO.....	26
3.2.2	METODOLOGIA	27
3.2.3	CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA.....	27
3.2.4	CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA ÁREA	29
3.2.5	PLUVIOMETRIA	34
3.2.6	MÉTODOS E PARÂMETROS PARA A DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES DE PROJETO	42
3.2.7	DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES DE PROJETO	51
3.2.8	CONCLUSÃO	56
3.3	ESTUDOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS	58
3.3.1	AVALIAÇÃO GEOLÓGICA.....	58
3.3.2	AVALIAÇÃO GEOTÉCNICA	59
3.3.3	APRESENTAÇÃO.....	63
4	PROJETOS.....	64
4.1	PROJETO GEOMÉTRICO	65
4.1.1	CRITÉRIOS DE PROJETO	65
4.1.2	CARACTERÍSTICAS PLANIMÉTRICAS	65
4.1.3	APRESENTAÇÃO.....	65
4.2	PROJETO DE TERRAPLENAGEM.....	66
4.2.1	METODOLOGIA	66
4.2.2	GABARITAGEM E OTIMIZAÇÃO DAS SEÇÕES TRANSVERSAIS.....	66
4.2.3	PROCESSAMENTO DOS VOLUMES.....	66



4.2.4	ELABORAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO	66
4.2.5	CÁLCULO DE VOLUMES	67
4.2.6	APRESENTAÇÃO	67
4.3	PROJETO DE DRENAGEM	68
4.3.1	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	69
4.3.2	METODOLOGIA UTILIZADA	71
4.3.3	DIMENSIONAMENTO DAS GALERIAS TUBULARES DE ÁGUAS PLUVIAIS	71
4.3.4	APRESENTAÇÃO	74
4.4	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	76
4.4.1	PARÂMETROS DE PROJETO	76
4.4.2	METODOLOGIA DE DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO RÍGIDO	78
4.4.3	RESULTADO FINAL.....	82
4.4.4	APRESENTAÇÃO	83
4.5	PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES.....	84
4.5.1	APRESENTAÇÃO	84
4.6	COMPONENTE AMBIENTAL	85
4.6.1	ÁREAS LEGALMENTE PROTEGIDAS.....	85
4.6.2	IDENTIFICAÇÃO DE PASSIVOS AMBIENTAIS.....	87
4.6.3	ORIENTAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS AMBIENTAIS.....	87
4.6.4	ESTUDOS ARQUEOLÓGICOS	90
5	<u>ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS.....</u>	<u>92</u>
6	<u>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART).....</u>	<u>93</u>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação da captação de sinais dos satélites.....	12
Figura 2 - Representação da captação de irradiações.....	15
Figura 3 – Mapa climático do Espírito Santo, segundo a classificação de Kopen. Destaque para o município de Sooretama.	28
Figura 4 - Mapa de Sub-Bacia	30
Figura 5 - Mapa de uso e ocupação do solo	33
Figura 6 – Histograma de Distribuição de Precipitação e Número Médio Mensal de Dias Chuvosos no período de 1970 a 2020 na estação pluviométrica Rio Bananal	36
Figura 7 – Precipitação Máxima Mensal em 1 dia para período de 1947a 2018 na estação pluviométrica Rio Bananal	37
Figura 8 – Precipitação Total Anual do período de 1970 a 2020, na estação pluviométrica Rio Bananal.....	38
Figura 9 – Curvas de altura x duração de chuva para diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica Rio Bananal.	41
Figura 10 – Curvas de intensidade x duração de chuva para diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica Rio Bananal.....	42
Figura 11 - Hietograma de projeto das sub-bacia estudada com recorrência de 15 anos e duração igual a duas vezes o tempo de concentração.....	53
Figura 12 - Hietograma de projeto das sub-bacia estudada com recorrência de 25 anos e duração igual a duas vezes o tempo de concentração.....	53
Figura 13- Hietograma de projeto das sub-bacia estudada com recorrência de 50 anos e duração igual a duas vezes o tempo de concentração.....	54
Figura 14 - Hietograma de projeto das sub-bacia estudada com recorrência de 100 anos e duração igual a duas vezes o tempo de concentração.....	54



Figura 15 – Mapa Geológico de Sooretama.....	58
Figura 16 – Gráfico de capacidade de escoamento dos condutos circulares operando em regime livre a plena seção.	73
Figura 17 – Composição da frota de veículos de Sooretama no ano 2018.	77
Figura 18 - Previsão de área de intervenção em APP.....	86

LISTA DAS TABELAS

Tabela 1: Coordenadas dos vértices do IBGE.	13
Tabela 2 - Coordenadas UTM dos Pontos de Apoio no Sistema SIRGAS 2000.	14
Tabela 3 - Principais características morfométricas das sub-bacias estudadas	29
Tabela 4 – Estação Pluviométrica.....	34
Tabela 5 – Histórico da precipitação mensal para o período de 1970 a 2019, na estação Rio Bananal	34
Tabela 6 – Precipitações diárias máximas anuais medidas na estação Rio Bananal entre os anos 1970 e 2020	39
Tabela 7 – Precipitações máximas anuais de 1 dia associadas a diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica Rio Bananal.....	40
Tabela 8 – Precipitações máximas (em mm), para a estação pluviométrica Rio Bananal, associadas a diferentes períodos de retorno e durações.	40
Tabela 9 – Período de Recorrência.	43
Tabela 10 - Tempo de concentração da bacia em estudo.....	47
Tabela 11 - Valor do CN em relação ao grupo hidrológico do solo com o uso e ocupação do local.	48
Tabela 12 - Valor do coeficiente de deflúvio em relação ao grupo hidrológico do solo, uso e ocupação do solo e declividade do terreno.	50
Tabela 13 – Métodos para cálculo de vazão.....	51
Tabela 14 - Vazões de projeto	57
Tabela 15 - Dimensionamento do bueiro de grotta	57
Tabela 16 – Análise Estatística do Subleito do Bairro Centro (Sooretama/ES).....	61



Tabela 17 – Localização dos Bota-fora.....	62
Tabela 18 – Coeficientes de rugosidade (Manning) – “ η ”.....	71
Tabela 19 – Relação de enchimento (Y/D).	72
Tabela 20 – Classificação das vias e parâmetros de tráfego.	78



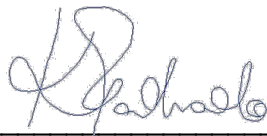
1 APRESENTAÇÃO

A **AVANTEC Engenharia Ltda.**, sediada na Rua Pedro Busatto, nº 91, 2º Pavimento, Jardim Camburi, Vitória-ES, inscrita sob o CNPJ nº 05.844.663/0001-06, em atendimento às atribuições que lhe são devidas, conforme contrato firmado com a **Prefeitura Municipal de Sooretama**, vem por meio deste encaminhar o **Projeto Executivo de Engenharia para Execução das Obras e Serviços de Implantação e Urbanização da Travessia do Alegre em Sooretama, Espírito Santo**, contendo os seguintes itens:

- Estudos Topográficos;
- Estudos Geotécnicos;
- Estudos Hidrológicos;
- Projeto Geométrico;
- Projeto de Terraplenagem;
- Projeto de Drenagem;
- Projeto de Pavimentação;
- Projeto de Obras Complementares.

O Projeto executivo é constituído pelo(s) seguinte(s) volume(s):

- **VOLUME 01 – RELATÓRIO DE PROJETO**
- VOLUME 02 – PROJETO DE EXECUÇÃO;
- VOLUME 03 – ORÇAMENTO;



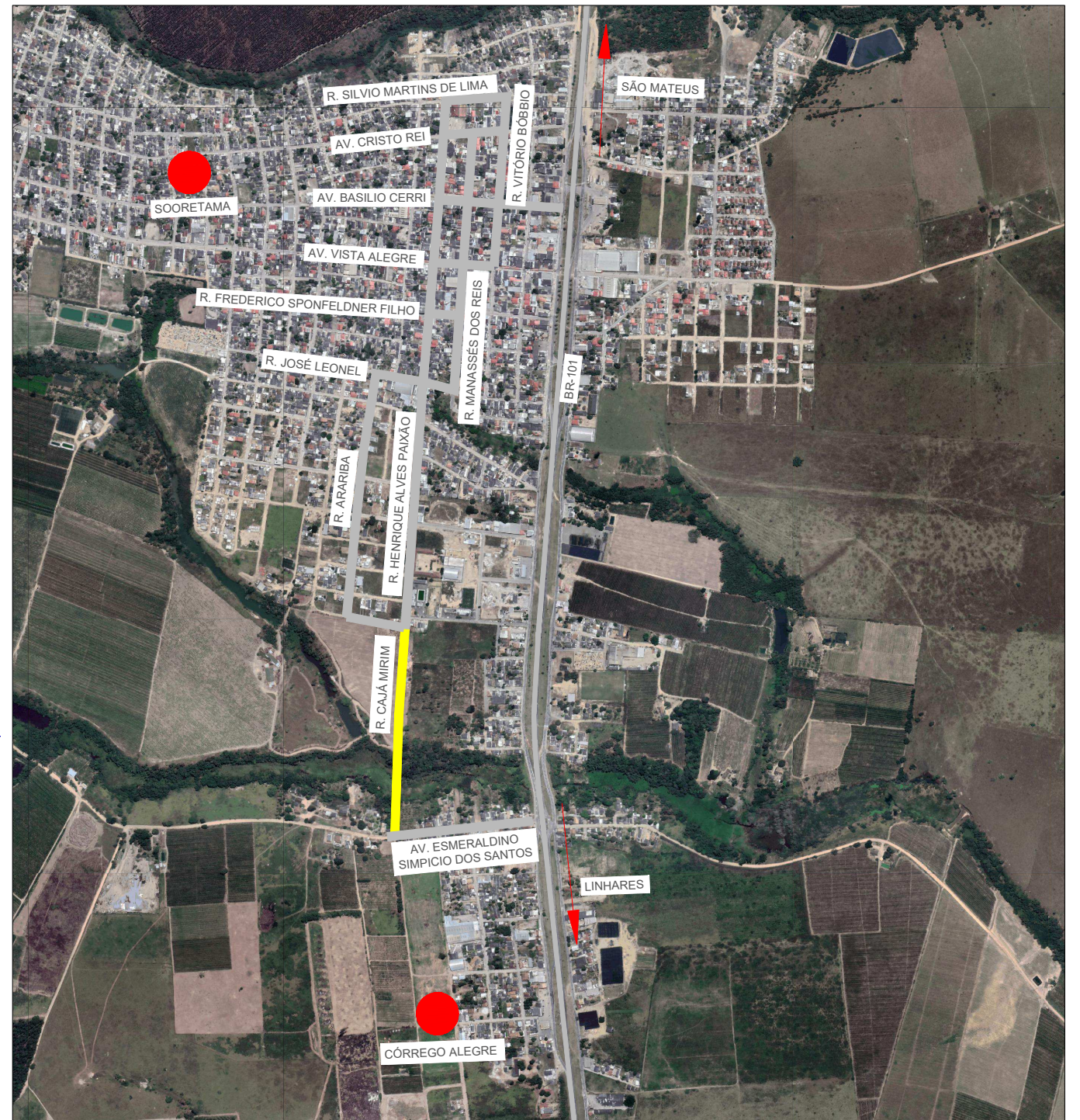
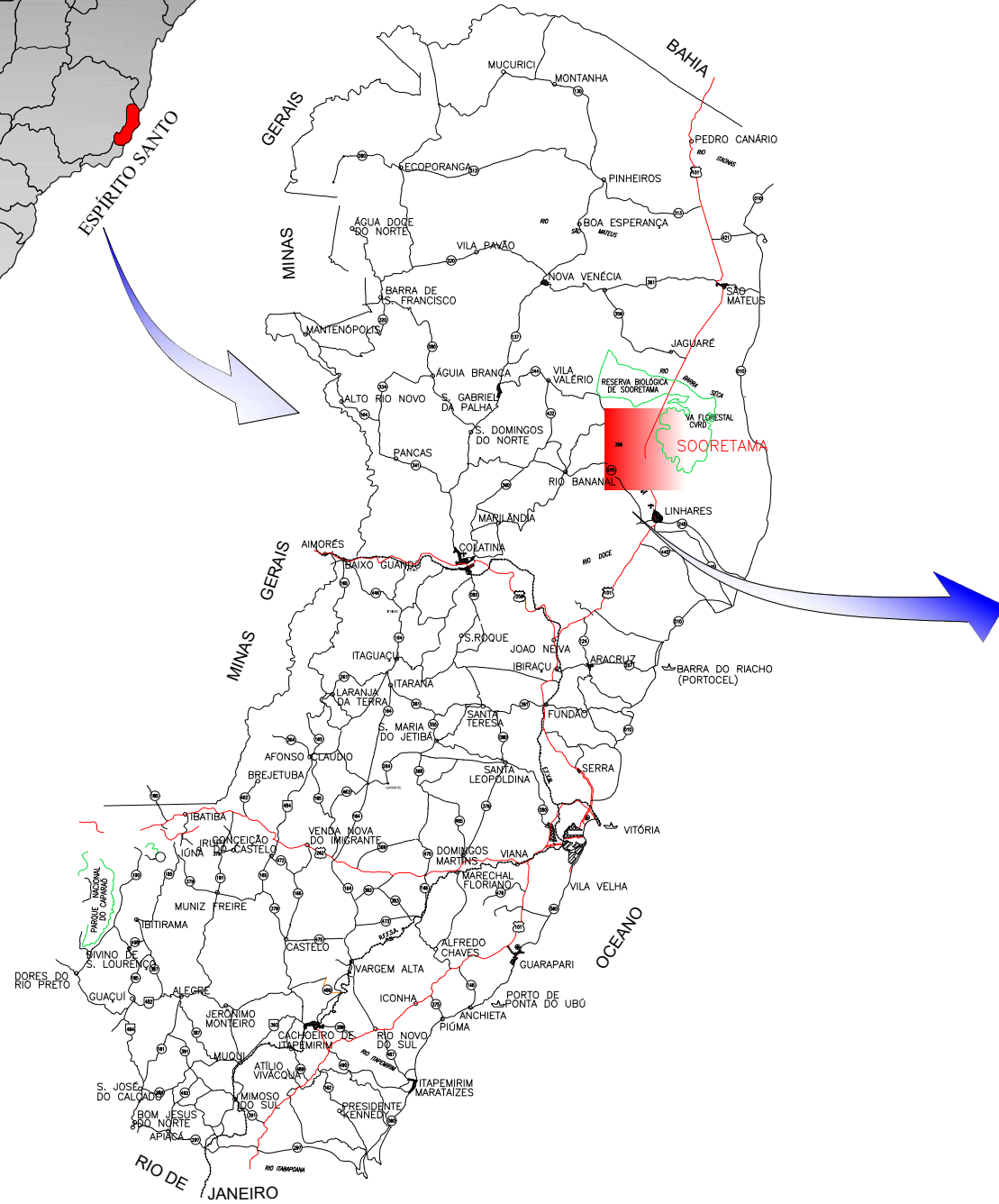
AVANTEC ENGENHARIA LTDA
Eng. Civil Kleber Pereira Machado
CREA: 7839-D/ES





2 MAPA DE SITUAÇÃO / LOCALIZAÇÃO

Apresenta-se a seguir o *Mapa de Situação / Localização* destacando o presente empreendimento no contexto nacional e estadual, bem como a região de inserção, principais localidades e a rede de transporte no entorno do município de Sooretama/ES.



PREFEITURA MUNICIPAL DE SOORETAMA



CONSULTORIA:

AVANTEC ENGENHARIA

TÍTULO: **MAPA DE LOCALIZAÇÃO**

LOCAL: **TRAVESSIA DO ALEGRE, SOORETAMA-ES**

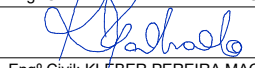
COORDENADOR: 
Engº Civil: **KLEBER PEREIRA MACHADO**

CREA: ES-7839/D

ESCALA: S/ESCALA

FORMATO: A3

PRANCHA: **MAP-01**

AUTOR DO PROJETO: 
Engº Civil: **KLEBER PEREIRA MACHADO**

CREA: ES-7839/D

REVISÃO: R 0

DATA: 2022



3 ESTUDOS

Adiante está sendo apresentada toda metodologia adotada nos estudos preliminares projetos.

- Estudos Topográficos;
- Estudos Hidrológicos;
- Estudos Geológicos e Geotécnicos.

3.1 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

O estudo topográfico objetivou a preparação da base planialtimétrica cadastral suficientemente detalhada para permitir o desenvolvimento do projeto geométrico e demais projetos correlatos.

Adiante está apresentado descritivo no que tange a poligonal base e marcos georreferenciados, base para a irradiação dos pontos, levantamento cadastral e do sistema de drenagem de greide e grotas existente.

3.1.1 IMPLANTAÇÃO DE REDE DE APOIO BÁSICO COM MARCOS DE CONCRETO

As equipes foram mobilizadas para o **Município de Sooretama – ES**, e após análise e planejamento dos serviços foram iniciados os trabalhos de campo. Para o presente levantamento topográfico foi necessário implantar, próximo à área de levantamento, um marco com GPS Geodésico (Base).

O transporte de coordenadas para o marco Base, foi feito através de uma triangulação geodésica medida com o equipamento GPS Prexiso (dupla frequência – L1 e L2) da marca Prexiso, modelo Prexiso, e o equipamento Trimble NetR5 da base de referência GNSS da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC): CEFE (RBMC- 93960).

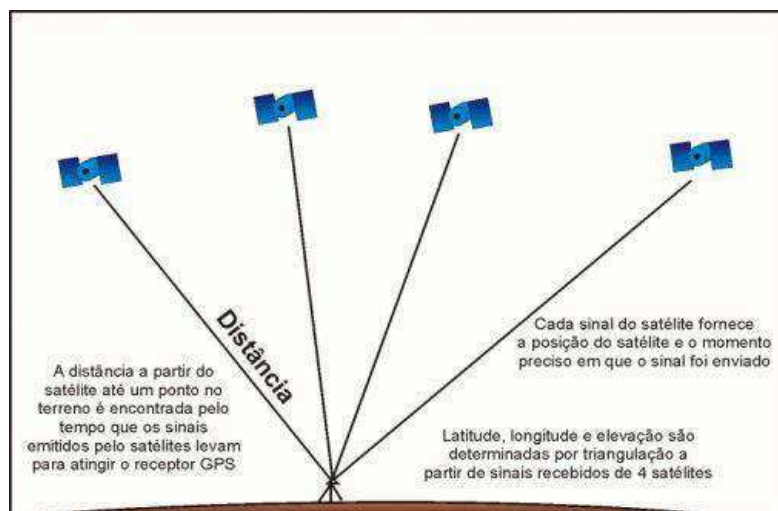


Figura 1 - Representação da captação de sinais dos satélites

Foi feita uma sessão de rastreamento no modo estático com duração média de 40 minutos para todos o marco.



OBS.: RBMC – Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo – É a rede de vértices Geodésicos Brasileira, dotada de receptores GNSS (GPS e GLONASS) rastreando a constelação de satélites GPS e GLONASS, vinte quatro horas e sete dias por semana, ininterruptamente. Os dados observados pelos receptores da RBMC são disponibilizados no site do IBGE (www.ibge.gov.br).

3.1.2 PROCESSAMENTO DE VETORES

O processamento foi feito usando o programa TopconTolls da Topcon. A solução do processamento de todos os vetores foi feita com fixação da ambigüidade.

3.1.3 AJUSTAMENTO DE VETORES

O ajustamento dos vetores processados foi feito com o programa Topcon Tools. A injeção do ajustamento foi feita a partir do vértice CEFE (RBMC- 93960) cujas monografias foram baixadas do site do IBGE (www.ibge.gov.br). As coordenadas dos vértices do IBGE são mostradas na Tabela 1, a seguir.

Tabela 1: Coordenadas dos vértices do IBGE.

SISTEMA DE REFERENCIA SIRGAS 2000 (WGS-84)					
Vértice	LATITUDE	LONGITUDE	ESTE	NORTE	ALT. ELIPS.
CEFE	20° 18' 38,8600" S	40° 19' 10,0376" W	362.241,724	7.753.574,912	14,314

O processamento e o ajustamento foram feitos no sistema de referência WGS-84.

OBS.: As altitudes ortométricas (“altitudes reais”) foram calculadas com o programa MAPGEO-2015 do IBGE, que apresentam uma incerteza de +/- 17 cm.

As coordenadas dos marcos utilizados para o cálculo da área estão apresentadas abaixo no sistema SIRGAS 2000.

O Datum Planimétrico adotado foi o **SIRGAS-2000** – Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas. O sistema de projeção adotado foi o **UTM** – Universal Transverso Mercator, fuso **24** – MC – **39o WGr**.

Tabela 2 - Coordenadas UTM dos Pontos de Apoio no Sistema SIRGAS 2000.

PONTO	ESTE	NORTE	COTA
MS17	383063.6700	7877253.7490	65.664
MS18	7877370.4600	382861.8080	66.735
MS21	384 694,2784	7 877 022,7547	61.577
MS22	384 526,3720	7 877 044,8740	63.459
MS23	384776.0400	7875985.5430	61.325
MS24	384616.2520	7875984.4360	62.151
AV21	384892.8457	7877781.0310	58.888
AV22	384869.5510	7877631.7860	58.737

3.1.4 INVENTÁRIO TOPOGRÁFICO

O levantamento topográfico da nuvem de pontos consistiu em pontos irradiados a partir da poligonal acima citada, utilizando a Estação Total TS02. Esse método consiste em cadastrar irradiações a partir dos pontos de apoio georreferenciados lançados em campo por meio do cadastro da poligonal e marcos geodésicos.

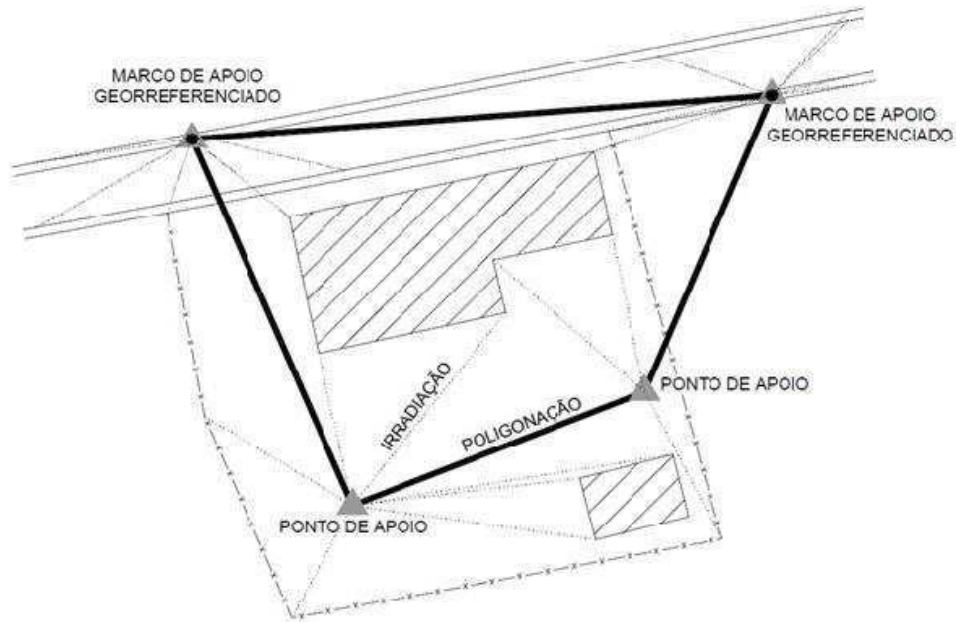
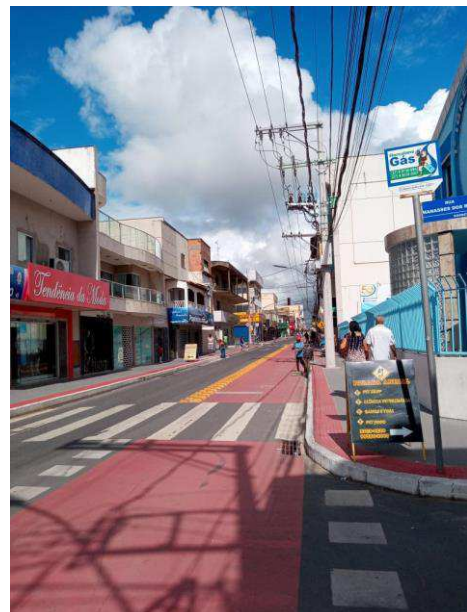
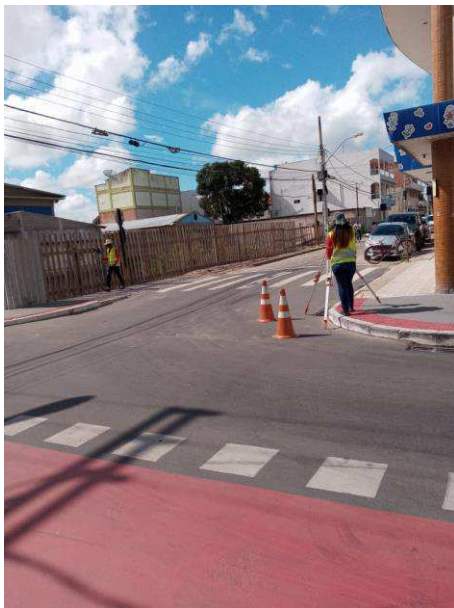
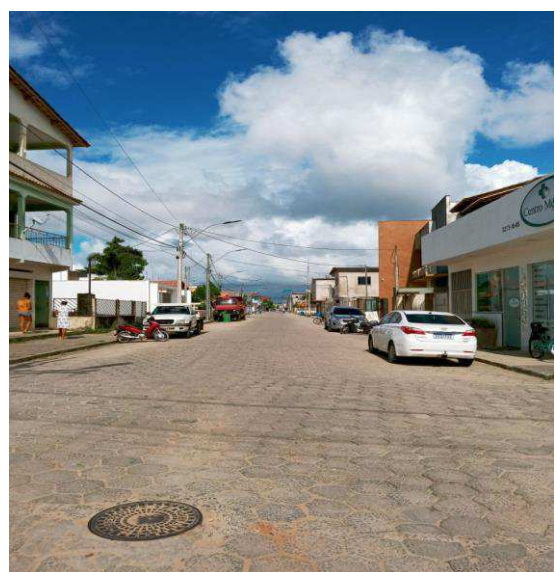
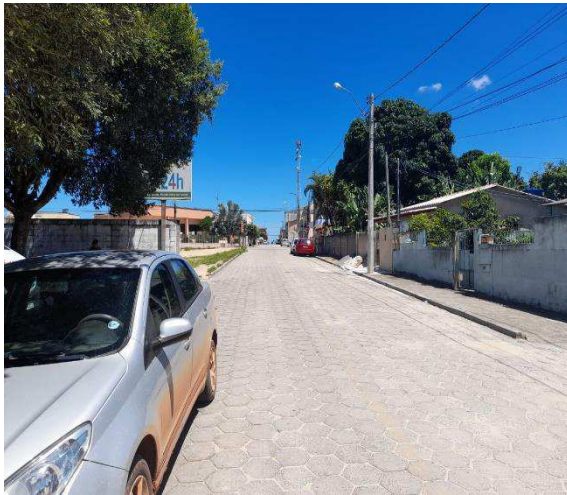


Figura 2 - Representação da captação de irradiações


3.1.5 Relatório Fotográfico

















		MONOGRAFIA DE MARCO AVANTEC		 AVANTEC Engenharia	
VÉRTICE DA REDE GPS BAIRRO SOORETAMA		Nome do Ponto MS17		Município / UF :	
CÓDIGO DO PONTO MS17		Nome do Ponto MS17		Município / UF :	
COORDENADAS GEOGRÁFICAS		COORDENADAS - SIRGAS 2000			
DESVIO PADRÃO		GEODÉSICA		UTM	
Alt. Geom. (ht) =		$\varphi = 19^{\circ}11'40.99274''$ S		N = 7 877 253,7490	
$\sigma =$		$\gamma = 40^{\circ}06'44.20898''$ W		E = 383 063,6700	
Altitude Ortom. (H)=		65,664			
					
Localização: Marco geodésico está implantado na Rua Guaribu, próximo a esquina do campo de futebol, Sooretama-ES.		Descrição: Uma chapa de metal fixada em um marco de concreto cravado no solo com a inscrição MS17.			

		MONOGRAFIA DE MARCO AVANTEC VÉRTICE DA REDE GPS BAIRRO SOORETAMA		 AVANTEC Engenharia	
Código do Ponto	MS18	Nome do Ponto	MS18	Município / UF :	SOORETAMA/MS
COORDENADAS GEOGRÁFICAS		COORDENADAS - SIRGAS 2000			
DESVIO PADRÃO		GEODÉSICA		UTM	
		$\varphi =$	19°11'37.15432" S	N =	7 877 370,4600
		$\gamma =$	40°06'51.09475" W	E =	382 861,8080
Alt. Geom. (ht) =		$\sigma =$	Altitude Ortom. (H)=		66,735
				Fatores	
				Fator de Escala	
				0,9997686	
				Conv. Meridiana	
				0°21'48,85"	

Localização: Marco geodésico está implantado as margens da Rua Guaribu, esquina com a Rua Guaribu, Sooretama-ES.

Descrição: Uma chapa de metal fixada em um marco de concreto cravado no solo com a inscrição MS18.

		MONOGRAFIA DE MARCO AVANTEC		 AVANTEC Engenharia	
VÉRTICE DA REDE GPS BAIRRO SOORETAMA					
Código do Ponto	MS21	Nome do Ponto	MS21	Município / UF :	SOORETAMA/ES
COORDENADAS GEOGRÁFICAS		COORDENADAS - SIRGAS 2000			
DESVIO PADRÃO		GEODÉSICA		UTM	
		$\phi =$	19°11'48.84296" S	N =	7 877 022,7547
		$\gamma =$	40°05'48.43009" W	E =	384 694,2784
Alt. Geom. (ht) =		$\sigma =$	Altitude Ortom. (H)=		61.577
				Fatores	
				Fator de Escala	
				0.99976336	
				Conv. Meridiana	
				0°21'40,33"	
					
Localização: Marco geodésico está implantado na calçada da Av Paineira próximo a Avenida Angelo Suzano em Sooretama-ES.		Descrição: Uma chapa de metal fixada em um marco de concreto cravado no solo com a inscrição MS21.			






		<p style="text-align: center;">MONOGRAFIA DE MARCO</p> <p style="text-align: center;">AVANTEC</p> <p style="text-align: center;">VÉRTICE DA REDE GPS BAIRRO SOORETAMA</p>			
Código do Ponto	MS22	Nome do Ponto	MS22	Município / UF :	SOORETAMA/ES
COORDENADAS GEOGRÁFICAS			COORDENADAS - SIRGAS 2000		
DESVIO PADRÃO			UTM		
			$\phi =$	19°11'48.08905" S	N = 7 877 044,8740
			$\gamma =$	40°05'54.17416" W	E = 384 526,3720
Alt. Geom. (ht) =			$\sigma =$	Altitude Ortom. (H)= 63.459	
			Fatores		
			Fator de Escala		
			0.99976384		
			Conv. Meridiana		
			0°21'40,33"		







Localização: Marco geodésico está implantado na esquina da Rua Paineira com a Rua Henrique Alves Paixão em Sooretama-ES.



Descrição: Uma chapa de metal fixada em um marco de concreto cravado no solo com a inscrição MS22.

		MONOGRAFIA DE MARCO AVANTEC		 AVANTEC Engenharia	
		VÉRTICE DA REDE GPS BAIRRO SOORETAMA			
Código do Ponto	MS23	Nome do Ponto	MS23	Município / UF :	SOORETAMA/ES
COORDENADAS GEOGRÁFICAS					
DESVIO PADRÃO					
Alt. Geom. (ht) =		$\sigma =$		Altitude Ortom. (H)= 61,325	
COORDENADAS - SIRGAS 2000					
GEODÉSICA					
$\phi =$		$19^{\circ}12'22.59914''$ S		$N = 7\ 875\ 985,5430$	
$\gamma =$		$40^{\circ}05'45.85414''$ W		$E = 384\ 776,0400$	
Fatores					
Fator de Escala					
0.99976313					
Conv. Meridiana					
0°21'48,85"					
					
Localização: Marco geodésico está implantado as margens da Rua R3, esquina com a Rua Anacleto Marcos dos Santos, Sooretama-ES.			Descrição: Uma chapa de metal fixada em um marco de concreto cravado no solo com a inscrição MS23.		

		MONOGRAFIA DE MARCO AVANTEC		 AVANTEC Engenharia	
VÉRTICE DA REDE GPS BAIRRO SOORETAMA		MS24		Município / UF :	
Código do Ponto	MS24	Nome do Ponto	MS24	COORDENADAS - SIRGAS 2000	
COORDENADAS GEOGRÁFICAS			UTM		
DESVIO PADRÃO			Fatores		
			Fator de Escala		
			0,99976358		
			Conv. Meridiana		
			0°21'48,85"		
Alt. Geom.(h) =	0=	Altitude Ortom.(H)=		62,151	
					
Localização: Marco geodésico está implantado as margens da Rua Anacleto Marcos dos Santos esquina com a Rua Oto Lauves, Sooretama-ES.			Descrição: Uma chapa de metal fixada em um marco de concreto cravado no solo com a inscrição MS24.		



3.1.6 APRESENTAÇÃO

Apresenta-se no **Volume 02 – Projeto de Execução**, o Levantamento Planialtimétrico em formato A1 e/ou A3 (ABNT).

3.2 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

3.2.1 Introdução

O ambiente de uma região é o resultado dos ajustes entre os vários forçantes que compõem o seu meio físico e biótico que evoluíram no tempo geológico através de relações mútuas e multidirecionais que fazem com que fatores do meio físico atuem sobre o meio biótico e são por ele influenciados. A inserção do homem no meio altera o equilíbrio das forças, conduzindo a um novo estado de equilíbrio em um ambiente diferente do original.

O regime hídrico é um dos principais forçantes do ambiente, pois apresenta relação direta com outros fatores do meio físico, enquanto atua no meio biótico como um dos principais limitante da fauna e flora. As intervenções humanas no meio devem estar em consonância com seu regime hídrico para que seja sustentável. Desta forma, o conhecimento dos diversos fatores que compõem o mesmo, como fluviométrica, pluviosidade média, distribuição de chuvas, regime de cheias, energia das chuvas, umidade relativa do ar, entre outros é de vital importância para a sustentabilidade das intervenções antrópicas.

Obras horizontais como estradas e seus componentes interceptam linhas de drenagem, as quais são caminhos naturais de cursos d'água perenes ou temporários, cujos regimes hídricos devem ser compreendidos, de modo que as estruturas de drenagem sejam dimensionadas em conformidade com as condições impostas pelo ambiente e não venham a ser prejudicadas durante eventos pluviométricos.

O ajuste de distribuições estatísticas aos dados de vazão é normalmente utilizado para a previsão de cheias com diferentes períodos de retorno para rios que possuem série histórica considerável de dados; porém, quando se trata de cursos d'água com pouco ou nenhum dado hidrológico, o uso de modelos matemáticos que transformam chuva em vazão tem sido a alternativa preferida por profissionais da área.

Modelos matemáticos são ferramentas que visam à simulação da realidade, devendo ser utilizados quando uma situação se apresenta complexa o suficiente para que o estudo, em meio real, se torne inviável (Ford, 1999). O maior benefício do uso de modelos matemáticos para simular sistemas é a facilidade com que se identificam falhas e/ou eventos que possam vir a ocorrer, sendo mais fácil e seguro modificá-los no projeto antes da aplicação deste no meio real (Felício, 2007).

A Instrução de Serviço IS-203: Estudos Hidrológicos, anexo B3 das Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários define e especifica os serviços constantes nos

estudos hidrológicos nos projetos de engenharia rodoviária projeto básico e projeto executivo, sendo, desta forma, o norteador do presente documento.

Desta forma, o presente relatório tem o objetivo de apresentar a metodologia e os resultados dos estudos hidrológicos executados para dar suporte ao projetos elaborados, sob responsabilidade da Avantec Engenharia LTDA.

3.2.2 METODOLOGIA

Para a realização dos estudos, foram realizadas as seguintes ações:

- Coleta de dados hidrológicos junto aos órgãos oficiais, estudos existentes, que permitiram a caracterização climática, pluviométrica, fluviométrica e geomorfológica da região, e mais especificamente, da área em que se localiza o empreendimento em tela.
- Coleta de elementos que permitiram a definição das dimensões e demais características físicas das bacias de contribuição (forma, declividade, tipo de solo, recobrimento vegetal) tais como: levantamentos aerofotogramétricos, cartas geográficas, levantamentos radamétricos, levantamentos fitopedológicos e/ou outras cartas disponíveis.

3.2.3 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA

A área do empreendimento se enquadra na seguinte zona climática, segundo a classificação climática de Koppen (Figura 3):

Aw: clima tropical, com inverno seco. Apresenta estação chuvosa no verão, de novembro a abril, e nítida estação seca no inverno, de maio a outubro (julho é o mês mais seco). A temperatura média do mês mais frio é superior a 18°C. As precipitações são superiores a 750 mm anuais, atingindo 1800 mm.

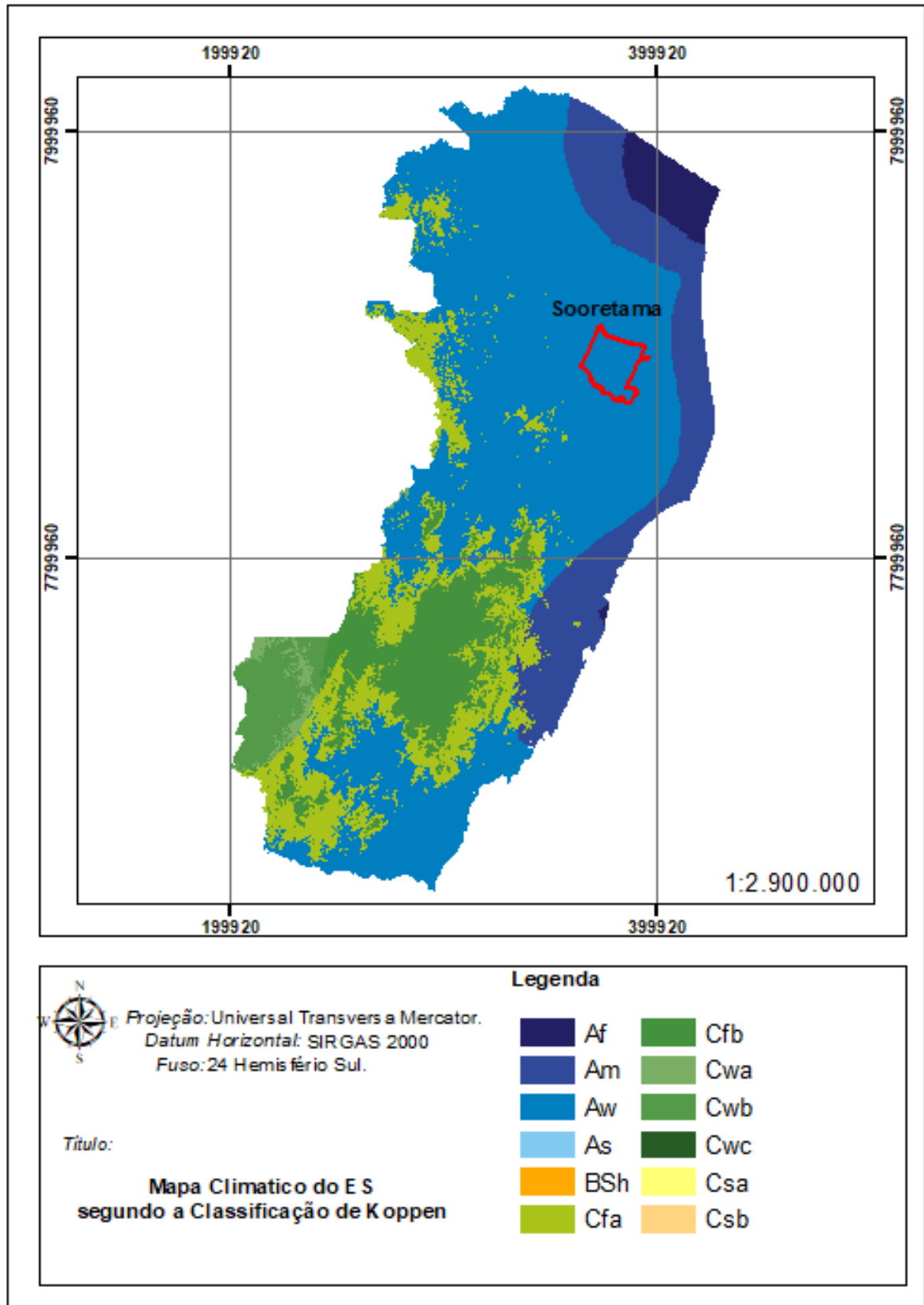


Figura 3 – Mapa climático do Espírito Santo, segundo a classificação de Köppen. Destaque para o município de Sooretama.

3.2.4 Caracterização Física da Área

Nesta seção serão apresentadas as principais características da área de estudo em termos de caracterização da bacia de contribuição, pedologia e uso e ocupação do solo.

3.2.4.1 BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO

O projeto de terraplenagem das vias pertencentes a Travessia do Alegre, no município de Sooretama/ES irá interceptar o córrego do Alegre para a implantação do trecho que fará a ligação da Rua Henrique Alves Paixão e da Avenida Esmeraldino Simplício.

Com a localização do ponto de travessia e com informações do Modelo Digital de Terreno - MDT disponibilizado pelo IEMA (2018), foi realizada a delimitação da bacia de contribuição, por meio de operações de geoprocessamento no *software ArcMap* 10.8.1. Esta bacia dará subsídios para o dimensionamento das estruturas de drenagem que farão a transposição destes cursos hídricos. O mapa de bacias é apresentado na Figura 4 .

Assim também foram definidos os principais dados morfométricos das sub-bacias que compõem a área em estudo, os quais estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Principais características morfométricas das sub-bacias estudadas

Sub-bacia	Curso d'Água	Área (Km ²)	L (Km)	Desnível (m)	i (%)
SB01	Córrego do Alegre	12,73	7,25	24,0	0,33

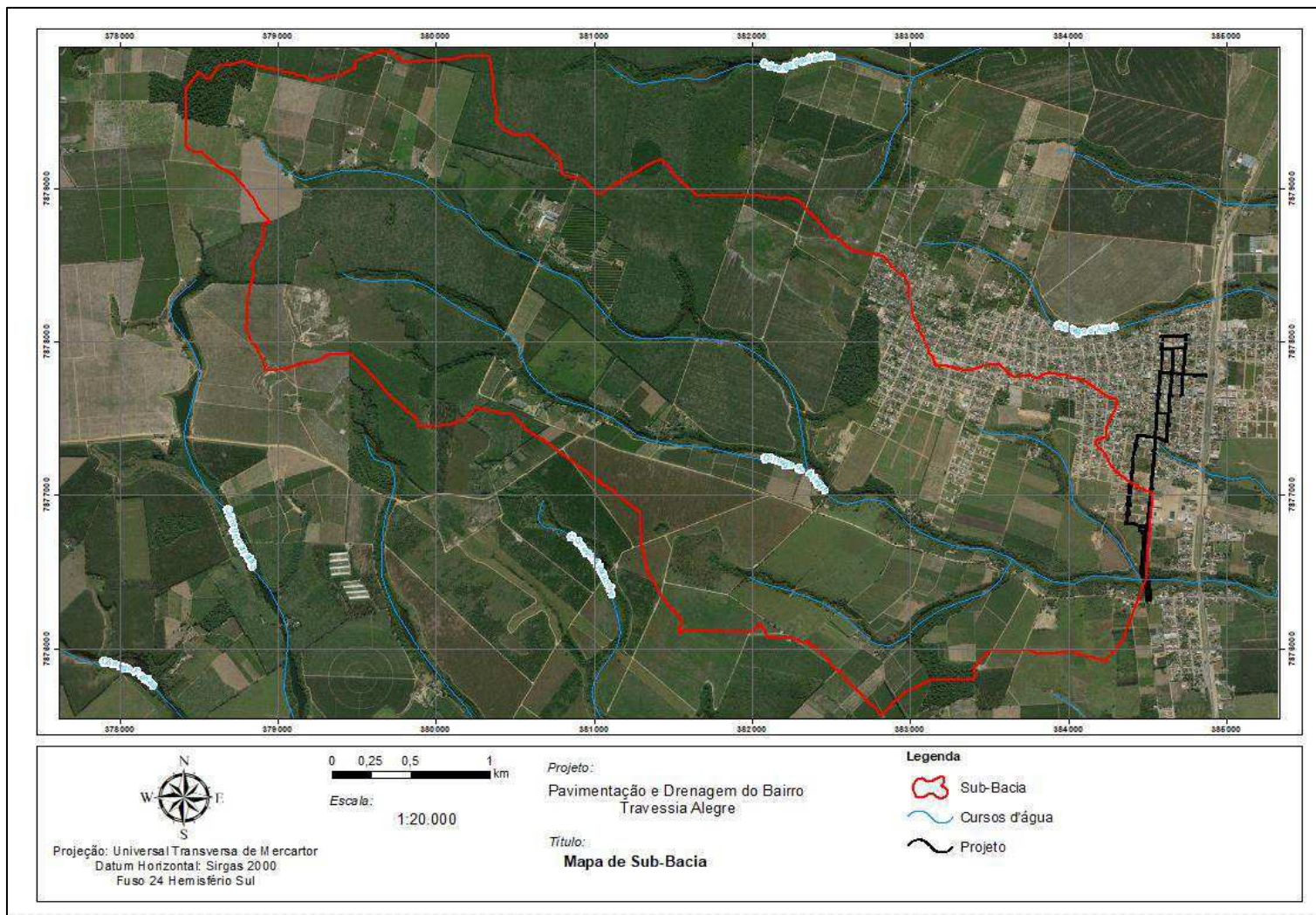


Figura 4 - Mapa de Sub-Bacia

3.2.4.2 PEDOLOGIA

O reconhecimento do tipo de solo da área de estudo é de suma importância para a determinação do coeficiente de escoamento e número da curva, além de contribuir para a caracterização da área de estudo.

Na área de estudo foi identificado um argissolo amarelo.

Os argissolos compreendem solos constituídos por material mineral, que têm como características diferenciais a presença de horizonte B textural de argila de atividade baixa, ou alta conjugada com saturação por bases baixa ou caráter alítico. O horizonte B textural (Bt) encontra-se imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o hístico, sem apresentar, contudo, os requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes dos Luvisolos, Planossolos, Plintossolos ou Gleissolos.

São solos desenvolvidos principalmente de sedimentos do Grupo Barreiras, mas, são também desenvolvidos de rochas cristalinas ou sob influência destas. São solos que apresentam como característica principal um horizonte de acumulação de argila, B textural (Bt), tipicamente de coloração amarelada.

Geralmente apresentam baixos teores de ferro, porém, com amplo predomínio do óxido de ferro goethita. Apresentam textura variando de arenosa/média até média/muito argilosa, com o horizonte superficial A do tipo moderado e proeminente. São solos com muito baixa a baixa fertilidade natural, forte a moderadamente ácidos e que podem apresentar horizontes coesos, que ao serem umedecidos, tornam-se friáveis, exceto quando são cimentados, os quais podem ocorrer em relevo abaciado e com restrições de drenagem, apresentando mosqueados e concreções ferruginosas nos horizontes subsuperficiais, principalmente nos solos que ocorrem próximos às bordas dos Tabuleiros Costeiros.

3.2.4.3 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

O conhecimento do uso e ocupação do solo local é um fator preponderante para a determinação do coeficiente de escoamento e do número da curva das sub-bacias que se desejam obter as vazões. O mapa de uso e ocupação do solo das sub-bacias foi elaborado por meio do corte do mapa do Uso e Cobertura do Solo do Espírito Santo (IEMA, 2018), o qual foi elaborado com base em informações de sobrevoo ocorrido entre 2012 e 2015 e apresenta as seguintes categorias de uso do solo:

- Brejo;

- Café;
- Casas de Fazenda e caminhos do campo;
- Coco-da-Baía;
- Cultivos permanentes;
- Eucalipto;
- Exploração mineral;
- Macega;
- Massa d'água;
- Mata nativa;
- Pastagem;
- Seringueira;
- Solo exposto;
- Área Industrial, e,
- Área Urbana de 30% a 85% ocupada.

A Figura 5 apresenta o mapa do uso e ocupação da área em estudo.

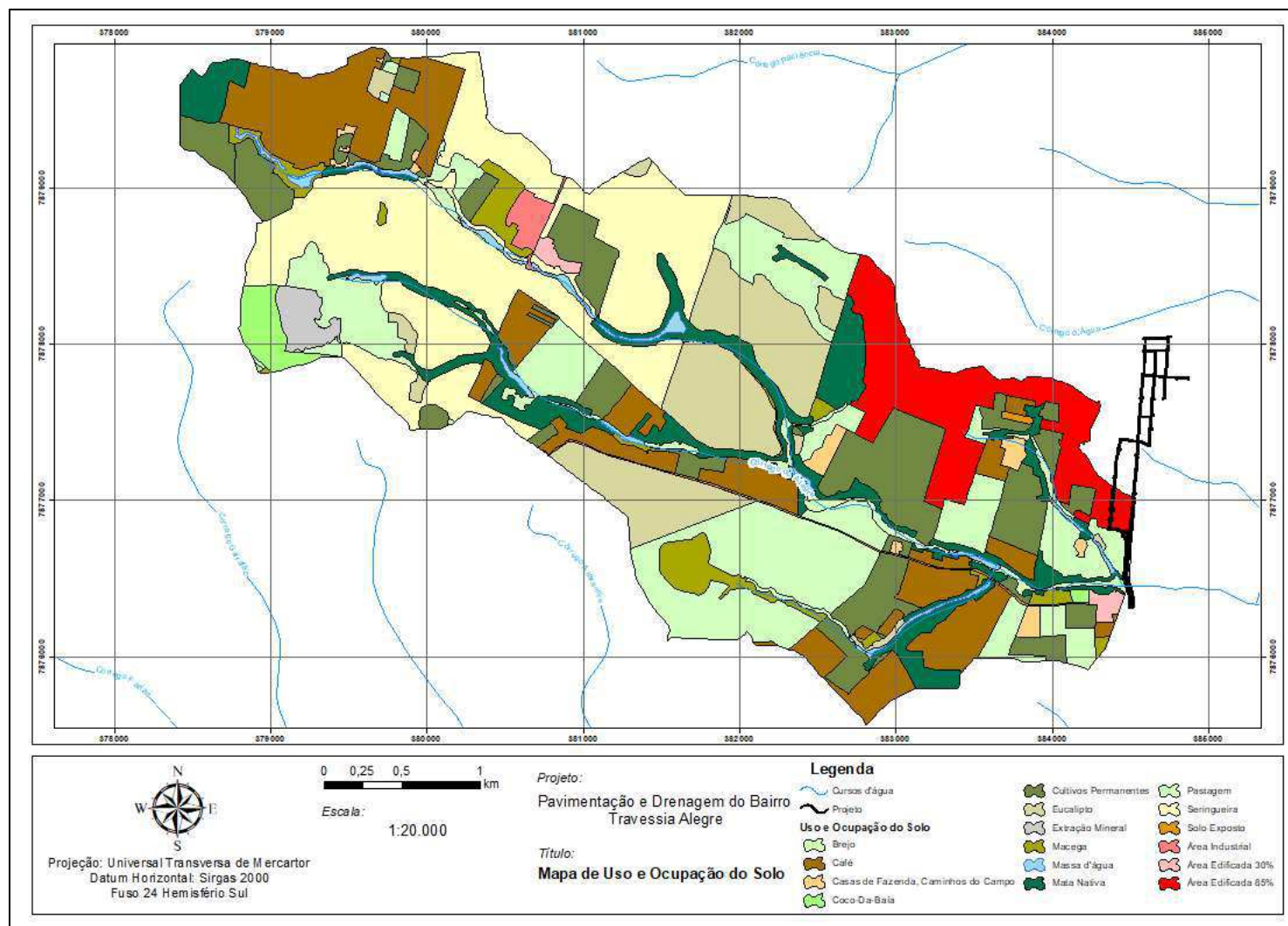


Figura 5 - Mapa de uso e ocupação do solo

3.2.5 Pluviometria

3.2.5.1 COLETA DE DADOS

Na escolha da estação pluviométrica foram adotados os seguintes parâmetros:

- Localização da estação em relação ao trecho;
- Dados pluviométricos atualizados.

Foram adotados os dados da estação pluviométrica “Rio Bananal”, localizada no município de Rio Bananal/ES disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA).

Tabela 4 – Estação Pluviométrica.

Código	Estação	Município	Estado	Altitude (m)	Coordenadas	
					Latitude	Longitude
02140000	Rio Bananal	Rio Bananal	ES	95	-19.2742	-40.3208

Fonte: Agência Nacional das Águas - ANA.

3.2.5.2 HISTOGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DE PRECIPITAÇÕES

A Tabela 5 apresenta os totais mensais de precipitação medidos na estação Rio Bananal juntamente com os valores de máximas, mínimas e médias mensais e anuais.

Tabela 5 – Histórico da precipitação mensal para o período de 1970 a 2019, na estação Rio Bananal

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	Máx	Min	Méd
1970	379,20	80,40	25,60	62,60	11,80	10,20	183,00	56,60	52,20	231,00	191,60	55,00	1339,2	379,2	10,2	112
1971	47,80	34,40	206,20	28,80	8,80	75,40	103,60	92,20	53,00	97,60	256,80	209,60	1214,2	256,8	8,8	101
1972	184,40	83,00	150,60	59,20	18,00	23,00	75,40	41,90	71,70	93,00	221,80	216,50	1238,5	221,8	18	103
1973	211,20	80,40	197,90	113,70	74,80	7,80	43,90	17,00	33,80	119,70	143,80	164,90	1208,9	211,2	7,8	101
1974	208,40	133,10	249,20	60,10	29,40	20,70	5,70	10,60	27,20	145,20	81,40	239,30	1210,3	249,2	5,7	101
1975	336,60	100,00	129,30	69,20	35,60	131,20	60,40	54,20	65,80	168,40	102,30	100,50	1353,5	336,6	35,6	113
1976	33,50	93,10	28,00	28,80	38,00	12,80	74,80	10,20	200,40	130,20	276,60	263,00	1189,4	276,6	10,2	99
1977	202,10	79,70	5,80	59,50	59,80	17,90	33,30	0,30	32,00	115,10	255,90	224,10	1085,5	255,9	0,3	90
1978	130,30	287,90	216,90	39,40	74,10	38,80	293,10	54,60	103,00	117,20	87,50	146,40	1589,2	293,1	38,8	132
1979	648,20	235,60	281,10	44,80	0,00	15,10	6,50	44,60	6,20	29,80	106,50	141,00	1559,4	648,2	0	130
1980	428,60	229,20	41,20	170,00	40,30	23,40	20,80	28,00	20,90	123,90	156,50	378,00	1660,8	428,6	20,8	138
1981	186,10	89,90	315,50	84,20	100,70	41,40	18,40	31,50	0,00	250,00	308,30	72,00	1498	315,5	0	125
1982	487,3?	37,60	178,40	87,10	84,30	12,40	61,80	61,60	8,20	10,70	107,40	72,40	721,9	178,4	8,2	66
1983	245,40	171,40	59,60	34,40	28,40	2,20	9,20	3,80	164,80	129,60	290,40	206,40	1345,6	290,4	2,2	112
1984	66,60	84,60	151,60	63,00	27,20	30,00	16,20	60,20	147,80	122,60	145,80	319,60	1235,2	319,6	16,2	103
1985	616,10	96,90	60,20	32,00	17,60	2,40	23,40	60,00	83,40	101,20	267,40	189,80	1550,4	616,1	2,4	129
1986	149,90	55,00	29,80	91,80	40,20	47,20	9,40	74,40	16,80	42,80	152,40	168,20	877,9	168,2	9,4	73
1987	75,80	60,80	178,80	127,80	15,00	6,80	15,50	19,80	67,80	9,80	202,80	185,60	966,3	202,8	6,8	81

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	Máx	Min	Méd
1988	232,60	11,40	195,70	18,40	10,00	30,00	26,90	24,00	25,80	152,80	120,60	199,20	1047,4	232,6	10	87
1989	59,80	32,90	89,80	22,80	15,00	115,20	12,60	101,20	5,40	50,80	291,70	258,20	1055,4	291,7	5,4	88
1990	1,20	43,40	60,60	75,00	46,80	14,00	30,00	31,20	39,20	180,80	199,60	120,60	842,4	199,6	1,2	70
1991	174,00	53,80	193,60	26,80	95,80	32,80	100,00	71,50	54,00	50,40	107,20	139,20	1099,1	193,6	26,8	92
1992	271,80	172,60	155,00	49,20	13,60	46,80	60,40	77,40	92,40	243,40	223,60	261,20	1667,4	271,8	13,6	139
1993	104,20	70,00	27,40	68,20	22,00	30,20	15,40	25,00	9,00	30,00	48,20	195,40	645	195,4	9	54
1994	179,80	152,60	317,60	92,50	118,60	47,60	19,00	1,40	2,00	56,80	102,00	65,90	1155,8	317,6	1,4	96
1995	55,00	5,70	145,00	81,20	71,60	1,20	91,30	54,20	35,10	69,80	185,10	280,20	1075,4	280,2	1,2	90
1996	85,60	98,30	125,10	75,60	24,40	15,60	24,40	7,40	106,70	110,30	253,50	142,10	1069	253,5	7,4	89
1997	253,30	130,70	230,80	84,20	34,10	0,00	14,50	10,60	32,50	94,90	174,50	171,00	1231,1	253,3	0	103
1998	212,40	42,10	109,70	21,10	2,00	1,00	1,50	4,20	7,60	146,50	112,70	106,50	767,3	212,4	1	64
1999	51,60	30,20	139,50	147,70	3,30	27,50	61,50	10,30	36,60	73,10	329,60	156,80	1067,7	329,6	3,3	89
2000	230,80	123,00	139,20	132,60	46,10	20,20	44,50	9,60	82,90	4,50	254,50	401,30	1489,2	401,3	4,5	124
2001	64,80	23,70	100,60	52,50	124,80	15,90	10,00	126,70	53,00	195,80	456,20	231,10	1455,1	456,2	10	121
2002	200,50	82,40	51,50	55,40	89,40	23,90	51,30	70,90	108,90	1,90	130,80	169,50	1036,4	200,5	1,9	86
2003																
2004	286,10	206,10	275,00	287,60	26,90	59,90	36,50	29,40	12,60	107,70	127,60	165,30	1620,7	287,6	12,6	135
2005	195,40	242,30	191,20	44,50	117,50	130,80	32,50	76,40	34,90	18,30	247,70	210,60	1542,1	247,7	18,3	129
2006	49,60	31,10	264,80	20,60	3,10	39,00	38,20	16,40	41,10	242,70	261,30	338,00	1345,9	338	3,1	112
2007	132,10	169,20	69,30	127,30	10,00	8,40	0,00	34,60	53,00	14,30	160,40	82,00	860,6	169,2	0	72
2008	83,10	171,80		31,10	5,30	8,10	9,20	13,80	14,60	51,90	298,20	205,50				
2009	282,00	114,20	157,20	199,40	0,50	34,50	29,90	56,30	29,10	441,30	118,90	142,60	1605,9	441,3	0,5	134
2010	13,50	22,10	220,40	153,10	20,30	5,70	74,20	4,90	11,60	63,90	171,60	185,70	947	220,4	4,9	79
2011	64,10	53,80	288,50	128,40	11,20	25,10	54,90	14,10	25,40	242,90	203,50	133,20	1245,1	288,5	11,2	104
2012	263,40	76,60	48,50	51,80	46,30	38,30	21,90	139,50	38,00	33,30	280,90	10,00	1048,5	280,9	10	87
2013	175,80	110,90	164,30	63,20	42,30	43,70	14,20	59,00	55,20	104,60	259,20	942,30	2034,7	942,3	14,2	170
2014	82,70	133,90	194,90	82,60	11,70	43,50	38,50	76,90	39,10	218,20	146,00	75,30	1143,3	218,2	11,7	95
2015	46,80	84,20	166,30	4,60	61,90	57,20	16,60	52,70	3,60	15,80	30,90	37,30	577,9	166,3	3,6	48
2016	256,60	5,20	31,10	29,70	30,60	47,60	20,60	12,40	13,30	78,90	295,20	141,70	962,9	295,2	5,2	80
2017	31,00	132,90	26,50	31,60	100,50	74,50	82,90	6,30	37,20	20,40	97,10	302,50	943,4	302,5	6,3	79
2018	98,20	194,10	178,30	186,40	100,60	49,70	5,40	62,70	20,70	153,60		171,50				
2019	8,90	169,40	65,10	51,70	47,90	29,30	39,60	37,40	19,60	88,70	269,20	226,90	1053,7	269,2	8,9	88
2020	330,40	81,50		28,60	49,40	49,70	57,90	45,00	41,00	276,10	165,30	72,40				
Máx	648,2	287,9	317,6	287,6	124,8	131,2	293,1	139,5	200,4	441,3	456,2	942,3				
Min	1,20	5,20	5,80	4,60	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	1,90	30,90	10,00				
Méd	174,94	102,52	144,34	76,60	42,00	33,39	43,53	41,63	46,84	110,12	194,01	196,34				

A Figura 6 apresenta o histograma de distribuição das precipitações pluviométricas médias mensais e máximas diárias; bem como o número médio mensal de dias chuvosos para o período de 1970 a 2020 na estação pluviométrica Rio Bananal.

Verifica-se que o trimestre mais chuvoso ocorre de novembro a janeiro, sendo que, dentre estes, o mês de dezembro foi o que apresentou a maior média mensal, cerca de 196 mm, e o mês apresentou o maior número de dias chuvosos no período analisado, juntamente com o mês de novembro. A estação seca se estende entre maio e agosto, sendo os meses de junho aquele com menor média pluviométrica e menor número de dias chuvosos. Quanto às precipitações máximas, observa-se que na estação chuvosa, as máximas mensais, isto é, a soma de toda precipitação de um mês, ficaram entre 124,8 mm, no mês de maio e 942,3 mm, no mês de dezembro. As mínimas precipitações diárias em cada mês é igual a zero.

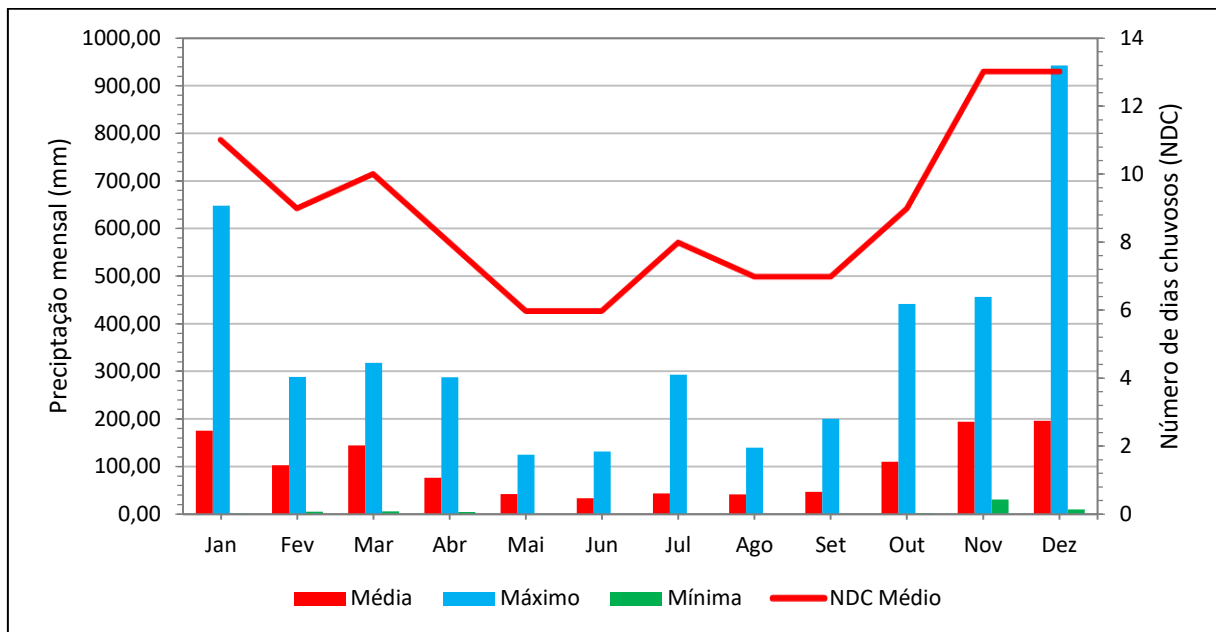


Figura 6 – Histograma de Distribuição de Precipitação e Número Médio Mensal de Dias Chuvosos no período de 1970 a 2020 na estação pluviométrica Rio Bananal

A Figura 7 apresenta a precipitação máxima mensal em 1 dia para o período de 1970 a 2020 na região de estudo. Verifica-se que, à exceção da estação seca, de maio a agosto, todos os meses do período analisado já ocorreram precipitações maiores que 100 mm em 1 dia, sendo que a maior das máximas ocorreu no mês de dezembro.

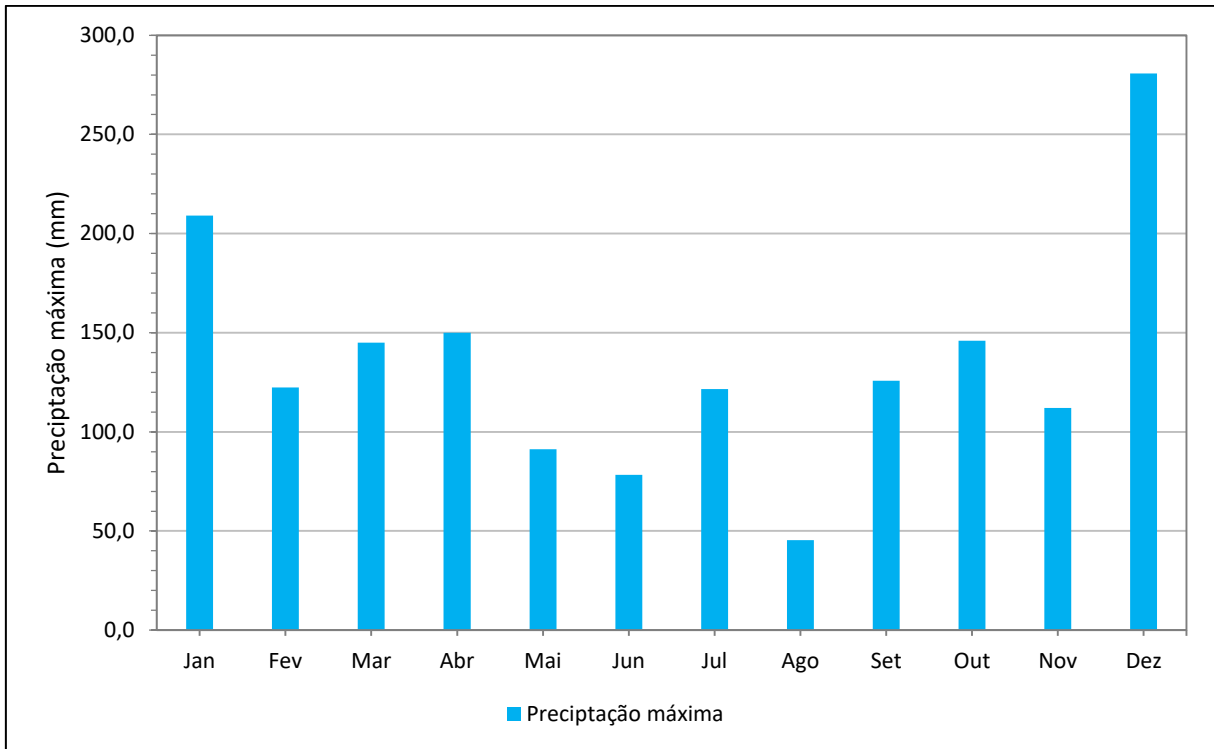


Figura 7 – Precipitação Máxima Mensal em 1 dia para período de 1947a 2018 na estação pluviométrica Rio Bananal

A Figura 8 apresenta a precipitação total anual na estação pluviométrica Rio Bananal, no período de 1970 a 2020. A precipitação média total para o período foi de 1202 mm por ano.

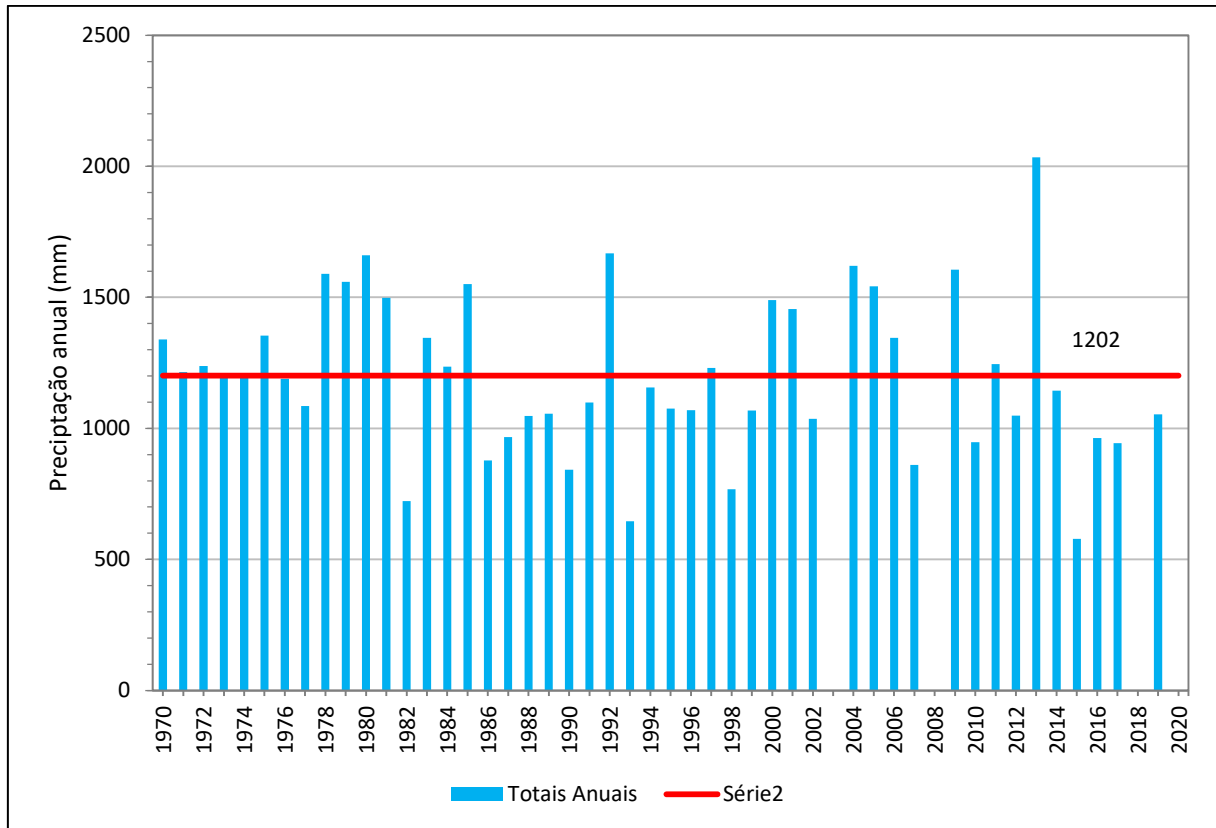


Figura 8 – Precipitação Total Anual do período de 1970 a 2020, na estação pluviométrica Rio Bananal

3.2.5.3 EQUAÇÃO DE CHUVAS INTENSAS

A metodologia para obtenção da equação de intensidade-duração-frequência de chuvas está apresentada em Soprani e Reis (2007) e resumida a seguir.

- Seleção das máximas precipitações anuais de 1 dia;
- Análise de frequências dos totais precipitados com ajuste da distribuição probabilística de Gumbel à série de máximas precipitações anuais de 1 dia, estimando as precipitações máximas anuais de 1 dia associadas a diferentes períodos de retorno;
- Conversão das máximas precipitações anuais de 1 dia, associadas a diferentes períodos de retorno, em precipitações máximas de 24 horas;
- Conversão das precipitações máximas de 24 horas, associadas a diferentes períodos de retorno, em precipitações máximas de durações menores. Para o caso em apreço, foram consideradas durações de precipitação de 5, 10, 15, 20, 25 e 30 minutos, 1, 6, 8, 10, 12 e 24 horas;

- Análise de regressão correlacionando duração, frequência e intensidade.

A Tabela 6 apresenta as precipitações diárias máximas anuais medidas na estação Rio Bananal entre os anos 1970 e 2020. Esta estação apresenta dados consistidos até o ano de 2005 e dados não consistidos até o ano de 2020. Os anos com falhas de registro foram excluídos da análise de chuvas.

Tabela 6 – Precipitações diárias máximas anuais medidas na estação Rio Bananal entre os anos 1970 e 2020

Ano	Precipitação máxima (mm)	Ano	Precipitação máxima (mm)	Ano	Precipitação máxima (mm)
1970	81,6	1987	44,6	2004	150
1971	80,2	1988	125	2005	76,2
1972		1989	61	2006	75,3
1973	78,4	1990	53,8	2007	72,4
1974	96	1991	96	2008	
1975	82	1992	80	2009	146
1976	125,8	1993	32	2010	77,3
1977	51,2	1994	89,6	2011	76,9
1978	121,6	1995	80,2	2012	51,8
1979	91	1996	69	2013	280,8
1980	122,4	1997	60	2014	105,7
1981	145	1998	33	2015	61,4
1982	209	1999	102	2016	92,7
1983	71,2	2000	-	2017	43,2
1984	100	2001	91,2	2018	-
1985	105	2002	45	2019	-
1986	49,4	2003	-	2020	-

Para o desenvolvimento do estudo de chuvas, foi elaborada uma equação de chuvas intensas com os dados da estação pluviométrica Rio Bananal. Esta equação é, normalmente, apresentada da seguinte forma:

$$i = \frac{kT^m}{(t + t_0)^n}$$

Equação 1

onde,

i representa a intensidade máxima média de chuva (mm/min);

t é a duração da chuva (minutos),

T é o seu tempo de retorno (anos),

k, m, t_0 e n são os parâmetros que se deseja determinar com base nos dados pretéritos de chuva de uma determinada estação pluviométrica.

Para localidades desprovidas de dados pluviográficos de longa duração, o método Chow-Gumbel tem sido utilizado de maneira eficiente para a determinação da relação intensidade-duração-frequência. Por este método, uma distribuição de Gumbel é ajustada aos dados de precipitações máximas anuais, resultando em chuvas máximas de 1 dia para diferentes períodos de retorno. A Tabela 7 apresenta esses dados para a estação Rio Bananal.

Tabela 7 – Precipitações máximas anuais de 1 dia associadas a diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica Rio Bananal

Período de retorno (anos)	Precipitação máxima anual (mm)
2	81,53
5	125,53
10	154,67
15	171,11
25	191,48
50	218,79
100	245,90

Em seguida, as precipitações máximas com duração de 1 dia são transformadas em precipitações máximas com diferentes durações, de acordo com equações formuladas por Ven Te Chow. A Tabela 8 apresenta as intensidades pluviométricas associadas a diferentes períodos de retorno e diferentes durações, estimadas para a estação Rio Bananal.

Tabela 8 – Precipitações máximas (em mm), para a estação pluviométrica Rio Bananal, associadas a diferentes períodos de retorno e durações.

Duração	Período de Retorno (anos)					
	5	10	15	25	50	100
24h	92,94	143,11	176,32	195,06	208,18	218,29
12h	79,00	121,64	149,87	165,80	176,96	185,55
10h	76,21	117,35	144,59	159,95	170,71	179,00
8h	72,50	111,63	137,53	152,15	162,38	170,27
6h	66,92	103,04	126,95	140,44	149,89	157,17

Duração	Período de Retorno (anos)					
	5	10	15	25	50	100
1h	39,04	60,11	74,06	81,93	87,44	91,68
30 min	28,89	44,48	54,80	60,63	64,70	67,84
25 min	26,29	40,48	49,87	55,17	58,88	61,74
20 min	23,40	36,03	44,39	49,11	52,41	54,95
15 min	20,22	31,13	38,36	42,44	45,29	47,49
10 min	15,60	24,02	29,59	32,74	34,94	36,64
5 min	9,82	15,12	18,63	20,61	22,00	23,07

A Figura 9 apresenta as curvas de altura e duração para diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica Rio Bananal, enquanto a Figura 10 mostra as curvas de intensidade e duração para a mesma estação pluviométrica.

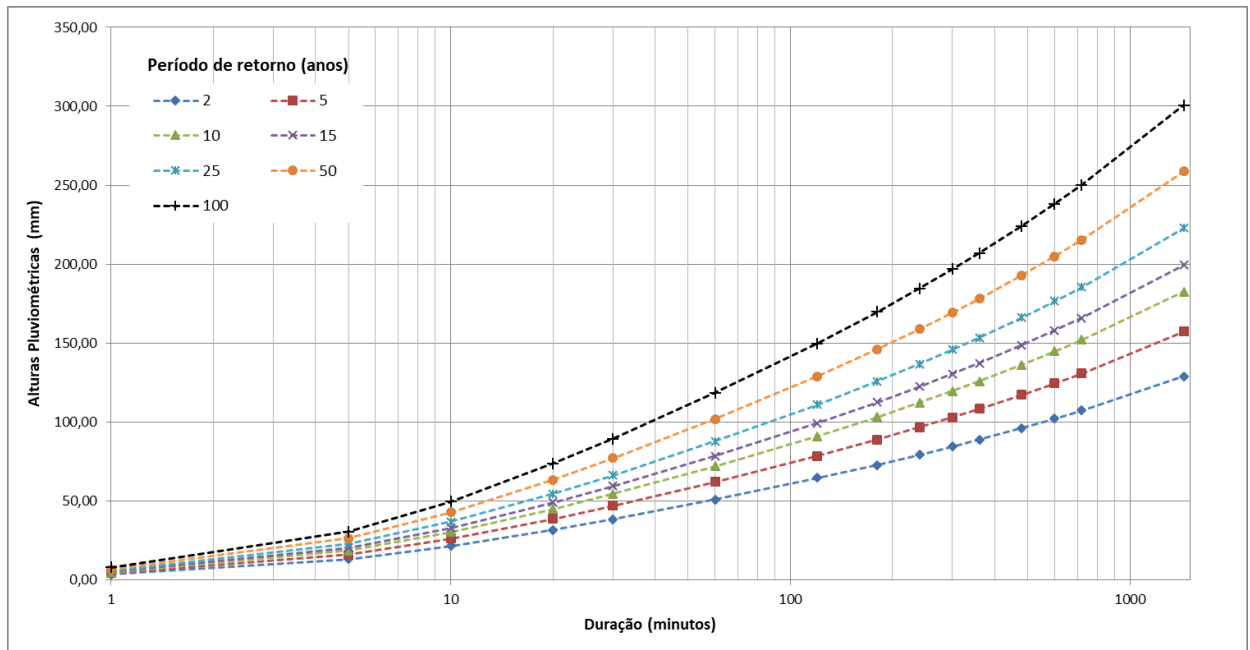


Figura 9 – Curvas de altura x duração de chuva para diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica Rio Bananal.

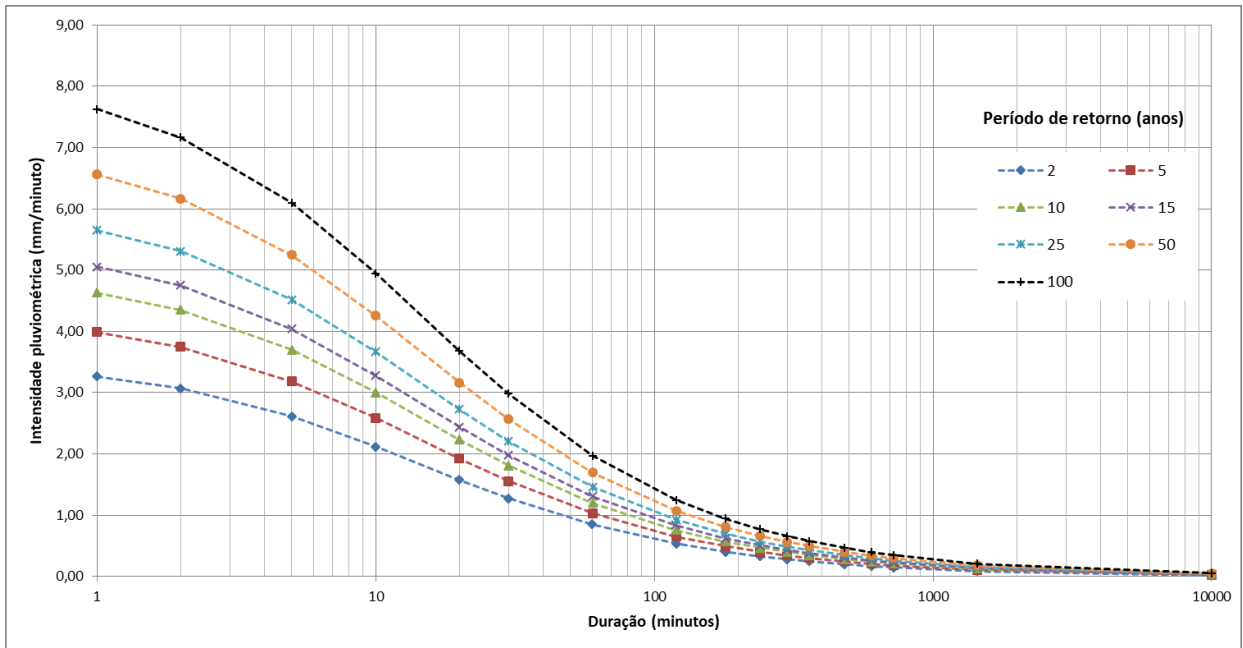


Figura 10 – Curvas de intensidade x duração de chuva para diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica Rio Bananal.

A equação a seguir apresenta a relação intensidade-duração-frequência das chuvas para a região onde será implantado o projeto com base nos dados da estação pluviométrica Rio Bananal.

$$i = \frac{17,065 \times T^{0,217}}{(t + 10,368)^{0,742}}, \text{ em mm/min}$$

Sendo:

i : intensidade da chuva em mm/min

T : Tempo de retorno, em anos

t : Tempo de duração, em minutos.

3.2.6 MÉTODOS E PARÂMETROS PARA A DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES DE PROJETO

3.2.6.1 TEMPO DE RECORRÊNCIA

Os períodos de recorrência adotados para os estudos das descargas de pico das bacias foram definidos em função do tipo de obra previsto para o escoamento de tais descargas.

Em linhas gerais, foram adotados os valores descritos na Tabela 9 conforme Diretrizes Básicas do DNIT.

Tabela 9 – Período de Recorrência.

Espécie	Período de Recorrência (anos)
Drenagem Sub-superficial	1
Drenagem Superficial	5 a 10
Bueiro Tubular	15 (Canal) e 25 (como orifício)
Bueiro Celular	25 (Canal) e 50 (como orifício)
Pontilhão	50
Ponte	100

Fonte: Manual de Drenagem do DNIT.

3.2.6.2 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

Tempo de concentração de uma bacia hidrográfica é o tempo que leva a área hidrologicamente mais remota da mesma para contribuir com o fluxo de água em seu exutório. Conhecer o tempo de concentração é essencial para a definição da vazão máxima a que está sujeita uma bacia.

Ao longo do tempo, foram formuladas várias equações para o cálculo do tempo de concentração, visando a resolver problemas práticos de engenharia. Por isto, a maior parte delas possui caráter empírico e constituem basicamente equações de regressão, desenvolvidas a partir de preceitos estatísticos (Silveira, 2005).

As fórmulas são obtidas, de modo geral, pelas características da bacia hidrográfica como área, comprimento do talvegue, rugosidade do córrego ou canal e a declividade dos mesmos. Segundo Winkler et al. (2012) apud Kibler (1982), a determinação do tempo de concentração por meio de fórmulas empíricas está sujeita a imprecisões e incertezas por não considerar a variabilidade espacial e temporal da bacia.

A seguir, são descritos os métodos utilizados para o cálculo do Tempo de Concentração no presente trabalho. As fórmulas de Kirpish, Kirpich Modificado, Passini, Vem te Chow e Ventura foram retiradas do Manual de hidrologia básica para estruturas de drenagem do DNIT (IPR-715, 2005), as demais foram retiradas da literatura.

Por se tratar de uma área relativamente pequena, adotou-se para o cálculo do Tempo de Concentração, a fórmula do DNOS, conforme preconizado pelo Manual de Hidrologia Básica do DNIT (2005). Esta fórmula considera além das características morfométricas da bacia, características de tipo de solo e de cobertura vegetal, ademais, a aplicação desta é indicada para qualquer tamanho de bacia.

$$T_c = \frac{10}{K} \cdot \frac{A^{0,3} \cdot L^{0,2}}{I^{0,4}}$$

Equação 2

Em que:

T_c = tempo de concentração, em minutos,

A = área da bacia, em ha,

L = comprimento do curso d'água, em m,

I = declividade, em %.

K = depende das características da bacia, conforme descrito a seguir:

- Terreno arenoargiloso, coberto de vegetação intensa, com elevada absorção $K=2$;
- Terreno comum, coberto de vegetação, absorção apreciável $K=3$;
- Terreno argiloso, coberto de vegetação, absorção média $K=4$;
- Terreno de vegetação média, pouca absorção $K=4,5$;
- Terreno com rocha, escassa vegetação, baixa absorção $K=5$;
- Terreno rochoso, vegetação rala, reduzida absorção $K=5,5$.

Para o cálculo das vazões dos bueiros considerou-se o tempo mínimo de concentração de 10 minutos, conforme recomenda o "Manual de Drenagem de Rodovias" para sistemas urbanos (IPR – 724, 2006).

O método de Bransby-Williams é indicado para bacias rurais. Farias Junior (2010) relatou bons resultados da aplicação do método para bacias de médio porte, com cerca de 30 km². A formulação de Bransby-Williams dado pela equação a seguir:

$$T_c = \frac{14,6 \cdot L}{I^{0,2} \cdot A^{0,1}}$$

Equação 3

Sendo:

- T_c : tempo de concentração (minutos);
L: comprimento do talvegue principal (Km);
A: área de drenagem (Km²);
I: declividade (m/m).

A equação de Kirpich, publicada no "*Califórnia Culverts Practice*", foi desenvolvida originalmente para bacias menores que 0,8 km², tem sua aplicação indicada para bacias pequenas, médias e grandes, embora possa apresentar velocidades muito altas comparadas com outras fórmulas.

$$T_c = 57 \times \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Equação 4

Em que:

- T_c : tempo de concentração em minutos.
L: comprimento do curso d'água em Km.
H: desnível máximo entre a saída da bacia e o ponto mais alto do talvegue (m).

De acordo com o manual de hidrologia do DNIT, a aplicação da fórmula de Kirpich Modificada é indicada para uma grande faixa de áreas. Estudos em bacias médias e grandes, com dados de enchentes observadas, demonstraram que a aplicação do fluviograma unitário triangular do U.S. Soil Conservation Service fornece resultados pertinentes às observações, se forem adotados tempos de concentração 50% maiores do que os calculados pela expressão proposta por KIRPICH. Assim propõe-se a seguinte formulação:

$$T_c = 85,2 \times \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Equação 5

Sendo:

- T_c = tempo de concentração, em minutos,
L = comprimento do talvegue, em km, e
H = desnível máximo do talvegue, em m.

A fórmula de Pasini, preconizada pelo Manual de Hidrologia Básica do DNIT (2005) é aplicável a bacias de qualquer tamanho. A seguir é apresentada a fórmula de Pasini:

$$T_c = 6,42 \times \frac{\sqrt[3]{A \times L}}{\sqrt{I}}$$

Equação 6

Onde:

T_c = tempo de concentração, em minutos;

A = Área da bacia em km^2 ;

L = desenvolvimento do talvegue principal, em km;

I = declividade em m/m;

Segundo Silveira (2005), a fórmula de Ven te Chow é originalmente uma fórmula de tempo de pico, devendo ser adaptada para tempo de concentração via aplicação de um fator de correção de 1,67, a fim de não subestimar o resultado. A origem desta fórmula está baseada em dados de vinte bacias rurais, com áreas de 1 a 24 Km^2 .

A equação, já com o fator de correção aplicado, assume a seguinte forma:

$$T_c = 25,2 \left(\frac{L}{\sqrt{I}} \right)^{0,64}$$

Equação 7

Sendo:

T_c : tempo de concentração (minutos);

L : comprimento do talvegue principal (Km);

I : declividade (%).

Segundo o manual de hidrologia do DNIT, a fórmula de Ventura é aplicável a qualquer tamanho de bacia:

$$T_c = 7,62 \sqrt{\frac{A}{I}}$$

Equação 8

Sendo:

T_c = tempo de concentração, em minutos,

A = área da bacia, em km^2 ,

I = declividade, em m/m.

O método de Willians, por sua vez, foi desenvolvido para áreas de drenagem inferiores a $129,5 \text{ Km}^2$ e é dado pela equação a seguir:

$$T_c = 21,3 \cdot \frac{L}{A^{0,1} \cdot I^{0,2}}$$

Equação 9

Sendo:

T_c : tempo de concentração (minutos);

L : comprimento do talvegue principal ($\text{mi} = 1,6 \text{ Km}$);

A : área de drenagem ($\text{mi}^2 = 2,6 \text{ Km}^2$);

I : declividade (m/m).

Para o cálculo do Tempo de Concentração, foram utilizados três métodos (*Kirpich Modificado*, *DNOS* e *George Ribeiro*), considerados mais adequados para o projeto em tela e o valor utilizado na modelagem das vazões foi a média aritméticas dos três valores obtidos, conforme apresentado na Tabela 10.

Tabela 10 - Tempo de concentração da bacia em estudo

Sub-bacia	Curso d'Água	Área (Km^2)	L (Km)	Desnível (m)	i (%)	TC Médio
SB01	Córrego do Alegre	12,73	7,25	24,0	0,33	190,45

3.2.6.3 COEFICIENTE DE RUNNOFF (C) E NÚMERO DA CURVA

O método do número da curva foi o escolhido para o cálculo do excedente da chuva, isto é, as partes das precipitações que se transformam em escoamento superficial. Este método foi desenvolvido pelo *Soil Conservation Service* (hoje *Natural Resources Conservation Service*), órgão do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, a partir de dados de chuva e escoamento superficial de um grande número de bacias hidrográficas, aliados a dados de infiltrômetros que datam da década de 1930 e que resultaram na classificação dos solos americanos por Musgrave (1955), em tipos hidrológicos A, B, C e D, com os solos arenosos

de alto potencial de infiltração classificados como A e argilosos com baixas taxas de infiltração classificados como D.

Mockus (1949) sugeriu que o escoamento superficial poderia ser estimado a partir dos fatores área, tipo de solo, localização, uso do solo, chuva antecedente, duração e intensidade da chuva, temperatura média anual e data da chuva.

Após a promulgação do *Watershed Protection and Flood Prevention Act*, de 1954, as relações chuva-vazão desenvolvidas anteriormente foram generalizadas e puderam ser expressas da seguinte maneira: quando o escoamento natural acumulado é plotado com a chuva acumulada, o escoamento se inicia depois de alguma chuva ter acumulado e a curva resultante da relação chuva x vazão se torna assintótica à linha 1:1. Desta forma, a seguinte relação foi desenvolvida:

$$Q = \frac{2 \cdot (P - 0,2 \cdot S)}{(P + 0,8 \cdot S)} \quad \text{Equação 10}$$

Q = escoamento superficial.

P = Precipitação acumulada.

S = Retenção máxima potencial no início da chuva.

Com isto, S ficou sendo o único parâmetro relacionado às características da bacia hidrográfica. Este se relaciona com o número da curva através da seguinte relação:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad \text{Equação 11}$$

Sendo que CN é um valor tabelado e relacionado ao uso do solo e ao tipo hidrológico do solo.

A Tabela 11 apresenta o valor do CN em relação ao grupo hidrológico do solo e o uso e ocupação local.

Tabela 11 - Valor do CN em relação ao grupo hidrológico do solo com o uso e ocupação do local.

Valores de CN				
Uso e Ocupação do Solo	Grupo Hidrológico do Solo			
	A	B	C	D
Afloramento rochoso	98	98	98	99
Área industrial/Urbana 72	81	88	91	93
Área urbana 12	46	65	77	82

Valores de CN				
Uso e Ocupação do Solo	Grupo Hidrológico do Solo			
	A	B	C	D
Área urbana 20	51	68	79	84
Área urbana 25	54	70	80	85
Área urbana 30	57	72	81	86
Área urbana 38	61	75	83	87
Área urbana 65	77	85	90	92
Área urbana 85	89	92	94	95
Bananeira	45	66	75	83
Café	40	60	70	79
Cana de açúcar	40	66	73	79
Casas de fazenda, caminhos do campo	59	74	82	86
Cultura Temporária	70	79	84	88
Cultura Permanente	45	66	75	83
Estacionamentos Pavimentados, telhados e garagem	72	82	87	89
Estradas de Cascalho	76	85	89	91
Estradas de Terra	72	82	87	89
Eucalipto	36	70	75	79
Floresta	36	55	73	77
Loteamento	77	86	91	94
Macega	36	56	74	77
Massa d'água	100	100	100	100
Pastagem	49	69	79	84
Pasto sujo	48	67	77	83
Ruas Pavimentadas	98	98	98	98
Seringueira	36	70	77	83
Solo Desnudo	77	86	91	94

Por meio de operações em raster em sistema de informação geográfica, informações do mapa Pedológico e do mapa de uso do solo foram cruzadas e os valores médios de CN de cada sub-bacia foram definidos.

Para o cálculo de pico de vazão utilizando o método racional, o coeficiente de deflúvio é um dos parâmetros de entrada da equação. Os valores deste coeficiente foram também definidos utilizando sistema de informação geográfica, com base no mapa de uso e ocupação do solo e no mapa Pedológico das sub-bacias. A Tabela 12 apresenta os valores do coeficiente de deflúvio para cada grupo hidrológico de solo, declividade e uso do solo, os quais foram utilizados no presente trabalho. O coeficiente de deflúvio de cada sub-bacia foi resultante de uma média ponderada entre os valores de C distribuídos ao longo das áreas das mesmas.



Tabela 12 - Valor do coeficiente de deflúvio em relação ao grupo hidrológico do solo, uso e ocupação do solo e declividade do terreno.

Uso e Ocupação do Solo	Coeficiente de Deflúvio (C) por grupo hidrológico de solos (A, B, C ou D)											
	A			B			C			D		
Declividade do terreno	< 2%	2 – 6%	>6%	< 2%	2 – 6%	>6%	< 2%	2 – 6%	>6%	< 2%	2 – 6%	>6%
Floresta	0,08	0,11	0,14	0,10	0,14	0,18	0,12	0,16	0,20	0,15	0,20	0,25
Macega (Capoeira)	0,14	0,22	0,30	0,20	0,28	0,37	0,26	0,35	0,44	0,30	0,40	0,50
Pastagem	0,15	0,25	0,37	0,23	0,34	0,45	0,30	0,42	0,52	0,37	0,50	0,62
Área rural	0,14	0,18	0,22	0,16	0,21	0,28	0,20	0,25	0,34	0,24	0,29	0,41
Área urbana 20% de impermeabilidade	0,22	0,26	0,29	0,24	0,28	0,34	0,28	0,32	0,40	0,31	0,35	0,46
Área urbana 25% de impermeabilidade	0,25	0,29	0,32	0,28	0,32	0,36	0,31	0,35	0,42	0,34	0,38	0,46
Área urbana 30% de impermeabilidade	0,28	0,32	0,35	0,30	0,35	0,39	0,33	0,38	0,45	0,36	0,40	0,50
Área urbana 38% de impermeabilidade	0,30	0,34	0,37	0,33	0,37	0,42	0,36	0,40	0,47	0,38	0,42	0,52
Área urbana 65% de impermeabilidade	0,33	0,37	0,40	0,35	0,39	0,44	0,38	0,42	0,49	0,41	0,45	0,54
Área Industrial	0,85	0,85	0,86	0,85	0,86	0,86	0,86	0,86	0,87	0,86	0,86	0,88
Área urbana 85% de impermeabilidade	0,88	0,88	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,90	0,89	0,89	0,90
Rua Asfaltada	0,76	0,77	0,79	0,80	0,82	0,84	0,84	0,85	0,89	0,89	0,91	0,95
Estacionamento	0,95	0,96	0,97	0,95	0,96	0,97	0,95	0,96	0,97	0,95	0,96	0,97
Solo Exposto	0,65	0,67	0,69	0,66	0,68	0,70	0,68	0,70	0,72	0,69	0,72	0,75
Afloramento rochoso	0,9											
Massa d'água	1,0											

Fonte: USDA – Departamento de Agricultura dos Estados Unidos



3.2.7 DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES DE PROJETO

As vazões de projeto podem ser calculadas a partir de métodos indiretos (empíricos) baseados em equações de chuvas intensas representativas da região. A Tabela 13 indica os métodos recomendados em função das dimensões da área de drenagem da bacia contribuinte, de acordo com as “Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem”, do DNIT (2005).

Tabela 13 – Métodos para cálculo de vazão

Áreas de Drenagem	Método
Bacias com $A \leq 1 \text{ Km}^2$	Racional
Bacias com $1 \text{ Km}^2 < A \leq 10 \text{ Km}^2$	Racional modificado
Bacias com $A > 10 \text{ Km}^2$	Hidrograma Unitário Triangular (H.U.T)

O empreendimento em questão prevê uma travessia de curso d'água com bacia maior que 10 Km^2 , razão pela qual as vazões foram apropriadas utilizando-se o método do Hidrograma Triangular Unitário, por meio da aplicação do software HEC-HMS.

3.2.7.1 MODELAGEM HIDROLÓGICA UTILIZANDO HEC-HMS

O HEC-HMS é um Sistema de Modelagem Hidrológica desenvolvido pelo Corpo de Engenheiros do Exército Americano, destina-se a simular os processos de chuva-vazão e pode ser aplicado em uma larga gama de áreas geográficas, a fim de se estudar inundações e disponibilidade hídrica de uma bacia entre outras aplicações (USACE, 2016).

O modelo tem sido utilizado largamente em muitos países do mundo, principalmente nos EUA e seu uso tem se popularizado no Brasil, dada a boa consistência de resposta e estabilidade para simulação de pequenas e grandes bacias hidrográficas. Seu uso para o cálculo da vazão de projeto foi considerado apropriado dada a possibilidade de se transformar as características hidrológicas das sub-bacias em variáveis de entrada do modelo.

Para o cálculo da chuva excedente, foi escolhido o método do número da curva, enquanto que, para a transformação da chuva excedente no hidrograma de vazão, foi escolhido o método do hidrograma unitário.



Conceitualmente, o Hidrograma Unitário (HU) é o hidrograma do escoamento direto causado por uma chuva efetiva unitária (por exemplo, uma chuva de 1 mm, 1 cm, 1 polegada ou outra medida). A teoria considera que a precipitação efetiva e unitária tem intensidade constante ao longo de sua duração e distribui-se uniformemente sobre toda a área de drenagem (COLLISCHONN; TASSI, 2008).

Segundo Paço (2008), o modelo do Hidrograma Unitário (HU), desenvolvido por Sherman em 1932, impôs um importante avanço no nível da análise de cheias. Conforme Naghettini (1999), além das considerações citadas acima (chuva de intensidade constante e uniformemente distribuída sobre a bacia), o método baseia-se na hipótese de que uma vez que as características físicas da bacia não se alterem, precipitações semelhantes produzirão hidrogramas semelhantes.

Existem muitas técnicas sintéticas de Hidrogramas Unitários abordadas pelos mais diversos autores: Método de Nash, Clark, de Santa Bárbara, da Convolução Contínua, Snyder, SCS (*Soil Conservation Service*) e CUHP (*Colorado Urban Hydrograph Procedure*) (VISWESHWARAN, 2017). O método do hidrograma unitário SCS é nativo no HEC-HMS e foi escolhido para a transformação dos dados de chuva em vazão. O único parâmetro requerido pelo modelo é o Tempo de Retardo (*Lag time*), que representa o tempo decorrente entre o centroide da precipitação e o pico de vazão a ela associada.

As variáveis de entrada necessárias para a simulação com o HEC-HMS utilizando os métodos do número da curva e hidrograma unitário são o CN da bacia, a área da bacia, o tempo de retardo e hietograma de projeto.

Para determinação do hietograma de projeto considerou-se o descrito por IPH-UFGRS (2005), que o tempo total da simulação deve ser de, pelo menos, duas vezes o tempo de concentração, permitindo que toda a precipitação atue sobre o hidrograma de saída, enquanto *Placer County* (1990 apud *USACE* (2000) recomenda uma duração de chuva igual a três ou quatro vezes o tempo de concentração.

A construção do hietograma foi realizada pelo método dos blocos alternados, através do qual, a intensidade da precipitação de projeto é maior no meio e mais branda no início e no final da mesma.

As Figura 11, Figura 12, Figura 13 e Figura 14 apresentam o hietograma da chuva com tempo de retorno de 15, 25, 50 e 100 anos, respectivamente, utilizados na simulação da bacia a partir da IDF da estação 1940023 e tempo de duração igual a três vezes o tempo de concentração da bacia.

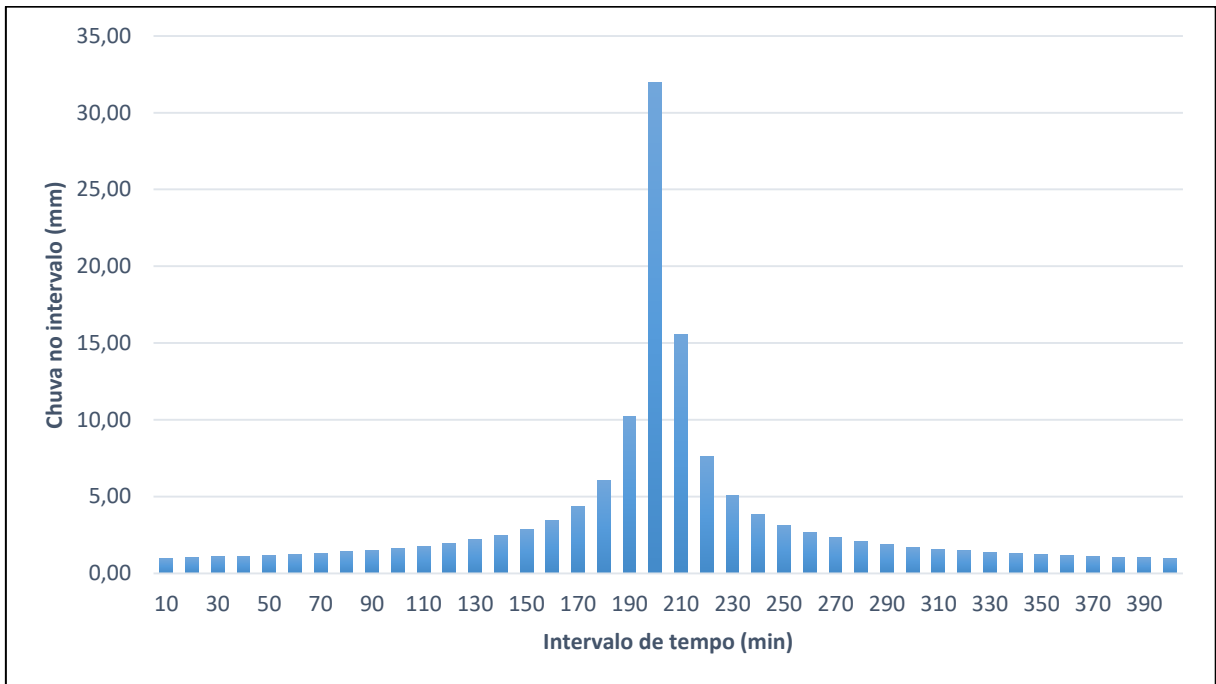


Figura 11 - Hietograma de projeto das sub-bacia estudada com recorrência de 15 anos e duração igual a duas vezes o tempo de concentração

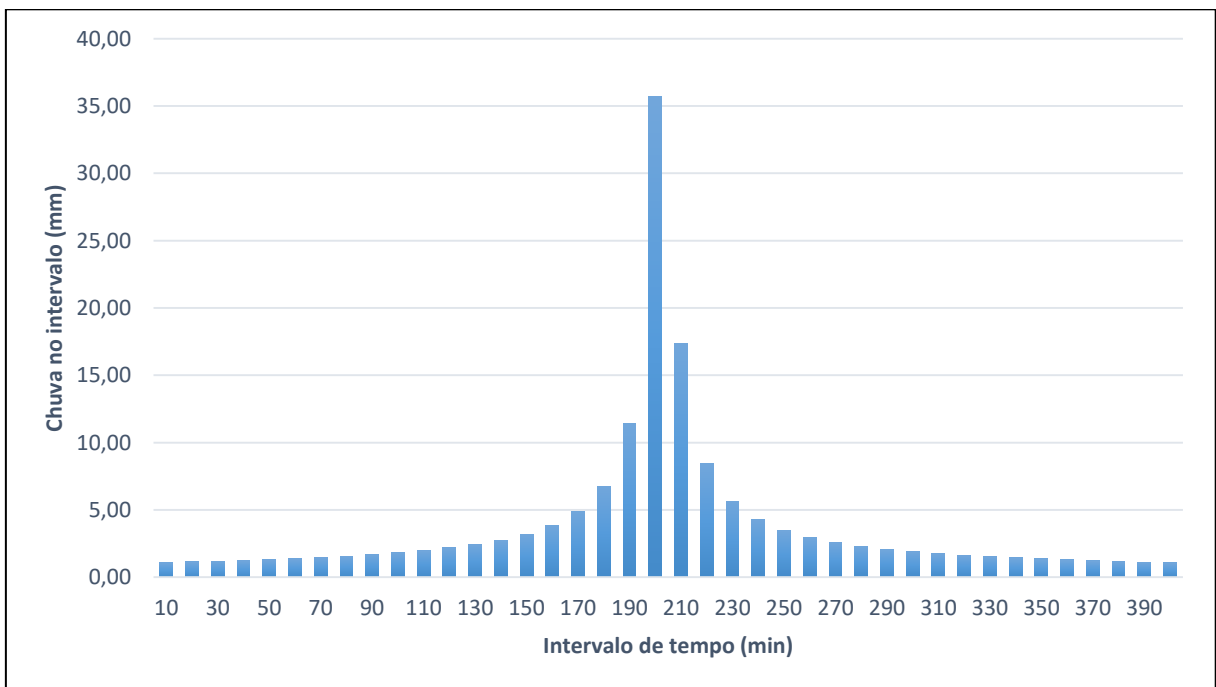


Figura 12 - Hietograma de projeto das sub-bacia estudada com recorrência de 25 anos e duração igual a duas vezes o tempo de concentração

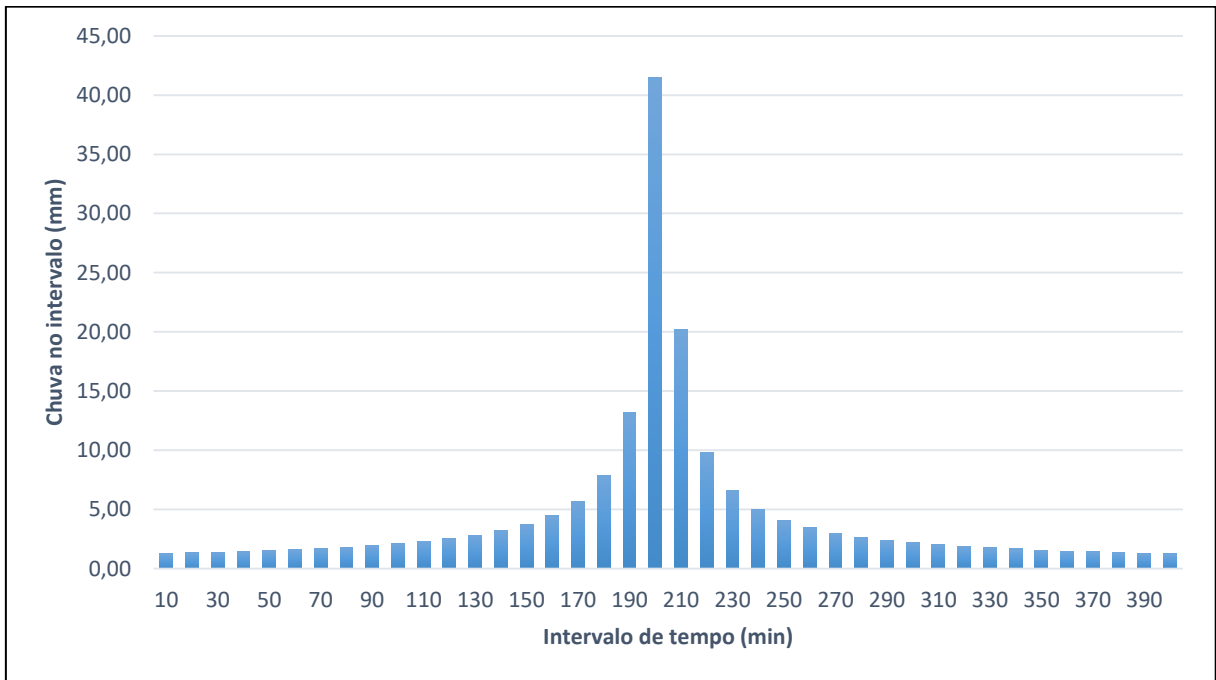


Figura 13- Hietograma de projeto das sub-bacia estudada com recorrência de 50 anos e duração igual a duas vezes o tempo de concentração

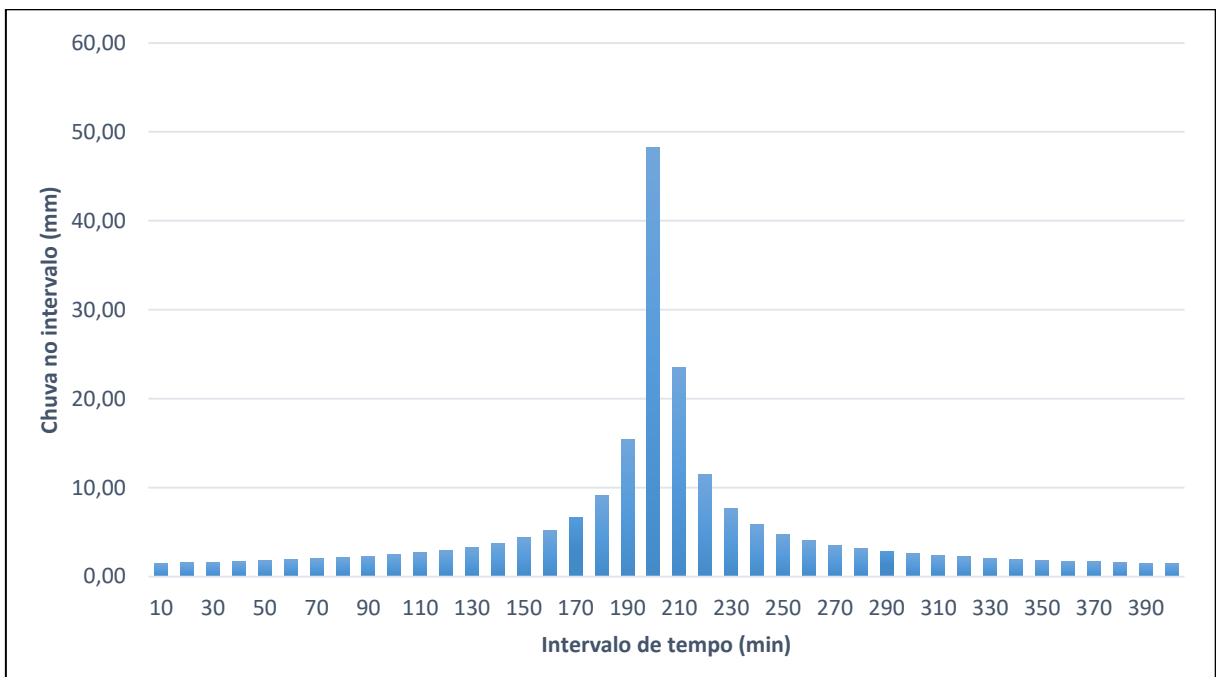


Figura 14 - Hietograma de projeto das sub-bacia estudada com recorrência de 100 anos e duração igual a duas vezes o tempo de concentração



3.2.7.2 APLICAÇÃO DO MÉTODO RACIONAL E DO MÉTODO RACIONAL MODIFICADO

O método racional é a forma mais simples de se determinar a vazão de pico da bacia de drenagem, sendo o método mais comum utilizado para o dimensionamento de sistemas de drenagem. Trata-se de um método lógico, generalizado e que muitas vezes apresenta resultados razoáveis. Entretanto, a base teórica deste não é suficientemente explorada na maioria de suas aplicações (UPC, 2015), o que pode conduzir a uma vazão superestimada, levando a exageros no dimensionamento do sistema de drenagem. Devido a isso, é imprescindível que haja uma verificação criteriosa dos resultados, buscando identificar incoerências.

O método racional relaciona dados como intensidade da chuva, área da bacia e características da cobertura da bacia hidrográfica estudada e é dado pela Equação 12:

$$Q = \frac{c \cdot i \cdot A}{3,6} \quad \text{Equação 12}$$

Onde:

Q = vazão máxima, em m³/s;

c = coeficiente de deflúvio;

i = intensidade da chuva, em mm/h;

A = área da bacia hidrográfica, em km².

Conforme recomendado no Manual de Hidrologia Básica do DNIT (DNIT, 2005), para corrigir os efeitos da distribuição das chuvas nas bacias hidrográficas consideradas uniformes no Método Racional, principalmente em bacias de médio porte com áreas superiores a 1 km², são introduzidos coeficientes redutores das chuvas de ponta designados Coeficientes ou Fatores de Distribuição. O mais comum desses fatores é dado pela Equação 13.

$$n = A^{-0,10} \quad \text{Equação 13}$$

Em que:

A = área da bacia hidrográfica, em km².

Assim o método racional modificado é dado por Equação 14:

$$Q_c = \frac{C.I.A.n}{3,60}$$

Equação 14

Onde:

Q = vazão máxima, em m³/s;

c = coeficiente de deflúvio;

i = intensidade da chuva, em mm/h;

A = área da bacia hidrográfica, em km².

n = fator de distribuição = $A^{-0,10}$

3.2.8 CONCLUSÃO

Para o cálculo das vazões de projeto, foi seguida a seguinte ordem:

- Delimitação das sub-bacias contribuintes para as OAC estudadas;
- Apropriação da equação de chuva intensa;
- Apropriação do tempo de concentração da sub-bacia;
- Determinação do número da curva (CN) e do coeficiente de deflúvio (c) de cada sub-bacia;
- Apropriação do hietograma de projeto a partir da equação de chuva intensa;
- Aplicação dos métodos de análise chuva x vazão (HEC-HMS, método racional ou racional modificado), apresentado na Tabela 14.
- Dimensionamento do bueiro de grotas para a travessia estudada, apresentado na Tabela 15.



Tabela 14 - Vazões de projeto

Elementos da Bacia Hidrográfica							Intensidade de chuva (mm/h)					Método de calculo	Vazão (m³/s)			
Sub-bacia	Área (Km²)	L (Km)	Desnível (m)	i (%)	Tc (min)	c	TR- anos						TR- anos			
						CN	10	15	25	50	100		15	25	50	100
SB01	12,73	7,25	24	0,33	190,45	0,39	33,00	36,04	40,27	46,80	54,40	Racional Modificado	38,54	43,06	50,05	58,17
						68							27,19	33,15	42,84	54,61

Tabela 15 - Dimensionamento do bueiro de grotá

Dimensionamento das OAC de Grotá											
Sub-bacia	Vazão (m³/s)				OAC trabalhando como canal						
	Tr	Tr	Tr	Tr	Quant.	Tipo	B / Ø (m)	H (m)	Q crít. (m³/s)	Tirante Hidráulico (h/d)	
	15 anos	25 anos	50 anos	100 anos							
SB01	27,19	33,15	42,84	54,61	3	celular	2,50	2,50	50,55	0,66	

3.3 ESTUDOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS

3.3.1 AVALIAÇÃO GEOLÓGICA

A região de Sooretama é classificada geologicamente no Grupo Barreiras que é constituído de arenitos esbranquiçados, amarelados e avermelhados, argilosos, finos e grosseiros, mal selecionados, com intercalações de argilitos vermelhos e variegados. Os depósitos dessa unidade são bastante ferruginizados, apresentando cores variadas desde o vermelho ao alaranjado. Esta ferruginização, quando muito intensa, ocorre como crostas ferruginosas. Associam-se a feições de tabuleiro e, ao longo do litoral, ocorrem em formas de falésias ativas.

Apesar de objeto de estudo de vários autores, com a maioria dos trabalhos realizada na região nordeste, ainda não se conseguiu dar uma caracterização detalhada e amplamente aceita a estes depósitos, do ponto de vista geológico. Existem divergências importantes em termos da nomenclatura estratigráfica (Grupo ou Formação Barreiras) e sua idade tem sido admitida desde o fim do Mesozoico até o início do Quaternário, sendo normalmente aceita entre o Mioceno – Plioceno a Pleistoceno (Brito et al., 1996). Na região Sudeste, poucos foram os estudos realizados, em especial no Estado do Espírito Santo (Amador e Dias, 1978; Amador, 1982; Tamara, 1995, apud Morais 2006).

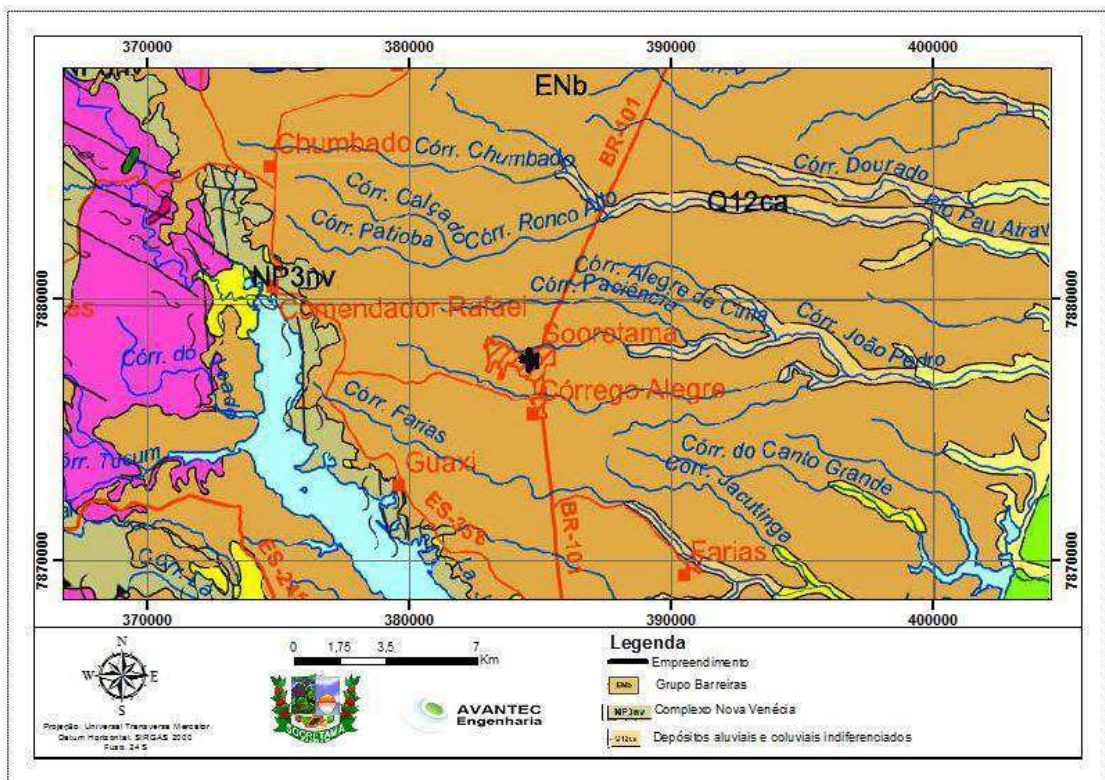


Figura 15 – Mapa Geológico de Sooretama



A denominação Barreiras foi empregada pela primeira vez por Moraes Rêgo (1930, apud Morais 2006) para descrever depósitos arenosos e argilosos, de cores variegadas, normalmente muito ferruginizados, identificados nos baixos platôs amazônicos e nos tabuleiros da costa do norte, nordeste e leste brasileiro. Sendo assim, Moraes Rêgo (1930 In: Ramalho, 1984, apud Morais 2007) sugeriu chamar estes sedimentos de “série das Barreiras”, descrevendo-os como “leitos de argilas de cores variadas, geralmente vivas, vermelhas, verdes, brancas ou mosqueadas, com leitos de areias inconsistentes e concreções ferruginosas, que formam blocos ou massas lenticulares e cuja origem explica-se por uma circulação de águas em condições climatéricas severas”.

Neste estado o Grupo Barreiras distribui-se segundo uma faixa aproximadamente alongada no sentido N-S, situando-se grande parte entre o embasamento cristalino e os depósitos quaternários da baixada costeira. Também aflora desde um pouco a sul da localidade de Presidente Kennedy e começa a ocupar maior extensão areal a norte da cidade de Vitória. Ao sul desta cidade, a sua ocorrência é descontínua, como porções mais isoladas, principalmente onde as rochas do embasamento afloram próximo ao litoral, como se observa na região entre Vitória e Presidente Kennedy.

3.3.2 AVALIAÇÃO GEOTÉCNICA

Os estudos geotécnicos foram realizados com a finalidade de estabelecer as características quantitativas e qualitativas dos materiais necessários para a execução da obra (terraplenagem, pavimentação e drenagem), e ainda subsidiar o dimensionamento do pavimento da Travessia do Alegre, município de Sooretama/ES. Dessa forma, visando caracterizar o material componente do sub-leito, foram realizados furos de sondagem a trado.

Os Estudos Geológicos e Geotécnicos possibilitaram a identificação da geomorfologia local da área em estudo possibilitou o conhecimento do material constituinte do subleito por meio de sua classificação expedita.

No que tange à caracterização físico-mecânicas de materiais, bem como à baixa magnitude de carga incidida sobre o mesmo (tráfego leve e peso próprio da estrutura), julgou-se que não há necessidade de tratamento algum no sub-leito existente (solo de fundação) tendo em consideração da carga advinda da estrutura projetada para o projeto em questão.

3.3.2.1 ESTUDO DO SUBLEITO

Os furos de sondagem do subleito foram executados em intervalos de até 200 metros, alternando sua posição (lado esquerdo, eixo e lado direito) e profundidade de mínima de 1,00 m abaixo do greide, respeitando assim as diretrizes estabelecidas pela Instrução de Serviço IS-206 do IPR/DNIT.

Todas as amostras coletadas foram submetidas aos ensaios de Caracterização Física e de Caracterização Mecânica, a saber:

- **Caracterização Física:** Análise granulométrica por peneiramento (DNER-ME 080/94), Limite de Liquidez (DNER-ME 122/94) e Limite de Plasticidade (DNER-ME 082/94);
- **Caracterização Mecânica:** Compactação (DNER-ME 162/94), Expansão e Determinação do ISC (DNER-ME 049/94).

A partir dos resultados da Caracterização Física, de cada amostra, foi definido o Índice Grupo (IG) e a classificação TRB.

Os ensaios de compactação foram elaborados com uso da energia do Proctor Normal (12 golpes). Com os dados obtidos nos ensaios de laboratório foi calculado o ISC de projeto para o dimensionamento do pavimento. Desta forma foi aplicada a análise estatística para obtenção do valor mínimo provável, para a definição do ISC de projeto, de forma que fosse definido com segurança um valor adequado para o dimensionamento do pavimento. A análise estatística do subleito foi calculada através das equações apresentadas a seguir, conforme preconiza o Manual de Pavimentação do DNIT:

- **Equação 01: Média aritmética**

$$X_m = \frac{\sum X}{N}$$

- **Equação 02: Desvio Padrão**

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - X_m)^2}{N - 1}}$$

- **Equação 03: Valor mínimo provável, estatisticamente**

$$X_{min} = X_m - \frac{1,29\sigma}{\sqrt{N}} - 0,68\sigma$$

- **Equação 04: Valor máximo provável, estatisticamente**

$$X_{m\acute{a}x} = X_m + \frac{1,29\sigma}{\sqrt{N}} + 0,68\sigma$$

Onde:

N = Número de amostras;

X = valor individual;

X_m = média aritmética;

σ = desvio padrão;

$X_{m\acute{i}n}$ = valor mínimo provável, estatisticamente;

$X_{m\acute{a}x}$ = valor máximo provável, estatisticamente.

Apresenta-se a seguir o quadro estatístico dos ensaios do subleito considerando as equações oficiais do Manual de Pavimentação do DNIT para o valor mínimo/máximo provável dos parâmetros em estudos, para as ruas que compõem o bairro em questão:

Tabela 16 – Análise Estatística do Subleito do Bairro Centro (Sooretama/ES).

Parâmetro estatístico	Limites		Granulometria										Compactação - 12 golpes				IG
	LL	IP	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	# 4	# 10	# 40	# 200	Hót.	Dmax.	Exp.	ISC		
N	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	27	27	27	27	3	
\bar{X}	32,29	10,28	100,00	100,00	100,00	100,00	99,44	97,41	96,13	62,14	38,47	20,24	1,611	0,39	9,68		
σ	18,67	6,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	0,95	1,30	9,55	16,65	2,07	0,058	0,23	1,35		
$X_{m\acute{i}n}$	15,46	4,60	100,00	100,00	100,00	100,00	99,18	96,55	94,96	53,53	23,46	18,32	1,557	0,18	8,43		
$X_{m\acute{a}x}$	49,11	15,96	100,00	100,00	100,00	100,00	99,69	98,27	97,30	70,75	53,48	22,17	1,665	0,60	10,93		

Os Boletins de Sondagem e os Resumos dos Ensaos realizados com as amostras prospectadas do subleito estão apresentados ao final deste capítulo.

3.3.2.2 ESTUDO DE OCORRÊNCIAS DE MATERIAIS

A investigação geotécnica teve como objetivo cadastrar e caracterizar as possíveis fontes dos insumos necessários para a execução das obras de pavimentação, drenagem, terraplenagem, obras-de-arte especiais, etc.

3.3.2.2.1 Pedreira

No que tange aos estudos geotécnicos relativos aos materiais britados a serem empregados na obra, foi identificada a pedreira (P-01) comercial mais próxima ao empreendimento, listada a seguir:

- P-01 – Pedreira Brita Norte;

Conforme o *croqui* de localização apresentado no **Volume 2**, a pedreira P-01 localiza-se a 10,21 km da Travessia do Alegre.

A pedreira é ocorrência comercial, ambientalmente licenciada para a exploração de agregado, e possui potencial técnico e capacidade operacional para o atendimento ao empreendimento.

3.3.2.2.2 Areal

No que tange aos estudos geotécnicos relativos aos material arenoso a ser empregado na obra, foi identificado o areal (A-01) comercial mais próxima ao empreendimento, listada a seguir:

- A-01 – Areal Pedramix;

Conforme o *croqui* de localização apresentado no **Volume 2**, o Areal A-01 localiza-se a 27,20 km da Travessia do Alegre.

O areal é ocorrência comercial, ambientalmente licenciada para a exploração de agregado, e possui potencial técnico e capacidade operacional para o atendimento ao empreendimento.

3.3.2.2.3 Bota-fora

Durante a investigação de campo foi identificado uma aterro sanitário licenciado no município de Linhares, que apresenta características técnicas e ambientais favoráveis à sua utilização como bota-fora de resíduos IIB (construção civil) durante a execução das obras, a saber:

Tabela 17 – Localização dos Bota-fora

Código	Proprietário	Localização
BF-01	Linhares Ambiental	à 24,50 km da Travessia do Alegre



3.3.2.2.4 Usina de Asfalto

Para suprir eventuais necessidades de fornecimento de asfalto que venham a ocorrer durante a obras, foi identificada a Usina de Asfalto de Paulista (U-01), ambientalmente licenciada e com capacidade técnica e operacional para o atendimento ao empreendimento.

Conforme o *croqui* de localização apresentado no **Volume 2**, a Usina de Asfalto U-01 localiza-se a 42,40 km da Travessia do Alegre.

3.3.3 APRESENTAÇÃO

Apresenta-se a seguir os seguintes elementos:

- Plano de Sondagem;
- Boletim de Sondagem do Subleito;
- Resumo dos Ensaios do Subleito.



PREFEITURA MUNICIPAL DE SOORETAMA

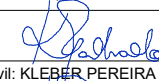
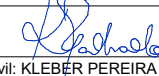


CONSULTORIA:

AVANTEC ENGENHARIA

TÍTULO: ESTUDO GEOTÉCNICO - PLANO DE SONDAGEM

LOCAL: TRAVESSIA DO ALEGRE, SOORETAMA-ES

COORDENADOR :	 Engº Civil: KLEBER PEREIRA MACHADO	CREA: ES-7839/D	ESCALA: S/escala	FORMATO: A3	PRANCHA: SON-01
AUTOR DO PROJETO :	 Engº Civil: KLEBER PEREIRA MACHADO	CREA: ES-7839/D	REVISÃO: R 0	DATA: 2022	



Trecho: Travessia do Alegre
Município: Sooretama/Es

Estudo: Subleito

FURO	COORDENADAS UTM		POSICÃO	PROFUNDIDADE (m)	DESCRIÇÃO
	NORTE	ESTE			
ST - 04	7.876.254,00	384.488,00	LD	0,00 a 1,65	Argila Arenosa - Cor Amarela
ST - 07	7.876.449,00	384.487,00	LD	0,00 a 1,55	Argila Arenosa - Cor Amarela
ST - 08	7.876.645,00	384.490,00	LE	0,00 a 1,75	Argila Arenosa - Cor Marrom
ST - 26	7.876.806,00	384.425,00	EX	0,00 a 1,65	Argila - Cor Amarela



PROJETO DE ENGENHARIA VIÓRIA							
FURO		ST-04	ST-07	ST-08	ST-26		
POSICÃO		LADO DIREITO	LADO DIREITO	LADO ESQUERDO	EIXO		
PROFUNDIDADE (m)		0 a 1,65	0 a 1,55	0 a 1,75	0 a 1,65		
GRANULOMETRIA	PENEIRAS (%)	2"	100,00	100,00	100,00	100,00	
		1 1/2"	100,00	100,00	100,00	100,00	
		1"	100,00	100,00	100,00	100,00	
		3/4"	100,00	100,00	100,00	100,00	
		3/8"	99,65	99,40	99,07	99,57	
		Nº4	97,14	97,38	96,30	96,69	
		Nº10	95,27	97,12	95,55	94,19	
		Nº40	63,50	63,79	69,71	73,59	
		Nº200	40,72	51,78	53,10	46,39	
LIMITE LIQUIDEZ (%)		37,00	37,68	46,42	53,72		
INDICE DE PLASTICIDADE (%)		10,76	14,27	18,95	15,35		
EQUIVALENTE DE AREIA		-	-	-	-		
IG		1	5	8	5		
CLASSIFICAÇÃO TRB		A - 6	A - 6	A - 7 - 6	A - 7 - 5		
COMPACTAÇÃO	LAB.	UMID. (%)	20,11	23,00	18,23	21,04	
		DENS. (g/cm³)	1,602	1,551	1,656	1,689	
	CAMPO	UMID. (%)	-	-	-	-	
		DENS. (g/cm³)	-	-	-	-	
	% COMPACTAÇÃO		-	-	-	-	
ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO E INDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA	C.P.C. / 12 GOLPES	UMID. (%)	20,11	23,00	18,23	21,04	
		DENS. (g/cm³)	1,602	1,551	1,656	1,689	
		EXP.	0,28	0,73	0,12	0,35	
		I.S.C.	11,17	8,50	9,45	9,96	
	C.P.C. / 26 GOLPES	UMID. (%)	-	-	-	-	
		DENS. (g/cm³)	-	-	-	-	
		EXP.	-	-	-	-	
		I.S.C.	-	-	-	-	
	C.P.C. / 55 GOLPES	UMID. (%)	-	-	-	-	
		DENS. (g/cm³)	-	-	-	-	
		EXP.	-	-	-	-	
		I.S.C.	-	-	-	-	
	EXP. FINAL		0,28	0,73	0,12	0,35	
	I.S.C. FINAL		11,17	8,50	9,45	9,96	
	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA		ARGILA ARENOSA, COR AMARELA	ARGILA ARENOSA, COR AMARELA	ARGILA ARENOSA, COR MARROM	ARGILA, COR AMARELA	



4 PROJETOS

Adiante, apresenta-se a metodologia completa adotada na elaboração dos Projetos:

- Projeto Geométrico;
- Projeto de Terraplenagem;
- Projeto de Drenagem;
- Projeto de Pavimentação;
- Projeto de Obras Complementares.



4.1 PROJETO GEOMÉTRICO

O projeto Geométrico tem por objetivo a definição geométrica do segmento em estudo em seus aspectos ligados ao comportamento horizontal, vertical longitudinal e vertical transversal. Este item foi desenvolvido sempre que possível em estreita consonância com as disposições normativas contidas no Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais do DNIT. O projeto geométrico foi desenvolvido através das informações topográficas fornecidas.

A elaboração deste item foi executada a partir dos seguintes itens:

- Critérios de projeto;
- Características planimétricas;
- Características altimétricas.

4.1.1 CRITÉRIOS DE PROJETO

O traçado foi desenvolvido considerando o Plano Funcional proposto para as vias da região em questão.

4.1.2 CARACTERÍSTICAS PLANIMÉTRICAS

O projeto geométrico em planta constou do processamento eletrônico dos dados da topografia e lançamento do projeto em ambiente computacional. Esta rotina resultou nos seguintes elementos:

- Desenho da faixa de levantamento com curvas de nível espaçadas de 1,00 metro;
- Estaqueamento do eixo a cada 20,00m, com indicação dos pontos notáveis das curvas de concordância.

4.1.3 APRESENTAÇÃO

Apresenta-se a seguir a locação de eixo, e no **Volume 02 – Projeto de Execução o Projeto Geométrico (planta)**.

LOCAÇÃO DO EIXO - RAMO 1100			
TRAVESSIA DO ALEGRE - SOORETAMA/ES			
Estaca	Pontos Notáveis	Norte	Este
1100+0,000		7876797,12	384487,4
1101+0,000		7876777,18	384485,79
1102+0,000		7876757,25	384484,18
1103+0,000		7876737,31	384482,57
1104+0,000		7876717,38	384480,96
1105+0,000		7876697,44	384479,35
1106+0,000		7876677,51	384477,74
1107+0,000		7876657,57	384476,13
1108+0,000		7876637,64	384474,52
1109+0,000		7876617,7	384472,91
1110+0,000		7876597,76	384471,3
1111+0,000		7876577,83	384469,69
1112+0,000		7876557,89	384468,08
1112+7,687	PC	7876550,23	384467,46
1113+0,000		7876537,93	384467,07
1114+0,000		7876518,05	384469,03
1114+16,372	PT	7876502,17	384472,97
1115+0,000		7876498,71	384474,07
1116+0,000		7876479,66	384480,15
1117+0,000		7876460,61	384486,23
1118+0,000		7876441,55	384492,31
1119+0,000		7876422,5	384498,39
1119+2,770	PC	7876419,86	384499,23
1120+0,000		7876403,14	384503,33
1121+0,000		7876383,24	384505,14
1121+5,573	PT	7876377,67	384505,08
1122+0,000		7876363,25	384504,6
1123+0,000		7876343,26	384503,93
1124+0,000		7876323,27	384503,25
1124+15,821		7876307,46	384502,72

LOCAÇÃO DO EIXO - RAMO 1300			
TRAVESSIA DO ALEGRE - SOORETAMA/ES			
Estaca	Pontos Notáveis	Norte	Este
1300+0,000		7876336,47	384513,33
1301+0,000		7876323,32	384501,38
1301+17,699	PCC	7876312,47	384513,33
1302+0,000		7876312,69	384515,62
1303+0,000		7876327,88	384524,84
1303+15,341		7876336,47	384513,39

LOCAÇÃO DO EIXO - RAMO 1400			
TRAVESSIA DO ALEGRE - SOORETAMA/ES			
Estaca	Pontos Notáveis	Norte	Este
1400+0,000		7876792,16	384472,24
1401+0,000		7876780,68	384457,66
1402+0,000		7876763,82	384465,38
1402+7,124	PCC	7876762,16	384472,24
1403+0,000		7876767,35	384483,59
1404+0,000		7876785,88	384484,44
1404+14,149		7876792,16	384472,34



4.2 PROJETO DE TERRAPLENAGEM

O projeto de Terraplenagem foi desenvolvido segundo às prescrições normativas do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e Normas Técnicas Brasileira (NBR), bem como, nos elementos fornecidos pelo projeto Geométrico e pelo Plano Funcional proposto.

O projeto em questão consta basicamente de notas de serviço, volumes e delineações construtivas.

4.2.1 METODOLOGIA

O projeto de Terraplenagem foi norteado pelo projeto de Geométrico que se responsabilizou pela definição da cota do pavimento acabado, seções transversais e características gerais do projeto em questão.

Em termos gerais, a total efetivação deste item de estudo constituiu-se do desenvolvimento dos seguintes tópicos:

- Gabaritagem;
- Otimização das Seções Transversais.

4.2.2 GABARITAGEM E OTIMIZAÇÃO DAS SEÇÕES TRANSVERSAIS

O volume de terraplenagem, estaca por estaca, em cortes e em aterros, foi calculado a partir do processamento do perfil longitudinal do terreno, da cota do pavimento projetado acabado e das cadernetas de seções transversais.

Ao desenho das seções efetivou-se a gabaritagem da plataforma de terraplanagem obedecendo as informações concernentes às seções transversais típicas.

4.2.3 PROCESSAMENTO DOS VOLUMES

O processamento dos volumes foi efetuado após a gabaritagem das seções transversais e foi obtido mediante aplicação do método da semi-soma.

4.2.4 ELABORAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO



A partir do cálculo dos volumes foi efetuado o cálculo da DMT. Na efetivação da compensação, foi inserido o fator de homogeneização, que correlaciona o peso específico aparente do material compactado com o peso específico aparente do material no seu estado natural, igual a:

$$F = 1,30$$

4.2.5 CÁLCULO DE VOLUMES

Os volumes de terraplenagem foram gerados a partir das cotas do terreno natural e do pavimento acabado definido no Projeto Geométrico. Vale ressaltar que para o caso de aterros, o volume cubado na terraplenagem corresponde a espessura do topo do terreno natural até a fibra inferior do pavimento projetado, ou seja, 10,0 cm abaixo da cota de topo do pavimento acabado. O volume acima do aterro será quantificado, em outros materiais, junto a estrutura de pavimento em função dos diversos tipos de revestimentos aplicados nas ruas do entorno (blocos de concreto, granilite, ladrilho hidráulico, piso cimentado, e etc).

Apresenta-se ao final desse capítulo a folha de cubação detalhando os volumes de corte e aterro estaca a estaca.

4.2.6 APRESENTAÇÃO

Apresentam-se a seguir o resumo da cubação, folha de cubação e nota de serviço e no **Volume 02 – Projeto de Execução o Projeto de Terraplenagem (seções típicas)**.

Ruas	Volume (m³)	
	Escava ² o e carga	Compacta ² o de aterro 100% PN
Ramo 1100	3445,43	27311,91
Ramo 1300	47,47	2055,49
Ramo 1400	220,91	700,65
Total	3.713,81	30.068,05

FOLHA DE CUBA=ÚO - RAMO 1100
TRAVESSIA DO ALEGRE - SOORETAMA/ES

Estaca	Orea Corte (m³)	Volum de Corte (m³)	Orea de Aterro (m³)	Volum de Aterro (m³)	Volum de Corte Acum (m³)	Volum de Aterro Acum (m³)	Volum Lquido (m³)
1100+0,000	5,64	0,00	0,86	0,00	0,00	0,00	0,00
1101+0,000	7,12	127,54	0,62	14,77	127,54	14,77	112,77
1102+0,000	3,88	109,97	2,29	29,09	237,51	43,85	193,66
1103+0,000	5,09	89,68	1,02	33,11	327,19	76,96	250,23
1104+0,000	6,53	116,21	0,42	14,47	443,39	91,43	351,96
1105+0,000	4,57	111,08	1,91	23,37	554,47	114,80	439,67
1106+0,000	3,71	82,89	3,34	52,53	637,36	167,33	470,03
1107+0,000	5,06	87,78	2,26	55,98	725,13	223,32	501,81
1108+0,000	6,75	118,17	1,32	35,73	843,31	259,05	584,26
1109+0,000	4,98	117,33	3,66	49,79	960,64	308,84	651,80
1110+0,000	2,22	72,00	6,89	105,51	1032,64	414,36	618,28
1111+0,000	2,37	45,90	8,13	150,21	1078,54	564,56	513,98
1112+0,000	6,01	83,75	5,19	133,18	1162,29	697,75	464,54
1112+7,687	7,84	53,21	4,56	37,44	1215,51	735,19	480,32
1113+0,000	12,69	116,82	3,13	50,50	1332,33	785,69	546,64
1113+12,029	22,09	194,92	5,75	57,94	1527,25	843,63	683,62
1114+0,000	24,62	173,02	14,72	88,51	1700,26	932,14	768,12
1114+16,372	36,55	461,59	62,65	703,16	2161,86	1635,30	526,56
1115+0,000	36,40	132,33	69,85	240,34	2294,19	1875,64	418,55
1116+0,000	35,05	714,56	89,33	1591,79	3008,75	3467,42	-458,67
1117+0,000	2,28	373,38	132,27	2215,99	3382,13	5683,41	-2301,28
1118+0,000	0,00	22,85	179,43	3117,03	3404,98	8800,44	-5395,46
1119+0,000	0,00	0,00	201,88	3813,16	3404,98	12613,60	-9208,62
1119+2,770	0,00	0,00	201,96	559,27	3404,98	13172,87	-9767,89
1120+0,000	0,00	0,00	198,73	3519,24	3404,98	16692,11	-13287,13
1120+4,171	0,00	0,00	199,20	846,88	3404,98	17538,99	-14134,01
1121+0,000	0,00	0,00	181,24	3066,22	3404,98	20605,22	-17200,24
1121+5,573	0,00	0,00	173,42	1004,12	3404,98	21609,33	-18204,35
1122+0,000	0,00	0,00	142,06	2275,67	3404,98	23885,00	-20480,02
1123+0,000	0,00	0,00	75,26	2173,19	3404,98	26058,19	-22653,21
1124+0,000	0,00	0,00	27,91	1031,65	3404,98	27089,84	-23684,86
1124+15,821	5,11	40,45	0,17	222,07	3445,43	27311,91	-23866,48

FOLHA DE CUBA#ÚO - RAMO 1300
TRAVESSIA DO ALEGRE - SOORETAMA/ES

Estaca	Área Corte (m²)	Volume de Corte (m³)	Área de Aterro (m²)	Volume de Aterro (m³)	Volume de Corte Acum (m³)	Volume de Aterro Acum (m³)	Volume Líquido (m³)
1300+0,000	0,00	0,00	48,57	0,00	0,00	0,00	0,00
1300+18,850	0,00	0,00	18,68	927,31	0,00	927,31	-927,31
1301+0,000	0,00	0,00	16,39	26,22	0,00	953,54	-953,54
1301+17,699	1,84	21,87	0,16	189,05	21,87	1142,59	-1120,72
1302+0,000	1,80	5,63	0,15	0,39	27,50	1142,98	-1115,48
1302+16,520	0,00	19,97	8,43	91,92	47,47	1234,90	-1187,43
1303+0,000	0,00	0,00	16,05	56,19	47,47	1291,09	-1243,62
1303+15,341	0,00	0,00	51,65	764,41	47,47	2055,49	-2008,02

FOLHA DE CUBA#ÚO - RAMO 1400
TRAVESSIA DO ALEGRE - SOORETAMA/ES

Estaca	Área Corte (m²)	Volumen de Corte (m³)	Área de Aterro (m²)	Volumen de Aterro (m³)	Volumen de Corte Acum (m³)	Volumen de Aterro Acum (m³)	Volumen Líquido (m³)
1400+0,000	0,86	0,00	1,31	0,00	0,00	0,00	0,00
1401+0,000	0,00	9,71	11,59	179,81	9,71	179,81	-170,10
1401+3,562	0,00	0,00	11,72	57,05	9,71	236,87	-227,16
1402+0,000	0,00	0,00	10,47	253,57	9,71	490,44	-480,73
1402+7,124	0,00	0,00	8,47	96,13	9,71	586,57	-576,86
1403+0,000	0,53	3,90	1,24	90,18	13,62	676,75	-663,13
1403+10,637	4,54	34,55	0,00	9,93	48,17	686,68	-638,51
1404+0,000	9,00	82,66	0,00	0,00	130,83	686,68	-555,85
1404+14,149	0,86	90,08	1,33	13,97	220,91	700,65	-479,74

NOTA DE SERVIÇO DA TERRAPLENAGEM RAMO 1100

TRAVESSIA DO ALEGRE, SOORETAMA - ES

Lado Esquerdo																									Eixo				Lado Direito															
Offset		Calçada				Ciclovia				Canteiro				Pista				Canteiro Central				Estrada	Cota			Cota Vermelha			Canteiro Central			Rua			Calçada			Offset						
Alt. (m)	Afast (m)	Cota (m)	Afast (m)	Inclin. (%)	Cota (m)	Afast (m)	Inclin. (%)	Cota (m)	Incl. (%)	Cota (m)	Afast (m)	Inclin. (%)	Cota (m)	Afast (m)	Inclin. (%)	Cota (m)	Afast (m)	Inclin. (%)	Cota (m)	Afast (m)	Cota Projeto	Cota Terreno	Cota Vermelha	Afast (m)	Cota (m)	Inclin. (%)	Afast (m)	Cota (m)	Inclin. (%)	Afast (m)	Cota (m)	Inclin. (%)	Afast (m)	Cota (m)	Inclin. (%)	Afast (m)	Cota (m)	Inclin. (%)	Afast (m)	Cota (m)	Inclin. (%)	Afast (m)	Cota (m)	Inclin. (%)
0,149	-15,642	61,262	-15,493	1,000	61,113	-12,493	1,000	61,084	1,000	61,054	-8,493	-2,500	60,896	-8,493	0,000	61,221	-1,500	1100+0,000	61,221	61,016	0,205	1,500	61,221	0,000	8,493	60,896	-2,500	11,493	61,075	-2,500	12,065	60,694	59,194											
0,349	-15,841	60,982	-15,493	1,000	60,633	-12,493	1,000	60,605	1,000	60,575	-8,493	-2,500	60,417	-8,493	0,000	60,742	-1,500	1101+0,000	60,742	60,560	0,182	1,500	60,742	0,000	8,493	60,417	-2,500	11,493	60,596	1,000	12,029	60,239	58,739											
0,166	-15,659	60,320	-15,493	1,000	60,154	-12,493	1,000	60,125	1,000	60,096	-8,493	-2,500	59,938	-8,493	0,000	60,263	-1,500	1102+0,000	60,263	59,876	0,387	1,500	60,263	0,000	8,493	59,938	-2,500	11,493	60,117	1,000	12,259	59,605	58,105											
0,057	-15,551	59,730	-15,493	1,000	59,673	-12,493	1,000	59,644	1,000	59,614	-8,493	-2,500	59,456	-8,493	0,000	59,781	-1,500	1103+0,000	59,781	59,534	0,247	1,500	59,781	0,000	8,493	59,456	-2,500	11,493	59,635	1,000	12,044	59,267	57,767											
0,060	-15,553	59,198	-15,493	1,000	59,138	-12,493	1,000	59,109	1,000	59,079	-8,493	-2,500	58,921	-8,493	0,000	59,246	-1,500	1104+0,000	59,246	59,133	0,113	1,500	59,246	0,000	8,493	58,921	-2,500	11,493	59,100	1,000	12,017	58,751	57,251											
0,059	-15,552	58,588	-15,493	1,000	58,529	-12,493	1,000	58,500	1,000	58,470	-8,493	-2,500	58,312	-8,493	0,000	58,637	-1,500	1105+0,000	58,637	58,425	0,212	1,500	58,637	0,000	8,493	58,312	-2,500	11,493	58,491	1,000	12,378	57,901	56,401											
0,239	-15,732	58,085	-15,493	1,000	57,846	-12,493	1,000	57,817	1,000	57,788	-8,493	-2,500	57,630	-8,493	0,000	57,954	-1,500	1106+0,000	57,954	57,560	0,394	1,500	57,954	0,000	8,493	57,630	-2,500	11,493	57,808	1,000	12,463	57,162	55,662											
0,278	-15,771	57,388	-15,493	1,000	57,110	-12,493	1,000	57,081	1,000	57,052	-8,493	-2,500	56,894	-8,493	0,000	57,218	-1,500	1107+0,000	57,218	56,817	0,401	1,500	57,218	0,000	8,493	56,893	-2,500	11,493	57,072	1,000	12,252	56,567	55,067											
0,261	-15,754	56,633	-15,493	1,000	56,372	-12,493	1,000	56,343	1,000	56,313	-8,493	-2,500	56,155	-8,493	0,000	56,480	-1,500	1108+0,000	56,480	56,249	0,231	1,500	56,480	0,000	8,493	56,155	-2,500	11,493	56,334	1,000	12,256	55,825	54,325											
0,192	-15,684	55,825	-15,493	1,000	55,633	-12,493	1,000	55,604	1,000	55,575	-8,493	-2,500	55,417	-8,493	0,000	55,742	-1,500	1109+0,000	55,742	55,396	0,346	1,500	55,742	0,000	8,493	55,417	-2,500	11,493	55,596	1,000	12,726	54,774	53,274											
0,065	-15,558	54,960	-15,493	1,000	54,895	-12,493	1,000	54,866	1,000	54,836	-8,493	-2,500	54,678	-8,493	0,000	55,003	-1,500	1110+0,000	55,003	54,413	0,590	1,500	55,003	0,000	8,493	54,678	-2,500	11,493	54,857	1,000	13,074	53,803	52,303											
0,071	-15,563	54,140	-15,493	1,000	54,069	-12,493	1,000	54,040	1,000	54,011	-8,493	-2,500	53,853	-8,493	0,000	54,178	-1,500	1111+0,000	54,178	53,571	0,607	1,500	54,178	0,000	8,493	53,853	-2,500	11,493	54,031	1,000	13,253	52,558	51,358											
0,366	-15,858	53,308	-15,493	1,000	52,942	-12,493	1,000	52,913	1,000	52,884	-8,493	-2,500	52,726	-8,493	0,000	53,051	-1,500	1112+0,000	53,051	52,641	0,410	1,500	53,051	0,000	8,493	52,726	-2,500	11,493	52,905	1,000	12,980	51,913	50,413											
0,534	-16,027	52,961	-15,493	1,000	52,427	-12,493	1,000	52,398	1,000	52,368	-8,493	-2,500	52,210	-8,493	0,000	52,535	-1,500	1112+0,687	52,535	52,210	0,325	1,500	52,535	0,000	8,493	52,210	-2,500	11,493	52,389	1,000	13,222	51,236	49,736											
0,944	-16,437	52,449	-15,493	1,000	51,505	-12,493	1,000	51,476	1,000	51,446	-8,493	-2,500	51,288	-8,493	0,000	51,613	-1,500	1113+0,000	51,613	51,531	0,082	1,500	51,613	0,000	8,493	51,288	-2,500	11,493	51,467	1,000	12,628	50,710	49,210											
1,465	-16,958	51,975	-15,493	1,000	50,510	-12,493	1,000	50,481	1,000	50,451	-8,493	-2,500	50,293	-8,493	0,000	50,618	-1,500	1113+12,029	50,618	50,768	-0,150	1,500	50,618	0,000	8,493	50,293	-2,500	11,493	50,472	1,000	15,277	47,949	46,449											
2,086	-17,579	51,930	-15,493	1,000	49,844	-12,493	1,000	49,815	1,000	49,785	-8,493	-2,500	49,627	-8,493	0,000	49,952	-1,500	1114+0,000	49,952	50,203	-0,251	1,500	49,952	0,000	8,493	49,627	-2,500	11,493	49,806	1,000	16,211	46,661	45,161											
2,948	-18,440	51,424	-15,493	1,000	48,476	-12,493	1,000	48,447	1,000	48,418	-8,493	-2,500	48,260	-8,493	0,000	48,585	-1,500	1114+16,372	48,585	48,654	-0,069	1,500	48,585	0,000	8,493	48,260	-2,500	11,493	48,439	1,000	0,000	0,000	-1,500											
2,950	-18,443	51,123	-15,493	1,000	48,173	-12,493	1,000	48,144	1,000	48,115	-8,493	-2,500	47,957	-8,493	0,000	48,282	-1,500	1115+0,000	48,282	48,106	0,176	1,500	48,282	0,000	8,493	47,957	-2,500	11,493	48,136	1,000	0,000	0,000	-1,500											
4,070	-19,563	50,720	-15,493	1,000	46,650	-12,493	1,000	46,621	1,000	46,591	-8,493	-2,500	46,433	-8,493	0,000	46,758	-1,500	1116+0,000	46,758	44,956	1,802	1,500	46,758	0,000	8,493	46,433	-2,500	11,493	46,612	1,000	22,753	39,106	37,606											
1,582	-17,074	47,135	-15,493	1,000	45,553	-12,493	1,000	45,524	1,000	45,495	-8,493	-2,500	45,337	-8,493	0,000	45,661	-1,500	1117+0,000	45,661	40,034	5,627	1,500	45,661	0,000	8,493	45,336	-2,500	11,493	45,515	1,000	20,953	39,209	37,709											
-3,468	-20,695	41,421	-15,493	1,000	44,889	-12,493	1,000	44,860	1,000	44,831	-8,493	-2,500	44,673	-8,493	0,000	44,997	-1,500	1118+0,000	44,997	38,937	6,060	1,500	44,997	0,000	8,493	44,673	-2,500	11,493	44,851	1,000	20,088	39,121	37,621											
-6,028	-24,535	38,630	-15,493	1,000	44,658	-12,493	1,000	44,629	1,000	44,600	-8,493	-2,500	44,442	-8,493	0,000	44,767	-1,500	1119+0,000	44,767	38,821	5,946	1,500	44,767	0,000	8,493	44,442	-2,500	11,493	44,621	1,000	19,919	39,003	37,503											
-6,011	-24,510	38,649	-15,493	1,000	44,660	-12,493	1,000	44,631	1,000	44,602	-8,493	-2,500	44,444	-8,493	0,000	44,769	-1,500	1119+2,770	44,769	38,804	5,965	1,500	44,769	0,000	8,493	44,444	-2,500	11,493	44,623	1,000	19,936	38,994	37,494											
-5,808	-24,204	39,052	-15,493	1,000	44,860	-12,493	1,000	44,831	1,000	44,802	-8,493	-2,500	44,644	-8,493	0,000	44,969	-1,500	1120+0,000	44,969	38,915	6,054	1,500	44,969	0,000	8,493	44,644	-2,500	11,493	44,823	1,000	18,905	39,881	38,381											
-5,808	-24,205	39,149	-15,493	1,000	44,957	-12,493	1,000	44,928	1,000	44,899	-8,493	-2,500	44,741	-8,493	0,000	45,065	-1,500	1120+4,171	45,065	38,947	6,118	1,500	45,065	0,000	8,493	44,740	-2,500	11,493	44,919	1,000	19,018	39,902	38,402											
-5,174	-23,254	40,321	-15,493	1,000	45,495	-12,493	1,000	45,466	1,000	45,437	-8,493	-2,500	45,279	-8,493	0,000	45,604	-1,500	1121+0,000	45,604	39,958	5,646	1,500	45,604	0,000	8,493	45,279	-2,500	11,493	45,458	1,000	18,648	40,688	39,188											
-4,885	-22,821	40,864	-15,493	1,000	45,749	-12,493	1,000	45,721	1,000	45,691	-8,493	-2,500	45,533	-8,493	0,000	45,858	-1,500	1121+5,573	45,858	40,263	5,595	1,500	45,858	0,000	8,493	45,533	-2,500	11,493	45,712	1,000	18,209	41,234	39,734											
-3,925	-21,382	42,638	-15,493	1,000	46,563	-12,493	1,000	46,535	1,000	46,505	-8,493	-2,500	46,347	-8,493	0,000	46,672	-1,500	1122+0,000	46,672	41,732	4,940	1,500	46,672	0,000	8,493	46,347	-2,500	11,493	46,526	1,000	16,908	42,916	41,416											
-2,437	-19,149	45,621	-15,493	1,000	48,058	-12,493	1,000	48,029	1,000	47,999	-8,493	-2,500	47,841	-8,493	0,000	48,166	-1,500	1123+0,000	48,166	45,212	2,954	1,500	48,166	0,000	8,493	47,841	-2,500	11,493	48,020	1,000	15,159	45,756	44,076											
-0,909	-16,857	48,328	-15,493	1,000	49,237	-12,493	1,000	49,208	1,000	49,179	-8,493	-2,500	49,021	-8,493	0,000	49,346	-1,500	1124+0,000	49,346	47,907	1,439	1,500	49,346	0,000	8,493	49,021	-2,500	11,493	49,200	1,000	13,388	47,936	46,436											
-0,148	-15,715	49,356	-15,493	1,000	49,504	-12,493	1,000	49,476	1,000	49,446	-8,493	-2,500	49,288	-8,493	0,000	49,613	-1,500	1124+15,821	49,613																									

**NOTA DE SERVIÇO DA TERRAPLENAGEM RAMO 1300
TRAVESSIA DO ALEGRE, SOORETAMA - ES**

Lado Esquerdo						Eixo				Lado Direito								
Offset			Calçada			Estaca	Cota Projeto	Cota Terreno	Cota Vermelha	Pista			Calçada			Offset		
Alt. (m)	Cota (m)	Afast (m)	Inclin. (%)	Cota (m)	Afast (m)					Afast (m)	Cota (m)	Inclin. (%)	Afast (m)	Cota (m)	Inclin. (%)	Afast (m)	Cota (m)	Alt. (m)
-1,709	47,063	-4,565	1,000	48,772	-2,000	1300+0.000	48,604	46,402	2,202	6,000	48,754	2,500	9,000	48,932	1,000	17,132	43,511	-5,421
-1,581	47,760	-4,372	1,000	49,341	-2,000	1300+18.850	49,173	47,780	1,393	6,000	49,323	2,500	9,000	49,501	1,000	11,481	47,848	-1,653
-1,524	47,839	-4,287	1,000	49,363	-2,000	1301+0.000	49,194	47,914	1,280	6,000	49,344	2,500	9,000	49,523	1,000	11,165	48,080	-1,443
-0,055	49,415	-2,083	1,000	49,470	-2,000	1301+17.699	49,301	49,229	0,072	6,000	49,451	2,500	9,000	49,630	1,000	9,206	49,836	0,206
-0,054	49,399	-2,082	1,000	49,453	-2,000	1302+0.000	49,284	49,249	0,035	6,000	49,434	2,500	9,000	49,613	1,000	9,209	49,822	0,209
-1,061	48,168	-3,591	1,000	49,229	-2,000	1302+16.520	49,060	48,426	0,634	6,000	49,210	2,500	9,000	49,389	1,000	10,128	48,637	-0,752
-1,402	47,777	-4,104	1,000	49,179	-2,000	1303+0.000	49,011	47,872	1,139	6,000	49,161	2,500	9,000	49,339	1,000	11,225	47,856	-1,483
-1,870	47,093	-4,805	1,000	48,963	-2,000	1303+15.341	48,794	46,403	2,391	6,000	48,944	2,500	9,000	49,123	1,000	17,519	43,444	-5,679

**NOTA DE SERVIÇO DA TERRAPLENAGEM RAMO 1400
TRAVESSIA DO ALEGRE, SOORETAMA - ES**

Lado Esquerdo						Eixo				Lado Direito								
Offset			Calçada			Estaca	Cota Projeto	Cota Terreno	Cota Vermelha	Pista			Calçada			Offset		
Alt. (m)	Cota (m)	Afast (m)	Inclin. (%)	Cota (m)	Afast (m)					Afast (m)	Cota (m)	Inclin. (%)	Afast (m)	Cota (m)	Inclin. (%)	Afast (m)	Cota (m)	Alt. (m)
-0,280	60,606	-2,419	1,000	60,886	-2,000	1400+0.000	60,717	60,717	0,000	8,000	60,917	2,500	11,000	61,096	1,000	11,568	60,717	0,000
-0,792	59,807	-3,188	1,000	60,599	-2,000	1401+0.000	60,430	59,748	0,682	8,000	60,630	2,500	11,000	60,809	1,000	12,991	59,482	-0,948
-0,828	59,720	-3,242	1,000	60,548	-2,000	1401+3.562	60,379	59,639	0,740	8,000	60,579	2,500	11,000	60,758	1,000	12,937	59,467	-0,912
-0,638	59,737	-2,958	1,000	60,375	-2,000	1402+0.000	60,206	59,658	0,548	8,000	60,406	2,500	11,000	60,585	1,000	13,069	59,206	-1,000
-0,506	59,847	-2,759	1,000	60,353	-2,000	1402+7.124	60,184	59,782	0,402	8,000	60,384	2,500	11,000	60,563	1,000	12,721	59,415	-0,769
-0,217	60,178	-2,326	1,000	60,395	-2,000	1403+0.000	60,226	60,161	0,065	8,000	60,426	2,500	11,000	60,605	1,000	11,578	60,220	-0,006
0,040	60,550	-2,040	1,000	60,510	-2,000	1403+10.637	60,342	60,574	-0,232	8,000	60,542	2,500	11,000	60,720	1,000	11,169	60,890	0,548
0,175	60,835	-2,175	1,000	60,660	-2,000	1404+0.000	60,491	60,967	-0,476	8,000	60,691	2,500	11,000	60,870	1,000	11,171	61,041	0,550
-0,281	60,611	-2,422	1,000	60,892	-2,000	1404+14.149	60,723	60,723	0,000	8,000	60,923	2,500	11,000	61,102	1,000	11,571	60,721	-0,002



4.3 PROJETO DE DRENAGEM

O Projeto de Drenagem da Travessia do Alegre em Sooretama/ES, tem por objetivo proteger as vias em estudo, das águas que, de algum modo, possam prejudicá-las ou, com elas interferirem. Com esse intuito, foi desenvolvido um projeto de escoamento de águas visando à captação, condução e deságue em local seguro, das águas que se precipitem diretamente sobre as vias.

O sistema inicial de drenagem ou de microdrenagem ou, ainda, coletor de águas pluviais, é aquele composto pelos pavimentos das ruas, guias e sarjetas, bocas de lobo, rede de galerias de águas pluviais e, também, canais de pequenas dimensões. Esse sistema é dimensionado para o escoamento de vazões de 2 a 10 anos de período de retorno. Quando bem projetado, e com manutenção adequada, praticamente elimina as inconveniências ou as interrupções das atividades urbanas que advém das inundações e das interferências de enxurradas. Já o Sistema de Macro drenagem é constituído, em geral, por canais (abertos ou de contorno fechado) de maiores dimensões, projetado para vazões de 25 a 100 anos de período de retorno. Do seu funcionamento adequado depende a prevenção ou minimização dos danos às propriedades, dos danos à saúde e perdas de vida das populações atingidas, seja em consequência direta das águas, seja por doenças de veiculação hídrica.

“As tendências modernas desse controle, que já vêm amplamente aplicadas ou preconizadas internacionalmente, passam a dar ênfase ao enfoque orientado para o armazenamento das águas por estruturas de retenção ou retenção. Esse enfoque é mais indicado a áreas urbanas ainda em desenvolvimento, podendo ser utilizado também em áreas de urbanização mais consolidadas desde que existam locais (superficiais ou subterrâneas) adequados para a implantação dos citados armazenamentos. Este conceito não dispensa, contudo, a suplementação por sistemas de micro e macro drenagem”. (São Paulo, 1999).

Os princípios adotados neste trabalho têm como fundamento o conceito de desenvolvimento de baixo impacto que se traduz em soluções mais eficazes e econômicas quando comparadas às soluções tradicionais de drenagem urbana e rural.

Este conceito consiste na preservação do ciclo hidrológico natural, a partir da redução do escoamento superficial adicional gerado pelas alterações da superfície do solo decorrentes do desenvolvimento urbano.

As técnicas utilizadas são diferentes das utilizadas pela engenharia convencional que privilegiam o afastamento rápido das águas pluviais. O controle do escoamento superficial é realizado o mais próximo possível do local onde a precipitação atinge o solo (controle de

escoamento no chafariz). A redução do escoamento acontece pela infiltração do excesso de água no subsolo, pela evaporação e evapotranspiração - que devolve parte da água para a atmosfera, e pelo armazenamento temporário, possibilitando o reuso da água ou um descarte lento, após a chuva.

O resultado é que a área alterada passa a ter um comportamento similar às condições hidrológicas de pré-desenvolvimento, significando menor escoamento superficial, menores níveis de erosão e de poluição das águas e, conseqüentemente, menores investimentos para a mitigação de impactos a jusante.

4.3.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Ao contrário de uma bacia tipicamente rural, onde a rede hidrográfica fica sempre à mostra e bem definida pela topografia do terreno, as bacias urbanas, na maioria das vezes, apresentam os seus limites imperceptíveis; as ruas tomam o lugar dos afluentes (a água só aparece quando chove, ou é confinada nas tubulações subterrâneas de drenagem) e um simples valão ou canal de concreto pode ser o "rio principal". Quando a cidade conta com rede de esgotos sanitários, o limite físico da bacia pode ser aquele formado pelas cabeceiras das linhas e o ponto onde essas se reúnem numa estação elevatória ou são despejadas num córrego natural, a céu aberto.



Complementando o que foi dito acima, a figura ao lado mostra um canal feito de pedras (em telas chamadas de gabião), que bem poderia ser o "rio principal" de uma bacia urbana. A seção retangular (ou quadrada) é indicada e conveniente, seja pela facilidade de projeto e construção, como pelo pouco espaço lateral exigido. Muitas vezes, para

economizar mais espaço, esse canal é coberto por uma laje de concreto, ficando "escondido" dos transeuntes.

A urbanização produz grande impermeabilização do solo, reduzindo a evapotranspiração, o escoamento subterrâneo e o tempo de concentração da bacia. Com isso, poucos minutos após uma chuva forte, aparecem os primeiros sinais de alagamento, que pode interromper o trânsito, inundar casas e causar muitos outros



prejuízos materiais.

Dentre os principais impactos das inundações sobre a população estão: os prejuízos de perdas materiais e humanos, a interrupção da atividade econômica das áreas inundadas, a contaminação por doenças de veiculação hídrica como leptospirose, cólera, entre outros e a contaminação da água pela inundação de depósito de materiais tóxicos, estações de tratamento, entre outros.



As enxurradas também "lavam" as superfícies das ruas, conduzindo os poluentes (bactérias, metais pesados, óleos e graxas, etc.) para os cursos de água, afetando assim a flora e a fauna. Veja, na foto ao lado, a água barrenta do córrego sendo despejada no rio de águas mais limpas. Essa água suja, rica em nutrientes (principalmente fósforo e potássio), vai provocar o crescimento acelerado de plantas aquáticas, como as gigogas ou aguapés.

As ruas respondem por cerca de 40 a 50% da cobertura impermeável nas áreas residenciais. Já os telhados, dependem do tipo de habitação (popular ou de classe média ou alta) construída no local. Em ambos os casos, esses dois tipos de superfícies impermeáveis (além dos estacionamentos), são os que mais contribuem para as enchentes urbanas. Com elas, surgem doenças, riscos de choques elétricos e o ataque de animais peçonhentos.



Segundo a Agência Nacional de Águas - ANA, estudos relativamente recentes feitos no exterior, apresenta um novo conceito em projetos de drenagem urbana. Este modelo adota pisos permeáveis, canais abertos com margens arborizadas, reservatórios de retenção e outras técnicas, que veremos a seguir.

Os fundamentos da drenagem urbana moderna estão basicamente em não transferir os impactos à jusante, evitando a ampliação das cheias naturais, recuperar os corpos hídricos, buscando o reequilíbrio dos ciclos naturais (hidrológicos, biológicos e ecológicos) e considerar a bacia hidrográfica como unidade espacial de ação.

As medidas de controle de inundações podem ser classificadas em estruturais, quando o homem modifica o rio: obras hidráulicas, como barragens, diques e canalização; e em não estruturais, quando o homem convive com o rio: zoneamento de áreas de inundação, sistema

de alerta ligados à defesa civil e seguros. No Brasil, não existe nenhum programa sistemático de controle de enchentes que envolva seus diferentes aspectos. O que se observam são ações isoladas por parte de algumas cidades.

4.3.2 Metodologia Utilizada

O dimensionamento da drenagem urbana foi elaborado seguindo as premissas estabelecidas no **Manual de Drenagem de Rodovias IPR – 724** do DNIT.

No que tange à implantação do Projeto de Engenharia para Execução das Obras e Serviços de Terraplenagem e Urbanização da Travessia do Alegre em Sooretama, Espírito Santo, o projeto de drenagem visou posicionar dispositivos de coleta de águas superficiais que incidem sobre a plataforma estradal, conduzindo-as convenientemente para fora de seu corpo.

Os dispositivos utilizados no projeto foram:

- Boca de Lobo Simples;
- Poço de Visita;
- Bueiro Simples Tubular de PEAD com Ø variável;

4.3.3 DIMENSIONAMENTO DAS GALERIAS TUBULARES DE ÁGUAS PLUVIAIS

4.3.3.1 ELEMENTOS DE PROJETO

O espaçamento máximo entre poços de vista (PV) foi compreendido de 60,0m, independentemente do diâmetro da tubulação.

4.3.3.1.1 Coeficientes de rugosidade (Manning) – “ n ”

Tabela 18 – Coeficientes de rugosidade (Manning) – “ n ”

Tipo de conduto	Mínimo	Máximo	Valor usual
Alvenaria de Tijolos	0,014	0,017	0,015
Tubos de concreto armado	0,011	0,015	0,013
Galeria celular de concreto – pré-moldada	0,012	0,014	0,013
Galeria celular de concreto – forma de madeira	0,015	0,017	0,015
Galeria celular de concreto – forma metálica	0,012	0,014	0,013
Tubos de ferro fundido	0,011	0,015	0,011



Tipo de conduto	Mínimo	Máximo	Valor usual
Tubos de aço	0,009	0,011	0,011
Tubos corrugados de metal			
68x13mm	0,019	0,021	0,021
76x25mm	0,021	0,025	0,025
152x51mm	0,024	0,028	0,028
Tubos corrugados polietileno	0,018	0,025	0,025
Tubos de PVC	0,009	0,011	0,011
Tubos de PEAD	0,010	0,012	0,010

Em destaque encontram-se o coeficiente de Manning definido para o projeto em questão, para os tubos de PEAD.

4.3.3.1.2 Velocidades admissíveis

Galerias fechadas:

- Velocidade máxima = 7,0 m/s
- Velocidade mínima = 0,75 m/s

4.3.3.1.3 Relação de enchimento (Y/D)

As galerias foram projetadas como condutos livres obedecendo em projeto às seguintes condições:

Tabela 19 – Relação de enchimento (Y/D).

Tipo de conduto	Relação de enchimento
Galerias e ramais circulares	Y/D ≤ 0,85

4.3.3.1.4 Profundidade mínima

Profundidade de galerias circulares

A profundidade mínima (h) admissível para a geratriz inferior interna do tubo foi definida da seguinte maneira:

$$h = \phi + \frac{\phi}{2} + 0,40$$

Onde:

h = profundidade mínima admissível (m);

\varnothing = diâmetro da tubulação (m).

4.3.3.1.5 Dimensões mínimas

Galerias circulares fechadas: diâmetros comerciais (m) 0,40; 0,60; 0,80; 1,00; 1,20.

Os tubos de concreto deverão ser do tipo ponta e bolsa, classe PA1, PA2 ou PA3.

4.3.3.2 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

Adiante está sendo apresentado ábaco considerado para o dimensionamento hidráulico das galerias.

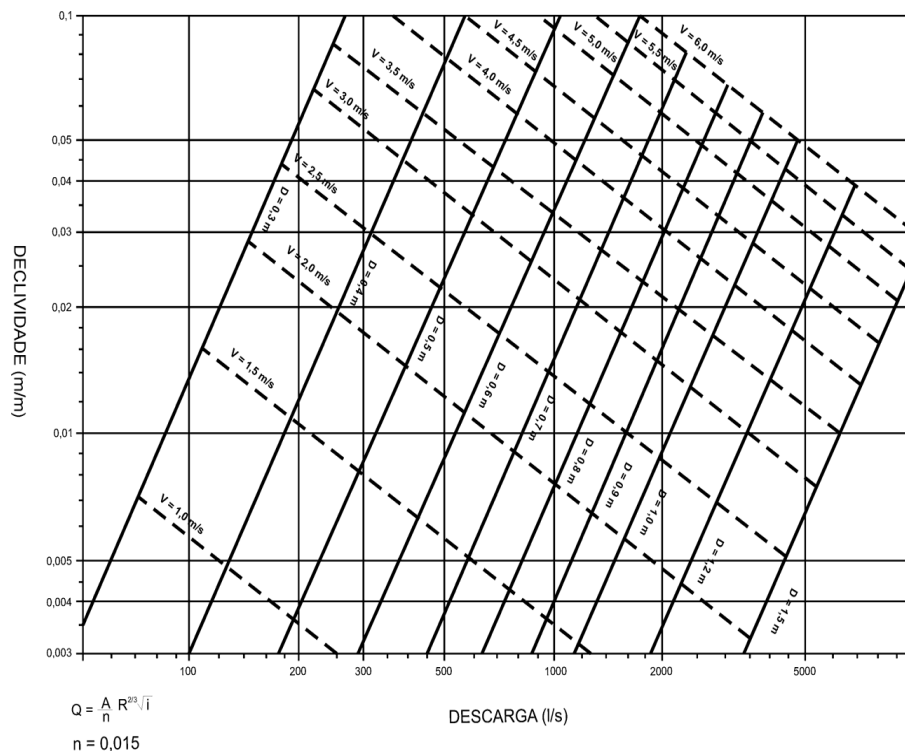


Figura 16 – Gráfico de capacidade de escoamento dos condutos circulares operando em regime livre a plena seção.

Os dispositivos de captação superficial foram locados de maneira a conduzir o escoamento superficial para os condutos de águas pluviais.

A planilha de dimensionamento, apresentada ao final do presente capítulo, é composta de três itens fundamentais: poço-de-visita, deflúvio a escoar para jusante e galeria de jusante.



4.3.3.3 CONSIDERAÇÕES GERAIS DE PROJETO

Foi prevista a instalação de caixas de ralo com grelha sempre que a capacidade de escoamento da sarjeta for excedida e nos pontos baixos dos greides. Após a captação da água, a mesma é encaminhada através de tubos de PEAD até os pontos de lançamento previstos no Projeto de Drenagem.

A primeira caixa de ralo foi locada a partir do divisor de águas até a seção da sarjeta onde a faixa de alagamento atinge o limite estabelecido para cada tipo de via.

Para a definição do comprimento crítico foi considerado que o escoamento superficial para a faixa inundável das sarjetas não ultrapasse 1,00m e a velocidade máxima não ultrapasse 3,0m/s.

As caixas de ralos foram ligadas aos poços de visita por intermédio de ramais de ralo com diâmetro mínimo de 0,40m e declividade mínima de 0,50%.

Nos cruzamentos, as caixas de ralo foram localizadas a montante do ponto de tangência.

4.3.3.4 DIMENSIONAMENTO

Serão apresentadas no final deste capítulo as tabelas de dimensionamento de Rede Urbana.

4.3.4 APRESENTAÇÃO

Apresentam-se a seguir as tabelas de dimensionamento de Rede Urbana, e **Volume 02 – Projeto de Execução**, o Projeto de Drenagem (planta, perfil e projetos tipo) em formato A1 e/ou A3 (ABNT).

TRAVESSIA DO ALEGRE - SOORETAMA/ES						ESTAÇÃO PLUVIOMÉTRICA:				T: 10	
						K	17,065	t ₀	10,368	τ	0,010
						m	0,2170	n	0,742	τ	0,010
POÇO DE VISITA						GALERIA DE JUSANTE					
LOCALIZAÇÃO		COTAS				DECLIVIDADE 1† = Terreno 2† = Rede (m/m)	DIMENSÕES (m)	ALT. D'ÁGUA NORMAL (m)	VELO- CIDADE (m/s)	COMPRI- MENTO (m)	TEMPO DE PERC. (min.)
Nº	LOCALIZAÇÃO	TOPO PV	FUNDO	PROF.	NPVEL D'ÁGUA						
PV-1033	Av. Travessia do Alegre 1100 + 0,00	61,22	60,04 60,04	1,69	60,349	0,0345 0,0300	0,60	51% 0,306	5,01	38,00	0,13
PV-1100	Av. Travessia do Alegre 1101 + 16,00	59,91	58,90 58,90	1,01	59,227	0,0242 0,0300	0,60	54% 0,324	5,10	24,00	0,08
PV-1101	Av. Travessia do Alegre 1103 + 0,00	59,33	58,18 58,18	1,15	58,519	0,0305 0,0300	0,60	56% 0,336	5,23	60,00	0,19
PV-1102	Av. Travessia do Alegre 1106 + 0,00	57,50	56,38 56,38	1,12	56,737	0,0373 0,0350	0,60	59% 0,354	5,67	60,00	0,18
PV-1103	Av. Travessia do Alegre 1109 + 0,00	55,26	54,28 54,28	0,98	54,625	0,0447 0,0500	0,60	57% 0,342	6,66	59,00	0,15
PV-1104	Av. Travessia do Alegre 1112 + 0,00	52,62	51,33 51,33	1,29	51,699	0,0791 0,0500	0,60	61% 0,366	6,83	34,00	0,08
PV-1105	Av. Travessia do Alegre 1113 + 15,00	49,93	49,63 49,63	0,30	50,011	0,0766 0,0500	0,60	63% 0,378	6,92	56,00	0,13
PV-1106A	Av. Travessia do Alegre 1115 + 5,00	47,38	49,63 49,63	-2,25	50,035	0,0355 0,0400	0,60	67% 0,402	6,28	49,00	0,13
PV-1106	Av. Travessia do Alegre 1116 + 12,00	45,64	46,83 46,83	-1,19	47,301	0,0276 0,0300	0,60	78% 0,468	5,61	49,00	0,15
PV-1107	Av. Travessia do Alegre 1119 + 1,00	44,29	45,36 44,96	-0,67	45,793	0,0390 0,0100	1,00	83% 0,830	4,55	10,00	0,04
BOCA-04	Av. Travessia do Alegre 1119 + 1,00	43,90									

TRAVESSIA DO ALEGRE - SOORETAMA/ES						ESTAÇÃO PLUVIOMÉTRICA:				T: 10	
						K	17,065	t ₀	10,368	τ	0,010
						m	0,2170	n	0,742	τ	0,010
POÇO DE VISITA						GALERIA DE JUSANTE					
LOCALIZAÇÃO		COTAS				DECLIVIDADE 1† = Terreno 2† = Rede (m/m)	DIMENSÕES (m)	ALT. D'AGUA NORMAL (m)	VELO- CIDADE (m/s)	COMPRI- MENTO (m)	TEMPO DE PERC. (min.)
Nº	LOCALIZAÇÃO	TOPO PV	FUNDO	PROF.	NPVEL D'AGUA						
PV-1200	Av. Esmeraldino S. 1204 + 11,00	49,38	48,18	1,20	48,508	-0,0009 0,0112	0,80	41% 0,328	3,35	22,00	0,11
PV-1201	Av. Esmeraldino S. 1203 + 9,00	49,40	47,93	1,47	48,366	0,0329 0,0300	0,80	54% 0,432	6,13	17,00	0,05
PV-1108	Av. Travessia do Alegre 1123 + 12,00	48,84	47,42	1,42	47,856	0,0527 0,0300	0,80	54% 0,432	6,18	22,00	0,06
PV-1109	Av. Travessia do Alegre 1123 + 0,00	47,68	46,76	2,05	47,164	0,0731 0,0400	0,80	50% 0,400	6,86	16,00	0,04
PV-1110	Av. Travessia do Alegre 1122 + 4,00	46,51	46,12	1,98	46,556	0,0512 0,0300	0,80	54% 0,432	6,29	33,00	0,09
PV-1111	Av. Travessia do Alegre 1120 + 12,00	44,82	45,13	1,28	45,598	-0,0530 0,0250	0,80	58% 0,464	5,85	33,00	0,09
PV-1107	Av. Travessia do Alegre 1119 + 1,00	46,57	44,31	1,57							



4.4 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

O presente projeto contempla o dimensionamento e definição de materiais que irão compor a estrutura de pavimento da rua pertencente a Travessia do Alegre, no município de Sooretama/ES.

Para elaboração do projeto de Pavimentação foram avaliadas as características do material de subleito, as ocorrências de materiais naturais disponíveis na região (jazidas, pedreiras e areais), de forma a conceber, de maneira mais econômica possível, uma estrutura apta a resistir aos esforços impostos pelo tráfego atuante, bem como às intempéries.

Portanto foi necessário inicialmente conceber a estrutura do pavimento, analisando, em primeira instância, as características dos solos de fundação (ensaios de caracterização e classificação, resistência mecânica e ensaios complementares), em conjunto com as características dos materiais disponíveis na região e da estrutura do pavimento existente. Esta análise proporcionou, dentre outros aspectos, boa consistência no que diz respeito à escolha de materiais para as camadas de pavimento a serem empregadas.

Ao final foram calculadas as quantidades referentes às operações necessárias para implantação do pavimento e também dadas as orientações à execução dos serviços através da indicação das Especificações de Serviço, e apresentação das mesmas quando forem particulares.

4.4.1 PARÂMETROS DE PROJETO

4.4.1.1 NÚMERO N (TRÁFEGO ATUANTE)

Tendo em vista a implantação de uma estrutura de pavimento, faz-se necessário a caracterização e determinação do tráfego existente na região com o objetivo de subsidiar o dimensionamento do Projeto de Pavimentação.

A frota de veículos de Sooretama pesquisada no ano 2018, de acordo com o IBGE, caracteriza-se por uma composição representada em sua maioria por veículos de passeio e motos, o que corresponde a aproximadamente 94% da frota total.

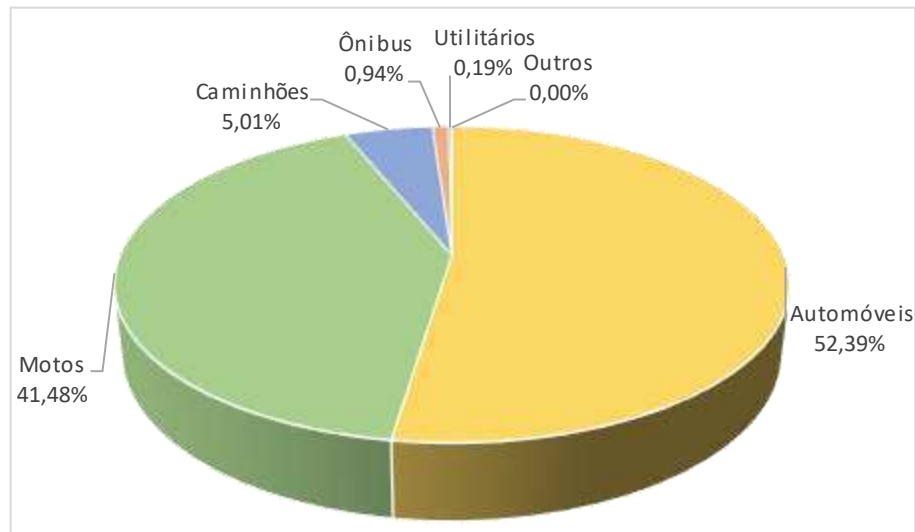


Figura 17 – Composição da frota de veículos de Sooretama no ano 2018.
Fonte: IBGE (2018).

Com base na Instrução de Projeto de Pavimentação 02/2004 da Prefeitura Municipal de São Paulo em conjunto de visitas a campo, torna-se possível caracterizar o tráfego das vias constituintes do projeto de pavimentação do município de Sooretama/ES em função dos veículos que a utilizam, como:

Tráfego Leve – Ruas de características essencialmente residenciais, para as quais não é previsto o tráfego de ônibus, podendo existir ocasionalmente passagens de caminhões e ônibus em número não superior a 20 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por um número “N” típico de 10^5 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de projeto de 10 anos.

A Tabela 20 apresentada a seguir, correlaciona a classificação da via conforme a função predominante e o volume médio diário de veículos estimado da faixa mais carregada com o número N característico – parâmetro que será utilizado no dimensionamento do pavimento. Com essas estimativas tem-se uma projeção do tráfego a ser gerado ao longo da vida útil de projeto, considerando uma taxa de crescimento de 5% ao ano.

Tabela 20 – Classificação das vias e parâmetros de tráfego.

FUNÇÃO PREDOMINANTE	TRÁFEGO PREVISTO	VIDA DE PROJETO	VOLUME INICIAL ⁽¹⁾		EQUIVALENTE / VEÍCULO	N	N CARACTERÍSTICO
			VEÍCULO LEVE	CAMINHÃO / ÔNIBUS			
Via local	Leve	10	100 a 400	4 a 20	1,50	2,70 x 10 ⁴ a 1,40 x 10 ⁵	10 ⁵
Vias locais e coletoras	Médio	10	401 a 1.500	21 a 100	1,50	1,40 x 10 ⁵ a 6,80 x 10 ⁵	5,00 x 10 ⁵
Vias coletoras e estruturais	Meio pesado	10	1.501 a 5.000	101 a 300	2,30	1,40 x 10 ⁶ a 3,10 x 10 ⁶	2,00 x 10 ⁶
	Pesado	12	5.001 a 10.000	301 a 1.000	5,90	1,00 x 10 ⁷ a 3,30 x 10 ⁷	2,00 x 10 ⁷
	Muito pesado	12	> 10.000	1.001 a 2.000	5,90	3,30 x 10 ⁷ a 6,70 x 10 ⁷	5,00 x 10 ⁷
Faixa exclusiva de ônibus	Médio	12		< 500		3,00 x 10 ⁶ ⁽²⁾	10 ⁷
	Pesado	12		> 500		5,00 x 10 ⁷	5,00 x 10 ⁷

OBSERVAÇÕES:
⁽¹⁾ Faixa mais carregada
⁽²⁾ Majorado em função do tráfego (excesso de frenagens e partidas)

Fonte: Instrução de Projeto 02/2004 da Prefeitura Municipal de São Paulo.

4.4.1.2 ISC_{PROJETO} (SUBLEITO EXISTENTE)

A partir dos Estudos Geotécnicos foi adotado um ISC de projeto para o dimensionamento do pavimento igual a:

$$ISC_{projeto} = 8,00\%$$

4.4.2 METODOLOGIA DE DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO RÍGIDO

A partir da análise dos dados de projeto, foi realizado o dimensionamento do pavimento por meio da metodologia e procedimento exposto a seguir.

4.4.2.1 DIMENSIONAMENTO DA PLACA DE CONCRETO COM PLACAS CURTAS

4.4.2.1.1 Metodologia de cálculo

O dimensionamento do pavimento de concreto foi utilizado como base o método de cálculo da American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) de 1993.

O método envolve a análise de vários fatores: tráfego, drenagem, clima, características do solo, capacidade de transferência de carga, nível de manutenção desejado e o grau de confiabilidade ao qual o projeto é destinado de acordo com o grau de importância do trecho.

Todos esses fatores são necessários para prever o comportamento da estrutura do pavimento e impedir que o dano do pavimento atinja o nível de colapso durante sua vida útil.

A equação da AASHTO para o projeto de pavimento rígido de concreto é a seguinte:

$$\text{Log } W_{18} = Z_R S_0 + 7,35 \log(D + 1) - 0,06 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4,5 - 1,5}\right)}{1 + \frac{1,624 \times 10^7}{(D + 1)^{8,46}}} + (4,22 - 0,32 P_t) \log\left(\frac{S'_c C_d (D^{0,75} - 1,132)}{215,63 J \left(D^{0,75} - \frac{18,42}{\left(\frac{E_c}{k}\right)^{0,25}}\right)}\right)$$

Sendo:

- W_{18} = Número de cargas de 18 kips (80 kN) previstas;
- Z_R = Valor Z correspondente a curva padronizada, para uma confiabilidade R;
- S_0 = Desvio padrão de todas as variáveis;
- D = Espessura da placa (in);
- ΔPSI = Perda da servicibilidade prevista em projeto;
- P_t = Servicibilidade final;
- S'_c = Módulo de ruptura do concreto (psi);
- J = Coeficiente de transferência de carga;
- C_d = Coeficiente de drenagem;
- E_c = Módulo de elasticidade do concreto (psi); e
- k = Coeficiente de recalque do subleito (psi/in).

O procedimento normal de projeto é assumir uma espessura de pavimento e começar a executar simulações de cálculo; com a espessura assumida, calculam-se os eixos equivalentes e posteriormente todos os fatores de projeto adicionais, buscando o equilíbrio da equação e conseqüentemente o resultado do cálculo.

As variáveis de projeto de um pavimento rígido de concreto são:

- Espessura
- Servicibilidade
- Tráfego
- Transferência de carga

- Propriedades do concreto
- Resistência do subleito;
- Drenagem
- Confiabilidade

4.4.2.1.1.1 Espessura

A espessura do pavimento de concreto é a variável que se pretende determinar ao realizar um projeto, o resultado da espessura é afetado por todas as outras variáveis envolvidas nos cálculos.

4.4.2.1.1.2 Servicibilidade

A servicibilidade é definida como a capacidade de um pavimento servir ao tráfego solicitante. Esse parâmetro é medido em uma escala de 0 a 5, onde 0 (zero) significa que o pavimento está intransitável e 5 (cinco) que o pavimento está excelente. A servicibilidade é uma medida subjetiva de qualificação do pavimento, porém a tendência é poder defini-lo com parâmetros mensuráveis.

4.4.2.1.1.3 Tráfego

Um dos fatores de maior importância no processo de dimensionamento do pavimento, com vistas à determinação das necessidades da pavimentação, são o estudo e avaliação da solicitação do tráfego. A metodologia da AASHTO considera que a vida útil de um pavimento está relacionada ao número de repetições de carga que o pavimento poderá suportar antes de atingir as condições de serviço final predeterminadas para a rodovia.

O método da AASHTO utiliza em sua formulação o número esperado de repetições de carga de eixos equivalentes, ou seja, antes de entrar nas fórmulas de projeto, deve-se transformar os eixos de pesos normais dos veículos solicitantes em eixos equivalentes de 18 kips (80 kN), também chamado de Número "N".

A determinação do Número "N" de solicitações do eixo padrão de 80 kN é informação imprescindível para o dimensionamento das estruturas dos pavimentos.

4.4.2.1.1.4 Transferência de carga

Também conhecido como o coeficiente transferência de carga (J), é a capacidade que uma placa de concreto tem em transmitir as forças de cisalhamento para a sua placa adjacente, a fim de minimizar as deformações e tensões na estrutura do pavimento. Quanto melhor a transferência de carga, melhor o comportamento das placas de concreto do pavimento.

A eficiência da transferência de carga entre as placas adjacentes depende principalmente dos seguintes fatores:

- Número de repetições de eixos solicitantes;
- Utilização de barras de transferência de carga; e
- Acostamento ou suporte lateral.

4.4.2.1.1.5 Propriedades do concreto

Existem duas propriedades do concreto que influenciam o projeto do pavimento rígido e o seu comportamento ao longo de sua vida útil:

- Resistência característica de ruptura à tração na flexão;
- Módulo de elasticidade do concreto.

Como os pavimentos de concreto trabalham principalmente à flexão, o projeto considera a resistência do concreto como a resistência característica de ruptura à tração na flexão, normalmente especificada aos 28 dias.

O módulo de elasticidade do concreto está relacionado a resistência característica de ruptura à tração na flexão e é determinado pela norma ASTM C469. Caso contrário, é possível correlacioná-lo com outras características do material, como sua resistência à compressão (f_c):

$$E_c = 21000x f_c^{1/2}$$

4.4.2.1.1.6 Resistência do subleito

No dimensionamento da placa de concreto, a resistência do subleito é avaliada pelo coeficiente de recalque (chamado por Westergaard de módulo de reação), k, que é determinado diretamente por uma prova de carga estática sobre a fundação preparada ou por meio de correlações empíricas com o valor do Índice de Suporte Califórnia (CBR ou ISC).



4.4.3 RESULTADO FINAL

Dessa forma as estruturas do pavimento da rua da Travessia do Alegre serão constituídas das seguintes maneiras:

Pista de rolamento e estacionamentos – Pavimento rígido

- Pavimento de Concreto com Placas Curtas com régua vibratória ou forma-trilho, espessura de 13 cm, inclusive lona plástica de 200 micras, agente de cura química (800 g/m²), serragem, limpeza e enchimento das juntas com perfil elastomérico de vedação (Ref. JEENE JJ0612 M ou similar), conforme especificação DNIT 049/2013- ES;
- Cura do concreto rolado com a utilização de emulsão asfáltica do tipo RR-1C à taxa de aplicação de 0,45 ℓ/m², atendendo a especificação DNIT 145/2012-ES;
- Sub-base em concreto compactado com rolo, com acabadora com sensor de controle de nivelamento, espessura de 10 cm, grau de compactação mínimo de 100% considerando a energia de compactação correspondente ao Proctor Modificado (55 golpes), execução atendendo a especificação de serviço DNIT 056/2013-ES;
- Aplicação de Geogrelha PET/PET com resistência de 50x50kN/m, atendendo às especificações descritas no projeto;
- Emulsão asfáltica do tipo RR-1C à taxa de aplicação de 0,50 ℓ/m², atendendo a especificação DNIT 145/2012-ES;
- Estabilização granulométrica do subleito com compactação à Intermediário (26 golpes) e com espessura de 20 cm.

Passeios

- Acabamento em ladrilho hidráulico podotátil com largura de 40 cm;
- Concreto moldado in loco, usinado, acabamento convencional, com espessura de 8 cm;
- Base estabilizada granulometricamente em Brita Graduada Simples (BGS) com compactação à Proctor Modificado (55 golpes) e com espessura de 10,0 cm;
- Estabilização granulométrica do subleito com compactação à Intermediário (26 golpes) e com espessura de 20 cm.



Ciclovias

- Pavimento de concreto com régua vibratória ou forma-trilho, espessura de 06 cm, inclusive lona plástica de 200 micras, agente de cura química (800 g/m²), serragem, limpeza e enchimento das juntas com perfil elastomérico de vedação (Ref. JEENE JJ0612 M ou similar), conforme especificação DNIT 049/2013- ES
- Base em brita graduada simples estabilizada granulometricamente, com espessura de 15 cm e 100% energia de compactação correspondente ao Proctor Modificado (55 golpes), execução atendendo a especificação de serviço DNIT 141/2010-ES;
- Estabilização granulométrica do subleito com compactação à Intermediário (26 golpes) e com espessura de 20 cm.

4.4.4 APRESENTAÇÃO

Apresenta-se no **Volume 02 – Projeto de Execução** os resultados obtidos no presente projeto em formato A3 (padrão ABNT):

- Projeto de Pavimentação (Seções Típicas de Pavimentação).



4.5 PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

O presente Projeto de Obras Complementares constitui-se da implantação de calçadas nos locais onde se fizeram necessário, conforme previsto no Projeto Geométrico. O projeto foi elaborado conforme as normas vigentes, bem como legislações de acessibilidade.

Todas as calçadas serão executadas em concreto moldado in loco, usinado com acabamento convencional e espessura de 8 cm, executado sobre Base em Brita Graduada Simples (BGS) com espessura de 10 cm. As bordas das calçadas (paralelo ao meio-fio) serão em ladrilho hidráulico de alerta tátil, tipo podotátil, em placas de 20x20x1.5 cm, e tipo ranhurado na frente de cada faixa de travessia de pedestres, assentados com argamassa colante.

No projeto de Obras Complementares também estão contemplados os pontos de ônibus e cercas que precisem ser reconstruídos ou realocados.

4.5.1 APRESENTAÇÃO

A representação gráfica do Projeto de Obras Complementares será apresentada no **Volume 02 – Projeto de Execução**.



4.6 COMPONENTE AMBIENTAL

No âmbito do projeto de pavimentação e drenagem das vias pertencentes a Travessia do Alegre, no município de Sooretama/ES, deverá ser elaborado um estudo ambiental a ser definido pelo órgão licenciador, para subsidiar o licenciamento das obras em questão, ficando a cargo da licitante vencedora esta responsabilidade. A seguir são apresentadas algumas informações pertinentes em relação a componente ambiental e as diretrizes a serem seguidas na elaboração dos estudos ambientais, na fase de projeto básico e executivo.

4.6.1 ÁREAS LEGALMENTE PROTEGIDAS

Para implantação do empreendimento está prevista a travessia do Córrego do Alegre, nas coordenadas UTM 384.488 Este e 7.876.451 Sul, com previsão de instalação de um bueiro triplo celular de concreto de 2,50x2,50m, além das operações de terraplenagem e de pavimentação que certamente demandarão a supressão de vegetação na área de intervenção em APP, de aproximadamente 4.500 m² (Figura 21).

O Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651 de 2012) estabelece que são consideradas Área de Preservação Permanente em zonas rurais ou urbanas “as faixas marginais de qualquer curso d’água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros”, sendo a área de preservação medida em 30 metros a partir da calha regular do córrego existente.

Fica a cargo do responsável pelos estudos ambientais no âmbito dos projetos executivos, a consulta ao órgão ambiental competente quanto a provável compensação ambiental oriunda da supressão da vegetação em de APP, bem como a elaboração e aprovação de programa de supressão de vegetação junto ao Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (IDAF).

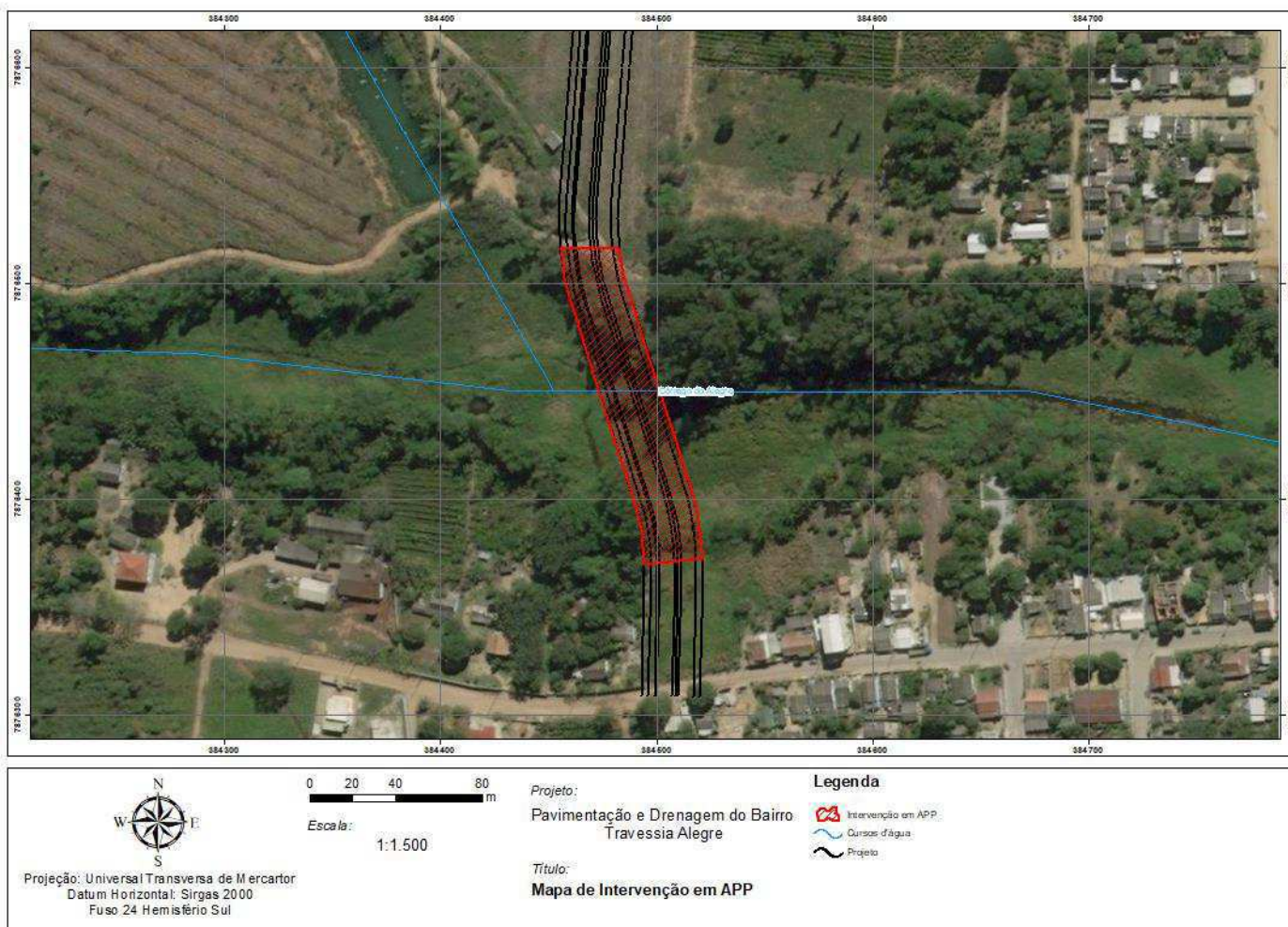


Figura 18 - Previsão de área de intervenção em APP



4.6.2 IDENTIFICAÇÃO DE PASSIVOS AMBIENTAIS

Entende-se por passivo ambiental as interferências geradas ou sofridas pela existência da estrada e/ou outro tipo de empreendimento com relação ao meio natural e socioeconômico circundante, e como sendo as externalidades nos meios físico, biótico e antrópico, como efeito de impactos e danos ambientais provocados na época da implantação da plataforma do corpo estradal da rodovia.

As vias a serem pavimentadas encontram-se em área urbana consolidada, entretanto, no trecho de implantação que liga a Rua Henrique Alves Paixão a Av. Esmeraldino Simpício dos Santos há previsão de supressão de vegetação e geração de um passivo devido às intervenções no leito do curso d'água que atravessa o empreendimento, conforme já descrito no item 4.6.1.

Caberá a contratada para a elaboração do projeto executivo e execução das obras, a elaboração e execução de Programa de Supressão de Vegetação para o projeto em quetão e obtenção das autorizações pertinentes junto ao Instituto de Defesa Agropecuário e Florestal - IDAF.

4.6.3 ORIENTAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS AMBIENTAIS

4.6.3.1 ENQUADRAMENTO DO EMPREENDIMENTO

Em consulta a Instrução Normativa do IEMA (Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo) nº 015 de 2020 e seus anexos, bem como suas alterações (IN nº 02 de 2021, IN nº 03 de 2021 e IN nº 04 de 2021), o empreendimento de que trata o projeto de pavimentação e drenagem das vias pertencentes a Travessia do Alegre, no município de Sooretama/ES, foi enquadrado por esta consultora no Item 24.30 – Implantação de vias urbanas ou acessos a propriedades rurais com intervenção em Área de Preservação Permanente, incluindo pontes e pontilhões quando necessárias à travessia de um corpo hídrico, porte médio, com potencial poluidor ou degradador médio, resultando em enquadramento Classe II na Matriz de Enquadramento (Anexo da IN 015 de 2020).

A confirmação do enquadramento é de responsabilidade do empreendedor e deve ser verificada junto ao órgão ambiental competente.

4.6.3.2 COMPETÊNCIA DO LICENCIAMENTO



Tendo em vista que a Travessia do Alegre compreende um trecho de implantação (abertura de via) em aproximadamente 500 metros, onde se concentrarão os potenciais impactos ao meio ambiente, onde vão haver desapropriações, intervenção em curso d'água, intervenção em Área de Preservação Permanente (APP), entre outras atividades degradadoras, o entendimento desta consultora é que o licenciamento ambiental das obras de que trata este projeto é de competência do órgão ambiental estadual, no caso, o IEMA.

Isto se justifica pois não foram encontradas nas tipologias do anexo II da Resolução CONSEMA (Conselho Estadual de Ambiente) nº 002 de 2016, as atividades que compreendem o projeto da Travessia do Alegre, no município de Sooretama/ES. A referida resolução trata das atividades e empreendimentos considerados de impacto ambiental local, e portanto passíveis de licenciamento ambiental pelos municípios, conforme o ordenamento jurídico brasileiro.

Tal entendimento poderá ser confirmado junto à autarquia, no âmbito da consulta prévia para elaboração do termo de referência dos estudos ambientais.

4.6.3.3 ESTUDO AMBIENTAL NECESSÁRIO AO LICENCIAMENTO DAS OBRAS

Em observância às aos apontamentos elencados no item 4.7.3.2 e em consulta à instrução Normativa do IEMA nº 05 de 2010, que define critérios para o licenciamento ambiental de estradas, rodovias e obras afins, estabelece que as atividades de Implantação de Estradas e Rodovias são passíveis de licenciamento por meio de procedimento ordinário, devendo ser requerido às Licenças Prévia (LP), de Instalação (LI) e de Operação (LO), sendo que para trechos de implantação de até 5 km, como é o caso, a referida instrução normativa estabelece a apresentação de Relatório de Controle Ambiental – RCA.

4.6.3.4 DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS E PROJETOS AMBIENTAIS

Ficará a cargo da licitante vencedora a execução dos estudos e projetos ambientais necessários ao licenciamento ambiental da obra, objeto deste projeto básico, devendo os órgãos ambientais competentes serem consultados quanto ao Termo de Referência Ambiental para obtenção das licenças.



No que tange ao componente ambiental, a IS-246: Instrução de Serviço para Elaboração do Componente Ambiental dos Projetos de Engenharia Rodoviária, de 2006 publicada pelo DNIT indica as seguintes atividades para o Projeto Básico:

- a) Elaboração do Diagnóstico Definitivo Ambiental;
- b) Levantamentos de Passivos Ambientais;
- c) Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais;
- d) Estabelecimento do Prognóstico Ambiental;
- e) Medidas de Proteção Ambiental;
- f) Quantificação e orçamentação do Projeto Básico Ambiental.

Na fase de anteprojeto, deverá ser realizada a Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais, o Estabelecimento do Prognóstico Ambiental, Medidas de Proteção Ambiental e a Quantificação e orçamentação do Projeto Básico Ambiental.

Vale ressaltar que para atendimento desses requisitos, deverão ser observadas as Normas Vigentes de cada Estado/Município, a legislação ambiental pertinente, bem como as normas do DNIT, conforme apresentação dos itens seguintes (Aprovadas em 11/07/2006):

- DNIT 070/2006 – PRO – Condicionantes ambientais das áreas de uso de obras – Procedimento.
- DNIT 071/2006 – ES – Tratamento ambiental de áreas de uso de obras e do passivo ambiental de áreas consideradas planas ou de pouca declividade por vegetação herbácea – Especificação de Serviço.
- DNIT 072/2006 – ES – Tratamento ambiental de áreas de uso de obras e do passivo ambiental de áreas íngremes ou de difícil acesso pelo processo de revegetação herbácea – Especificação Serviço.
- DNIT 073/2006 – ES – Tratamento ambiental de áreas de uso de obras e do passivo ambiental de áreas consideradas planas ou de pouca declividade por vegetação arbórea e arbustiva – Especificação de Serviço.
- DNIT 074/2006 – ES – Tratamento ambiental de taludes e encostas por intermédio de dispositivos de controle de processos erosivos – Especificação de Serviço.
- DNIT 075/2006 – ES – Tratamento ambiental de taludes com solos inconsistentes – Especificação de Serviço.



- DNIT 076/2006 – Tratamento ambiental acústico das áreas lindeiras da faixa de domínio – Especificação de Serviço.
- DNIT 077/2006 – ES – Cerca viva ou de tela para proteção da fauna – Especificação de Serviço.
- DNIT 078/2006 – PRO – Condicionantes ambientais pertinentes à segurança rodoviária na fase de obras – Procedimento.
- DNIT IPR - 730 - Manual para Atividades Ambientais Rodoviárias.

Quanto ao projeto executivo, as normas do DNIT, no que diz respeito ao componente ambiental, consiste no detalhamento das informações das condicionantes das licenças ambientais, das exigências dos órgãos ambientais e dos estudos ambientais elaborados para o empreendimento, em especial o EIA e o Plano Básico Ambiental (PBA).

Destaca-se que para as interferências com os mananciais destinados ao consumo humano, devem ser projetados dispositivos de proteção, a fim de evitar ou mitigar os impactos decorrentes de possíveis sinistros com o transporte rodoviário de produtos perigosos.

A Fase de Projeto Executivo envolve:

- a) Representação gráfica das soluções propostas, em correspondência com as medidas de proteção ambiental definidas.
- b) Detalhamento em nível compatível de todas as soluções propostas.
- c) Diagrama unifilar, com identificação de todas as áreas cadastradas, inclusive as áreas legalmente protegidas, transposições de áreas urbanas, rios, riachos e eventuais mananciais objeto de captação para consumo humano, bem como outros “Pontos Notáveis” interferentes.
- d) Especificações Particulares e Complementares às “Especificações Gerais para Obras Rodoviárias do DNIT”, que garantam a correta execução das obras.
- e) Demonstração das quantidades envolvidas, orçamentos de implantação das mesmas e Plano de Execução das Obras.

Lembrando que esse item se refere a condições orientativas, e que devem ser observadas a atualização ou publicação de novas normas, bem como observar as leis vigentes e suas resoluções.

4.6.4 ESTUDOS ARQUEOLÓGICOS



Em consulta à Instrução Normativa Iphan (Instituto Nacional do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional) nº 001 de 2015, anexo II, o empreendimento em tela se enquadrou como:

- Nº 154;
- Empreendimento: Transporte Público - Rodoviário:
- Detalhamento: Implantação de acessos ou contornos rodoviários e travessia urbana e/ou novas vias;
- Sub-detalhamento: nenhum.
- Enquadramento: nível II

As atividades de nível II caracterizam-se por serem de de baixa e média interferência sobre as condições vigentes do solo e cujas características e dimensões sejam compatíveis com a adoção de ajustes ou medidas preventivas em campo, sendo exigido para tanto o acompanhamento arqueológico, conforme Arts. 16 e 17 da referida instrução normativa.

A executora das obras poderá elaborar e executar Projeto de Avaliação de Impacto ao Patrimônio Arqueológico (PAIPA), que é uma exigência para empreendimento enquadrados no Nível III, visto se tratar de atividade menos onerosa que o acompanhamento arqueológico, que demanda equipe de arqueólogos para monitoramento da obra e atende, de igual modo, aos requisitos para aprovação do projeto executivo junto ao Iphan.

Caberá a contratada a consulta ao Iphan (Instituto Nacional do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional), para confirmação dessa classificação e demais procedimentos exigidos pelo órgão para aprovação do projeto, devendo ser verificada a necessidade do acompanhamento arqueológico ou de execução do Projeto de Avaliação de Impacto ao Patrimônio Arqueológico (PAIPA), principalmente no trecho de implantação da travessia do Córrego do Alegre, que compreende implantação de via, desapropriações, intervenção em APP e curso d'água.



5 ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS

As Especificações de Serviços listadas abaixo, preconizadas pelo Instituto de Pesquisas Rodoviárias (**IPR/DNIT**), Associação Brasileira de Normas Técnicas (**ABNT**) e demais elementos da literatura técnica, devem ser estritamente consideradas durante a execução das obras.

Especificações de Terraplenagem

- DNIT 104/2009-ES - Serviços Preliminares;
- DNIT 106/2009-ES - Cortes;
- DNIT 107/2009-ES - Empréstimos;
- DNIT 108/2009-ES - Aterros.

Especificações de Drenagem

- DNIT 023/2006-ES - Bueiros tubulares de concreto;
- DNIT 026/2004-ES - Caixas coletoras;
- DNIT 020/2006-ES - Meio-fios e guias;
- DNIT 027/2004-ES - Demolição de dispositivos de concreto.

Especificações gerais

- ABNT NBR 9050/2004 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos;
- DNIT 117/2009-ES - Concretos e argamassas;
- DNIT 118/2009-ES - Armaduras para concreto armado;
- DNIT 120/2009-ES - Formas;
- DNIT 122/2009-ES - Estruturas de concreto armado.



6 ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART)

A seguir estão apresentadas as ART's dos profissionais responsáveis técnicos pelo presente projeto e orçamento.



1. Responsável Técnico

KLEBER PEREIRA MACHADO

Título profissional: **ENGENHEIRO CIVIL**

RNP: 0801860725

Registro: ES-007839/D

Registro: 9950

Empresa contratada: AVANTEC ENGENHARIA LTDA



2. Dados do Contrato

Contratante: **MUNICIPIO DE SOORETAMA**

CPF/CNPJ: 01612155000141

Rua: RUA VITÓRIO BOBBIO

Nº: 281

Complemento:

CEP: 29927000

Cidade: SOORETAMA

UF: ES

Bairro: CENTRO

Telefone: 2732731282

Contrato: 366/2021

Nº do Aditivo: 0

Valor do Contrato/Honorários: R\$312.259,88

Tipo de contratante: PESSOA JURÍDICA

3. Dados da Obra/Serviço

Rua: DIVERSOS

Nº:

Complemento:

Bairro: DIVERSOS

Quadra Lote

Cidade: SOORETAMA

UF: ES

CEP: 29927000

Data de início: 02/06/2021

Prev. Término: 30/09/2021

Coord. Geogr.:

Proprietário: MUNICIPIO DE SOORETAMA

CPF/CNPJ:01612155000141

4. Atividade Técnica

Qtde de Pavimento(s): 0

Nº Pavimento(s): 0

Dimensão/Quantidade: 0

Unidade de medida: M2

ATIVIDADE(S) TÉCNICA(S): 35 - 5.1 - ELABORAÇÃO DE PROJETO

PARTICIPAÇÃO:

NATUREZA: 103 - AUTORIA

NÍVEL: 100 - COORDENAÇÃO TÉCNICA

NATUREZA DO(S) SERVIÇO(S): 1101 - EDIFICAÇÕES, 1102 - RODOVIAS, 5107 - SONDAÇÃO GEOLOGICA/GEOTÉCNICA, 6101 - TRABALHOS TOPOGRÁFICOS, 9111 - SERVIÇOS AFINS E CORRELATOS (ESPECIFICAR NO CAMPO 22)

TIPO DA OBRA/SERVIÇO: 109 - EDIFICAÇÃO FINS ESPORTIVOS, 199 - OUTRAS OBRAS/SERVIÇOS, 301 - RODOVIAS, 307 - DRENAGEM PLUVIAL / OBRA DE ARTE CORRENTE, 309 - PAVIMENTAÇÃO

PROJETO(S)/SERVIÇO(S): 1 - PROJETO ARQUITETONICO, 2 - PROJETO ESTRUTURAL, 10 - ESTUDO TOPOGRÁFICO, 18 - OUTROS PROJETOS/SERVIÇOS, 3 - PROJETO HIDRO SANITARIO

Após a conclusão das atividades técnicas, o profissional deverá proceder a baixa desta ART.

5. Observações

CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA EM PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS, CONFORME CONTRATO Nº 366/2021

6. Declarações

Profissional

Contratante

Acessibilidade: <declara a aplicabilidade das regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº5.296, de 2 de dezembro de 2004, às atividades profissionais acima relacionadas.>

7. Entidade de classe

NENHUMA ENTIDADE

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

Local de Data

KLEBER PEREIRA MACHADO - CPF: 07179486760

MUNICIPIO DE SOORETAMA - CPF/CNPJ: 01612155000141

9. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, podendo sua conferência ser realizada no site do CREA.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creaes.org.br ou www.confrea.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

www.creaes.org.br
tel: (27)3134-0046

creaes@creaes.org.br
art@creaes.org.br



ASSINATURA

Documento original assinado eletronicamente, conforme MP 2200-2/2001, art. 10, § 2º, por:

ALESSANDRO BROEDEL TOREZANI

CIDADÃO

assinado em 19/05/2023 15:18:58 -03:00



INFORMAÇÕES DO DOCUMENTO

Documento capturado em 19/05/2023 15:18:58 (HORÁRIO DE BRASÍLIA - UTC-3)
por ALESSANDRO BROEDEL TOREZANI (CIDADÃO)

Valor Legal: ORIGINAL | Natureza: DOCUMENTO NATO-DIGITAL

A disponibilidade do documento pode ser conferida pelo link: <https://e-docs.es.gov.br/d/2023-CCFZRM>