



PROJETO DE ENGENHARIA DE DRENAGEM E PAVIMENTAÇÃO DO BAIRRO CENTRO, GUAÇUÍ/ES

VOLUME 01 – RELATÓRIO DE PROJETO

Consultoria:



Vitória | ES

2024



SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	8
2	MAPA DE SITUAÇÃO / LOCALIZAÇÃO	10
3	RELATÓRIO FOTOGRÁFICO	12
4	ESTUDOS	17
4.1	ESTUDOS TOPOGRÁFICOS	18
4.1.1	IMPLANTAÇÃO DE REDE DE APOIO BÁSICO COM MARCOS DE CONCRETO	18
4.1.2	PROCESSAMENTO DE VETORES	19
4.1.3	AJUSTAMENTO DE VETORES	19
4.1.4	IRRADIAÇÃO DOS PONTOS	23
4.1.5	INVENTÁRIO FOTOGRÁFICO	24
4.1.6	APRESENTAÇÃO	25
4.2	ESTUDOS HIDROLÓGICOS	26
4.2.1	INTRODUÇÃO	26
4.2.2	METODOLOGIA	27
4.2.3	CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA	27
4.2.4	PLUVIOMETRIA	31
4.2.5	PEDOLOGIA	44
4.2.6	USO DO SOLO	45
4.2.7	MÉTODOS E PARÂMETROS PARA A DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES DO PROJETO	45
4.2.8	DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES DE PROJETO	51
4.2.9	CONCLUSÃO	53
4.3	ESTUDOS GEOLÓGICOS	54
4.3.1	INTRODUÇÃO	54
4.3.2	ASPECTOS GEOLÓGICOS	54
4.3.3	ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS	58
4.4	ESTUDOS GEOTÉCNICOS	59
4.4.1	ESTUDO DO SUBLEITO – SONDAÇÃO A TRADO	59



4.4.2	INVENTÁRIO FOTOGRÁFICO.....	61
4.4.3	ESTUDO DE OCORRÊNCIAS DE MATERIAIS.....	61
4.4.4	APRESENTAÇÃO.....	62
5	PROJETOS.....	63
5.1	PROJETO GEOMÉTRICO	64
5.1.1	CRITÉRIOS DE PROJETO	64
5.1.2	APRESENTAÇÃO.....	65
5.2	PROJETO DE TERRAPLENAGEM.....	66
5.2.1	METODOLOGIA.....	66
5.2.2	GABARITAGEM E OTIMIZAÇÃO DAS SEÇÕES TRANSVERSAIS	66
5.2.3	PROCESSAMENTO DOS VOLUMES	66
5.2.4	CÁLCULO DE VOLUMES.....	66
5.2.5	CADERNETA DE LOCAÇÃO DO EIXO	67
5.2.6	NOTA DE SERVIÇO	67
5.2.7	APRESENTAÇÃO.....	67
5.3	PROJETO DE DRENAGEM	69
5.3.1	DRENAGEM PLUVIAL URBANA.....	69
5.3.2	APRESENTAÇÃO.....	73
5.4	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	74
5.4.1	INTRODUÇÃO	74
5.4.2	PARÂMETROS DE PROJETO.....	74
5.4.3	DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS COM BLOCOS INTERTRAVADOS	75
5.4.4	VANTAGENS DO PAVIMENTO COM BLOCOS PRÉ-MOLDADOS DE CONCRETO	80
5.4.5	RESULTADO FINAL.....	81
5.4.6	APRESENTAÇÃO.....	82
5.5	PROJETO DE SINALIZAÇÃO	83
5.5.1	GENERALIDADES	83



5.5.2	DESCRIÇÃO, CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E MATERIAIS	83
5.5.3	SINALIZAÇÃO VERTICAL	83
5.5.4	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL.....	88
5.5.5	APRESENTAÇÃO	92
6	ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO	93
7	ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA	95



LISTA DAS FIGURAS

Figura 1 - Representação da captação de sinais dos satélites.....	18
Figura 2 – Representação da captação de sinais dos satélites.....	23
Figura 3 - Mapa climático do Espírito Santo, segundo a classificação de Koppen. Destaque para o município de Guaçuí.....	28
Figura 4 - Espacialização das zonas climáticas do município de Guaçuí-ES e médias das temperaturas máximas e mínimas mensais	29
Figura 5 - Distribuição anual de temperaturas médias, máximas e mínimas (°C) em Guaçuí.	30
Figura 6 - Direção x Frequências dos ventos na região de estudo.....	30
Figura 7 - Velocidade em m/s e direção dos ventos na região de estudo.....	31
Figura 8 – Histograma de Distribuição de Precipitação e Número Médio Mensal de Dias Chuvosos no período de 1940 a 2021 na estação Pluviométrica Guaçuí.....	36
Figura 9 - Precipitação Total Anual do período de 1940 a 2021, na estação Pluviométrica Guaçuí.....	36
Figura 10 - Número de dias chuvosos para a estação Guaçuí.....	37
Figura 11 - Precipitação Máxima Mensal em 1 dia para período de 1940 a 2021 na estação Pluviométrica Guaçuí.....	38
Figura 12 - Precipitação Máxima de 1 dia anual para a estação Guaçuí.....	38
Figura 13 - Curvas de altura x duração de chuva para diferentes períodos de retorno para a estação Pluviométrica Guaçuí.	43
Figura 14 – Curvas de intensidade x duração de chuva para diferentes períodos de retorno para a estação Pluviométrica Guaçuí	44



Figura 15 – Mapa Geológico de Guaçuí.....	58
Figura 16 - ST-04.....	61
Figura 17 - ST-05.....	61
Figura 18 - ST-06.....	61
Figura 19 - ST-07.....	61
Figura 20 - Prioridade de utilização dos procedimentos de dimensionamento	76
Figura 21 - Espessura necessária de sub-base.	77
Figura 22 - Espessura da base cimentada em função do número N.	78



LISTA DAS TABELAS

Tabela 1: Coordenadas dos vértices do IBGE.	19
Tabela 2 - Coordenadas UTM dos Pontos de Apoio no Sistema SIRGAS 2000.	20
Tabela 3 - Estação Pluviométrica	31
Tabela 4 – Histórico da precipitação mensal para o período de 1940 a 2021, na estação Guaçuí.....	32
Tabela 5 – Precipitações diárias máximas anuais medidas na estação Guaçuí entre os anos 1940 a 2021.....	40
Tabela 6 – Precipitações máximas anuais de 1 dia associadas a diferentes períodos de retorno para a estação Pluviométrica Guaçuí	40
Tabela 7 – Precipitações máximas (em mm), para a estação Pluviométrica Guaçuí, associadas a diferentes períodos de retorno e durações.....	41
Tabela 8 – Intensidades máximas (em mm/min), para a estação Pluviométrica Guaçuí, associadas a diferentes períodos de retorno e durações.....	42
Tabela 9 – Período de Recorrência.	45
Tabela 10 – Valores para o coeficiente de escoamento (c). Fonte: KNOX COUNTY TENNESSEE (2014).....	51
Tabela 11 – Métodos para cálculo de vazão	51
Tabela 12 - Análise Estatística.....	60
Tabela 13 – Classificação das vias e parâmetros de tráfego.	75
Tabela 14 - Espessura e resistência dos blocos de revestimento	78



1 APRESENTAÇÃO

A **AVANTEC Engenharia Ltda.**, sediada na Avenida Fernando Ferrari, nº 1080, Centro Empresarial América, Torre Norte, sala 503, Mata da Praia, 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 Guaçuí**, vem por meio deste encaminhar o **Projeto de Engenharia de Drenagem e Pavimentação do bairro Centro, Guaçuí/ES**, contendo os seguintes itens:

- Estudos Topográficos;
- Estudos Hidrológicos;
- Estudos Geológicos;
- Estudos Geotécnicos;
- Projeto Geométrico;
- Projeto de Terraplenagem;
- Projeto de Drenagem;
- Projeto de Pavimentação;
- Projeto de Sinalização;

RUA	ESTACAS						EXTENSÃO (m)
	INICIAL			FINAL			
Rua Emiliana Emery	500	+	0,00	513	+	8,198	268,20
Rua Emiliana Emery	600	+	0,00	613	+	8,409	268,41
Rua Capitão Waldir Alves Siqueira	700	+	0,00	714	+	13,319	293,32
Rua Dr. Custódio Tristão	800	+	0,00	802	+	19,225	59,23
Rua Emiliana Emery	900	+	0,00	903	+	2,755	62,76
Rua Joaquim Martinho de Carvalho	1000	+	0,00	1003	+	9,933	69,93
Rua José Beato	1100	+	0,00	1101	+	17,068	37,07
EXTENSÃO TOTAL (m)							1058,91



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

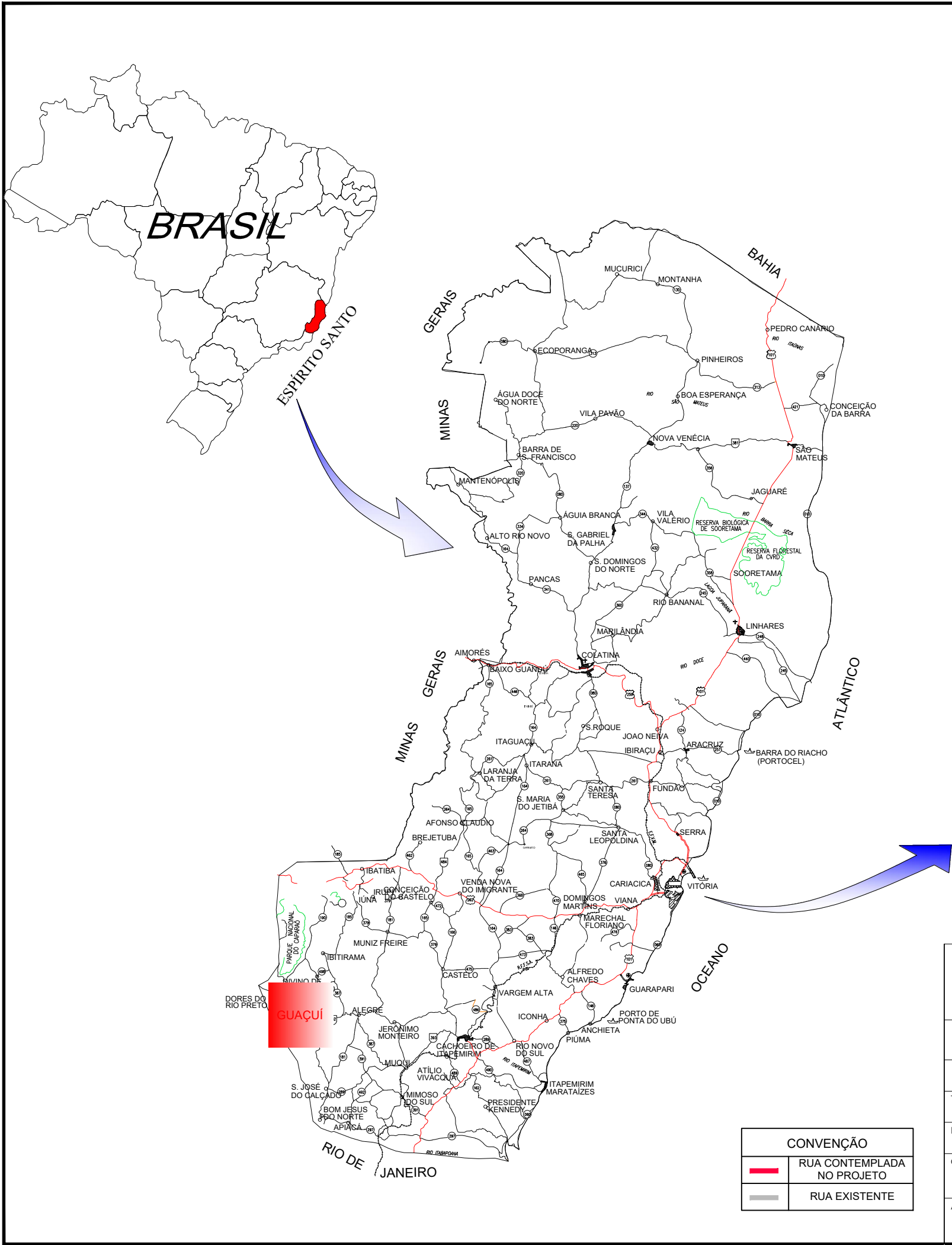
- **VOLUME 01 – RELATÓRIO DO PROJETO, contendo as metodologias, critérios e normas utilizados na elaboração dos estudos e projetos.**
- VOLUME 02 – PROJETO DE EXECUÇÃO, contendo os desenhos relativos ao projeto, detalhes e informações necessárias à execução da obra.
- VOLUME 03 – ORÇAMENTO, contendo orçamento da obra.





AVANTEC ENGENHARIA LTDA
Engº Thiago Gomes Bonomo
CREA: ES-018427/D



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 de Guaçuí/ES.



		PREFEITURA MUNICIPAL DE GUAÇUI			
		CONSULTORIA: AVANTEC SOLUÇÕES EM ENGENHARIA			
PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA					
TÍTULO: MAPA DE LOCALIZAÇÃO					
LOCAL: GUAÇUI-ES					
COORDENADOR :  Engº Civil: THIAGO GOMES BONOMO		CREA: ES-018427/D	ESCALA: S/ESCALA	FORMATO: A3	PRANCHA: MAP-01
AUTOR DO PROJETO :  Engº Civil: THIAGO GOMES BONOMO		CREA: ES-018427/D	REVISÃO: R. 0	DATA: 2024	



3 RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

Apresenta-se a seguir as fotografias relativas as ruas do presente projeto.



Rua Emiliana Emery



Rua Emiliana Emery



Rua Emiliana Emery



Rua Emiliana Emery



Rua Emiliana Emery



Rua Emiliana Emery



Rua Emiliana Emery



Rua Emiliana Emery



Rua Emiliana Emery



Rua Emiliana Emery



Rua Emiliana Emery



Rua Emiliana Emery



Rua Emiliana Emery



Rua Emiliana Emery



Rua Emiliana Emery



Rua Emiliana Emery



Rua Emiliana Emery



Rua Emiliana Emery



Rua Emiliana Emery



Rua Emiliana Emery



Rua Capitão Waldir Alves Siqueira



Rua Joaquim Martinho de Carvalho



Rua Capitão Waldir Alves Siqueira



Rua Joaquim Martinho de Carvalho



Rua Capitão Waldir Alves Siqueira



Rua Capitão Waldir Alves Siqueira



Rua Capitão Waldir Alves Siqueira



Rua Custódio Tristão



Rua Custódio Tristão



Rua Joaquim Martinho de Carvalho



Rua Joaquim Martinho de Carvalho



Rua Joaquim Martinho de Carvalho





Rua Joaquim Martinho de Carvalho



Rua José Beato

Rua Joaquim Martinho de Carvalho



Rua José Beato



4 ESTUDOS

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

- Estudos Topográficos;
- Estudos Hidrológicos;
- Estudos Geológicos;
- Estudos Geotécnicos;

4.1 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.

4.1.1 IMPLANTAÇÃO DE REDE DE APOIO BÁSICO COM MARCOS DE CONCRETO

Em Outubro de 2023 as equipes foram mobilizadas para o município de Guaçuí– 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).

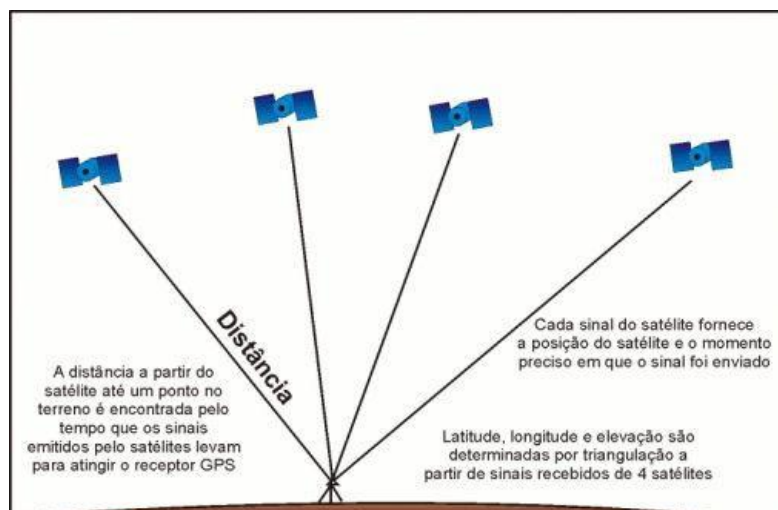


Figura 1 - Representação da captação de sinais dos satélites.

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).

4.1.2 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.

4.1.3 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"	40° 19' 10,0376" W	362.241,724	7.753.574,912	14,314
	S				

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, Tabela 2 a seguir.

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	NORTE	ESTE	COTA
EDO389	7700143.183	222331.391	593.010
EDO390	7700206.109	222258.113	594.070
EDO391	7700665.557	221210.015	582.390
EDO392	7700693.711	221280.705	582.920
EDO401	7699071.491	223234.373	591.170
EDO402	7699019.631	223272.253	593.243

		MONOGRAFIA DE MARCO				
		AVANTEC ENGENHARIA				
		VÉRTICE DA REDE GPS DE GUAÇUÍ				
Código do Ponto	EDO389	Nome do Ponto	EDO389		Município / UF :	GUAÇUÍ/ES
COORDENADAS GEOGRÁFICAS			COORDENADAS - SIRGAS 2000			Fatores
DESVIO PADRÃO			GEODÉSICA		UTM	Fator de Escala
			$\phi =$	20°46'40.29487" S	N = 7 700 143,1830	1,0005474
			$\gamma =$	41°40'01.43799" W	E = 222 331,3910	Conv. Meridiana
Alt. Geom.(h) =		$\sigma =$	Altitude Ortom.(H)=		593,010	0°56'48,27"
<div><div><p>Localização: Marco geodésico está implantado a beira da ES482 proximo a Rotatoria na entrada de Guaçuí, Guaçuí-ES.</p></div><div><p>Descrição: Uma chapa de metal fixada em um marco de concreto cravado no solo com a inscrição EDO389.</p></div></div>						





		MONOGRAFIA DE MARCO				
		AVANTEC ENGENHARIA				
		VÉRTICE DA REDE GPS DE GUAÇUÍ				
Código do Ponto	EDO390	Nome do Ponto	EDO390		Município / UF :	GUAÇUÍ/ES
COORDENADAS GEOGRÁFICAS			COORDENADAS - SIRGAS 2000			Fatores
DESVIO PADRÃO			GEODÉSICA	UTM		Fator de Escala
			$\phi = 20^{\circ}46'38.21081''$ S	N =	7 700 206,1090	1,0005479
			$\gamma = 41^{\circ}40'03.93384''$ W	E =	222 258,1130	Conv. Meridiana
Alt. Geom.(h) =		$\sigma =$	Altitude Ortom.(H)=		594,070	0°56'48,27"
<div><div><p>Localização: Marco geodésico está implantado no canteiro da Rotatoria na entrada de Guaçuí, Guaçuí-ES.</p></div><div><p>Descrição: Uma chapa de metal fixada em um marco de concreto cravado no solo com a inscrição EDO390.</p></div></div>						





		MONOGRAFIA DE MARCO				
		AVANTEC ENGENHARIA				
		VÉRTICE DA REDE GPS DE GUAÇUÍ				
Código do Ponto	EDO391	Nome do Ponto	EDO391		Município / UF :	GUAÇUÍ/ES
COORDENADAS GEOGRÁFICAS			COORDENADAS - SIRGAS 2000			Fatores
DESVIO PADRÃO			GEODÉSICA		UTM	Fator de Escala
			$\phi = 20^{\circ}46'22.71776''$ S		N = 7 700 665,5570	1,0005550
			$\gamma = 41^{\circ}40'39.88251''$ W		E = 221 210,0150	Conv. Meridiana
Alt. Geom.(h) =		$\sigma =$		Altitude Ortom.(H)=	582,390	0°56'48,27"
<div><div><p>Localização: Marco geodésico está implantado na calçada da praça João Acacinho no Centro de Guaçuí, Guaçuí-ES.</p></div><div><p>Descrição: Uma chapa de metal fixada em um marco de concreto cravado no solo com a inscrição EDO391.</p></div></div>						



		MONOGRAFIA DE MARCO				
		AVANTEC ENGENHARIA				
		VÉRTICE DA REDE GPS DE GUAÇUÍ				
Código do Ponto	EDO392	Nome do Ponto	EDO392		Município / UF :	GUAÇUÍ/ES
COORDENADAS GEOGRÁFICAS			COORDENADAS - SIRGAS 2000			Fatores
DESVIO PADRÃO			GEODÉSICA		UTM	Fator de Escala
			$\phi = 20^{\circ}46'21.84104''$ S	N = 7 700 693,7110	1,0005545	
			$\gamma = 41^{\circ}40'37.42410''$ W	E = 221 280,7050	Conv. Meridiana	
Alt. Geom.(h) =		$\sigma =$		Altitude Ortom.(H)=	582,920	0°56'48,27"
<div><div></div><div></div></div> <div>Localização: Marco geodésico está implantado na calçada da praça João Acacinho no Centro de Guaçuí, Guaçuí-ES.</div> <div>Descrição: Uma chapa de metal fixada em um marco de concreto cravado no solo com a inscrição EDO392.</div>						

		MONOGRAFIA DE MARCO				
		AVANTEC ENGENHARIA				
		VÉRTICE DA REDE GPS DE GUAÇUÍ				
Código do Ponto	EDO401	Nome do Ponto	EDO401		Município / UF :	GUAÇUÍ/ES
COORDENADAS GEOGRÁFICAS			COORDENADAS - SIRGAS 2000			Fatores
DESVIO PADRÃO			GEODÉSICA		UTM	Fator de Escala
			$\phi = 20^{\circ}47'15.60248''$ S		N = 7 699 071,4910	1,0005412
			$\gamma = 41^{\circ}39'30.84945''$ W		E = 223 234,3730	Conv. Meridiana
Alt. Geom.(h) =		$\sigma =$		Altitude Ortom.(H)=	591,170	0°56'38,93"
<div><div></div><div></div></div>						
Localização: Marco geodésico está implantado na calçada da praça João Acacinho no Centro de Guaçu, Guaçu-ES.				Descrição: Uma chapa de metal fixada em um marco de concreto cravado no solo com a inscrição EDO401.		



		MONOGRAFIA DE MARCO				
		AVANTEC ENGENHARIA				
		VÉRTICE DA REDE GPS DE GUAÇUÍ				
Código do Ponto	EDO402	Nome do Ponto	EDO402		Município / UF :	GUAÇUÍ/ES
COORDENADAS GEOGRÁFICAS			COORDENADAS - SIRGAS 2000			Fatores
DESVIO PADRÃO			GEODÉSICA		UTM	Fator de Escala
			$\phi =$	20°47'17.30790" S	N = 7 699 019,6310	1,0005409
			$\gamma =$	41°39'29.57010" W	E = 223 272,2530	Conv. Meridiana
Alt. Geom.(h) =		$\sigma =$	Altitude Ortom.(H)=		593,243	0°56'38,55"
<div><div><p>Localização: Marco geodesico esta implantado na calçada proximo a Praça João Acacinho no Centro de Guaçuí, Guaçuí-ES.</p></div><div><p>Descrição: Uma chapa de metal fixada em um marco de concreto cravado no solo com a inscrição EDO402.</p></div></div>						

4.1.4 IRRADIAÇÃO DOS PONTOS

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.

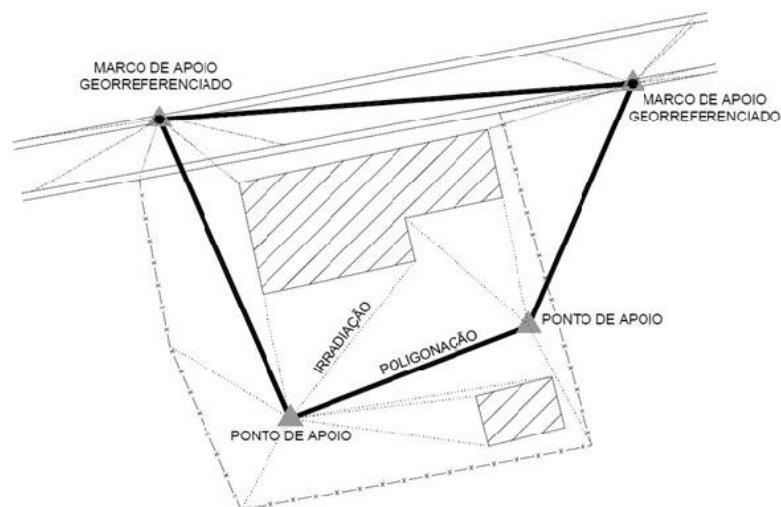


Figura 2 – Representação da captação de sinais dos satélites



4.1.5 INVENTÁRIO FOTOGRÁFICO

Adiante está apresentado o Inventário Fotográfico do levantamento planialtimétrico cadastral.





4.1.6 APRESENTAÇÃO

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

4.2 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

4.2.1 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 Projeto de Engenharia de Drenagem e Pavimentação do bairro Centro, do município de Guaçuí/ES, sob responsabilidade da Avantec Soluções em Engenharia LTDA.

4.2.2 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 da bacia de contribuição (forma, declividade, tipo de solo, recobrimento vegetal) tais como: levantamentos aerofotogramétricos, cartas geográficas, levantamentos radamétricos, levantamentos fitopedológicos e/ou outras cartas disponíveis.

4.2.3 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA

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

Cfa: Clima subtropical úmido, com verão quente. As temperaturas são superiores a 22°C no verão e a do mês mais frio é inferior a 18 °C. A precipitação média é de 60 mm de chuva no mês mais seco. Se caracteriza por apresentar chuvas durante todos os meses do ano.

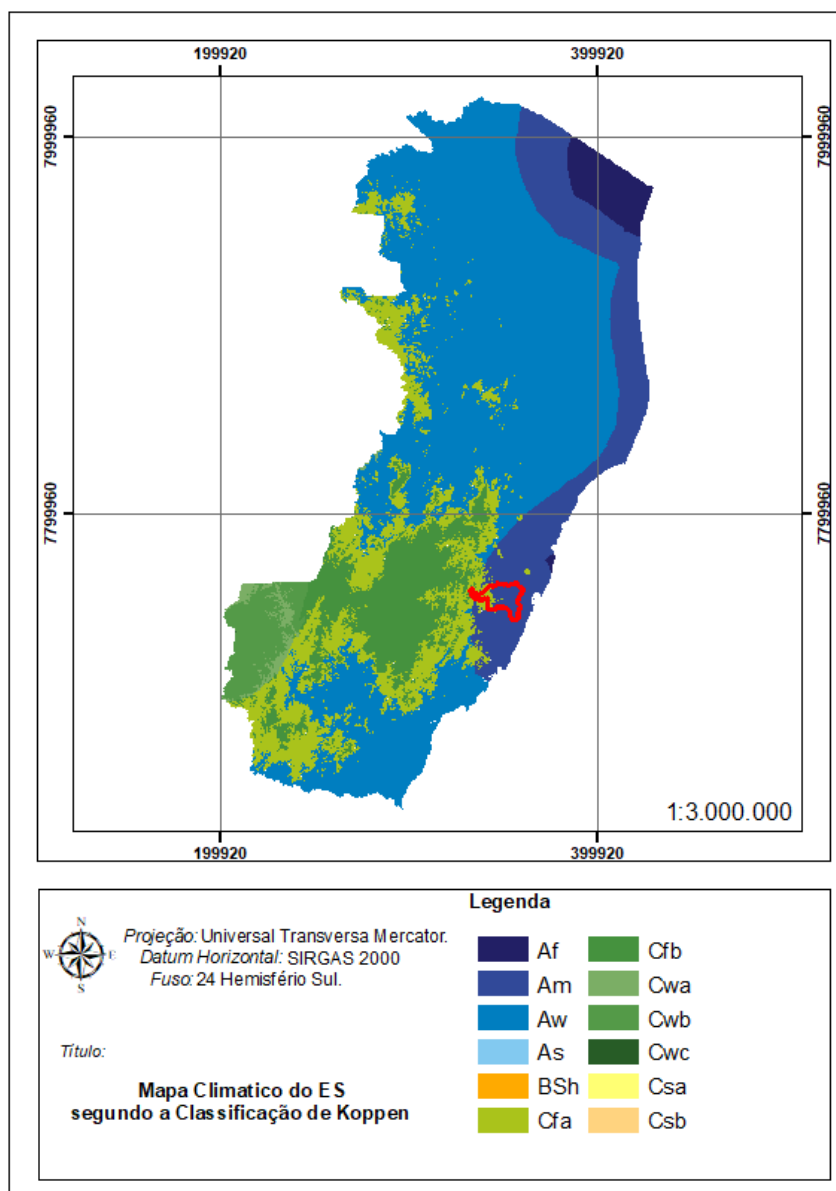


Figura 3 - Mapa climático do Espírito Santo, segundo a classificação de Koppen. Destaque para o município de Guaçuí

Segundo EMCAPA/NEPUT (1999), o município de Guaçuí é abrangido por três zonas climáticas (Figura 4): Zona 1 – Terras frias acidentadas e chuvosas, Zona 2 – Terras de temperaturas amenas, acidentadas e chuvosas e Zona 3 – Terras de temperaturas amenas, acidentadas e chuvosa/seca, sendo que a zona 1 abrange 16,80% do município, a Zona 2 32,44% e a Zona 3 abrange 50,76% da área, estando a área de estudo incluída na Zona 2. Na Zona 1, as temperaturas do mês mais frio variam de 7,3 a 9,4 °C. Já as Zonas 2 e 3, variam de 9,4 a 11,8°C. As temperaturas máximas variam, em média, durante o ano, respectivamente, de 25,3°C a 27,8°C, e de 27,8 a 30,7°C nas Zonas 2 e 3.

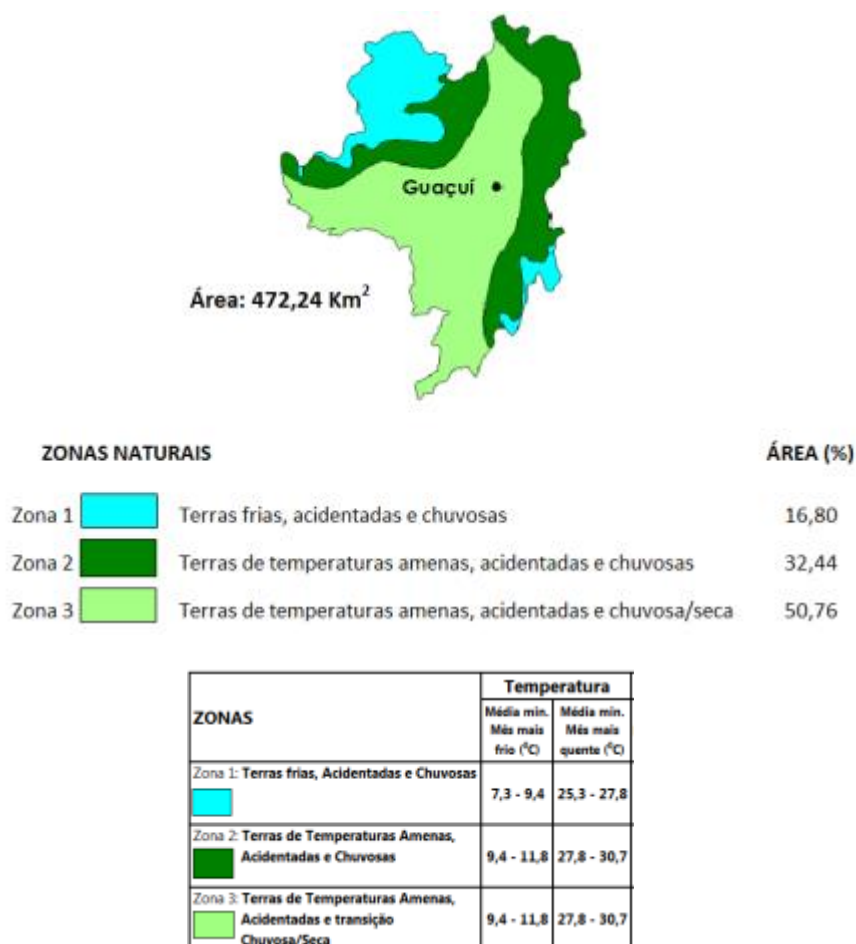


Figura 4 - Espacialização das zonas climáticas do município de Guaçuí-ES e médias das temperaturas máximas e mínimas mensais

Fonte: EMCAPA/NEPUT (1999).

A Figura 5 apresenta a distribuição mensal das temperaturas médias mínimas e máximas anuais para o município de Guaçuí. Em Guaçuí, as temperaturas médias variam de 18,1°C a 24,4°C, as máximas, variam de 30,8°C a 24,9°C e as mínimas, de 18,8°C a 12,1°C (INCAPER, 2023).

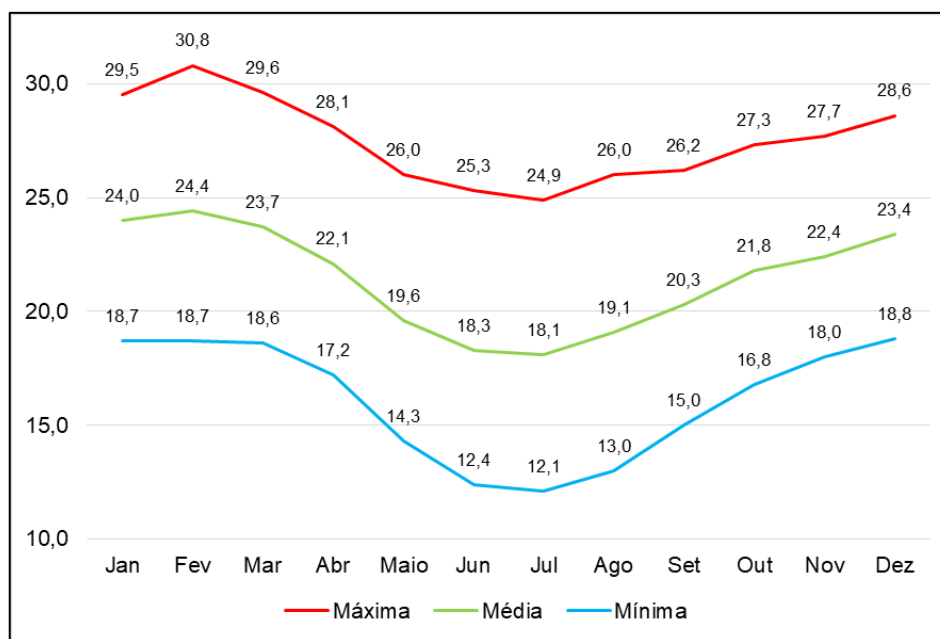


Figura 5 - Distribuição anual de temperaturas médias, máximas e mínimas (°C) em Guaçuí.

Fonte: Incaper, 2020.

A Figura 6 e Figura 7 apresentam, respectivamente, a direção e frequência dos ventos e a direção e velocidade dos ventos na área. Verifica-se que na área de estudo, prevalecem ventos com direção norte-sul, sendo os ventos vindos de noroeste e sudoeste os que apresentam as maiores velocidades.

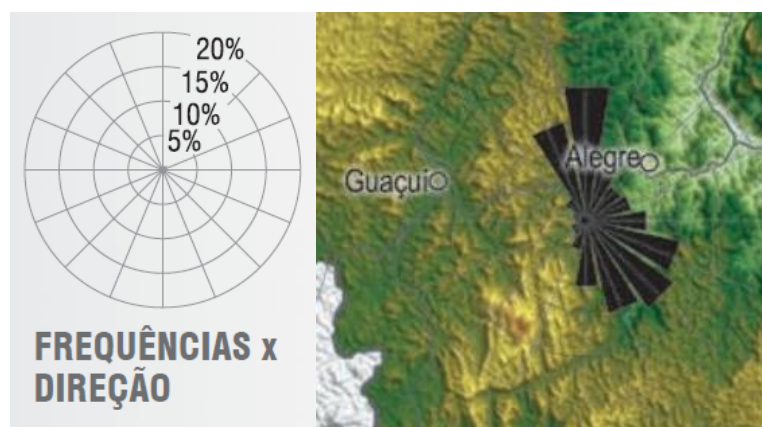


Figura 6 - Direção x Frequências dos ventos na região de estudo.

Fonte: Projeto de P&D COSERN - ANEEL, 2003.

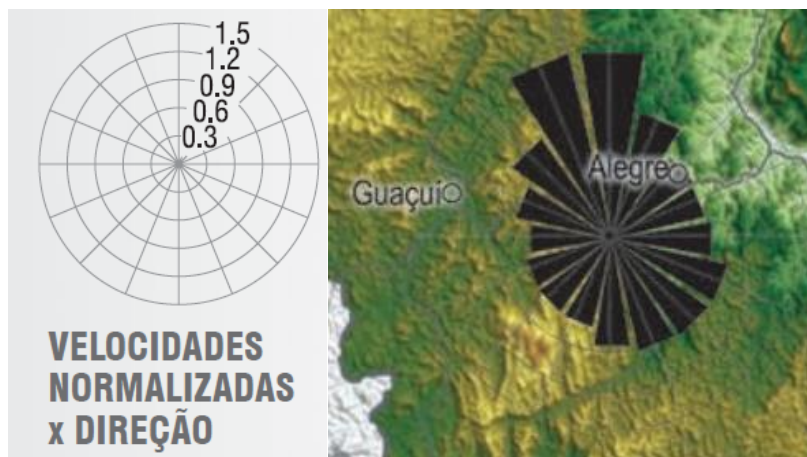


Figura 7 - Velocidade em m/s e direção dos ventos na região de estudo.

Fonte: Projeto de P&D COSERN - ANEEL, 2003.

4.2.4 PLUVIOMETRIA

4.2.4.1 COLETA DE DADOS

Na escolha da estação pluviométrica foram adotados os seguintes parâmetros:

- Localização da estação em relação ao trecho;
- Série histórica mínima de 30 anos;
- Dados pluviométricos recentes e atualizados;

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

Tabela 3 - Estação Pluviométrica

Código	Estação	Município	Estado	Altitude (m)	Coordenadas	
					Latitude	Longitude
2041001	Guaçuí	Guaçuí	ES	576	-20,7736	-41,6817

Fonte: Agência Nacional das Águas - ANA.

4.2.4.2 HISTOGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DE PRECIPITAÇÕES

A Tabela 4 apresenta os totais mensais de precipitação medidos na estação Guaçuí juntamente com os valores de máximas, mínimas e médias mensais e anuais.

Tabela 4 – Histórico da precipitação mensal para o período de 1940 a 2021, na estação
Guaçuí

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total Anual	Máx	Min	Méd	Média Anual
1940	328,3	202,9	351,1	85,0	21,0	16,9	41,4	8,6	84,4	180,4	286,6	157,0	1.763,6	351,1	8,6	147,0	1.465,2
1941	315,6	141,8	270,8	157,2	24,2	7,9	99,2	16,3	89,9	119,0	189,1	390,5	1.821,5	390,5	7,9	152,0	1.465,2
1942	329,9	111,1	73,8	100,5	41,8	22,8	11,0	14,3	54,0	146,9	119,9	549,3	1.575,3	549,3	11,0	131,0	1.465,2
1943	206,0	209,0	256,7	71,1	15,4	53,4	14,9	26,2	24,9	159,2	112,8	289,9	1.439,5	289,9	14,9	120,0	1.465,2
1944	119,1	220,6	129,5	165,9	48,4	11,3	42,3	2,7	10,4	89,0	83,9	325,5	1.248,6	325,5	2,7	104,0	1.465,2
1945	387,9	125,6	293,0	131,7	70,1	51,3	14,6	38,5	14,7	106,1	280,9	332,7	1.847,1	387,9	14,6	154,0	1.465,2
1946	185,2	47,8	188,7	114,9	40,2	52,7	0,7	21,5	52,6	111,6	187,0	178,7	1.181,6	188,7	0,7	98,0	1.465,2
1947	145,6	97,7	259,5	37,9	80,7	2,5	68,2	145,5	24,9	139,1	165,1	267,3	1.434,0	267,3	2,5	120,0	1.465,2
1948	61,4	276,6	71,9	32,4	19,7	39,0	38,8	16,8	16,7	105,0	386,2	479,9	1.544,4	479,9	16,7	129,0	1.465,2
1949	268,8	186,3	209,4	144,0	33,4	9,1	1,2	14,0	25,8	220,4	131,4	113,7	1.357,5	268,8	1,2	113,0	1.465,2
1950	117,7	7,5	132,7	52,9	32,7	38,5	5,4	0,0	86,3	161,0	363,5	174,2	1.172,4	363,5	0,0	98,0	1.465,2
1951	107,2	107,8	184,8	42,3	34,2	36,7	9,3	17,6	1,4	40,6	40,5	385,0	1.007,4	385,0	1,4	84,0	1.465,2
1952	399,1	403,1	177,4	152,5	21,4	32,5	47,6	29,4	76,3	131,7	248,0	208,8	1.927,8	403,1	21,4	161,0	1.465,2
1953	103,2	227,1	42,3	125,7	73,7	1,7	7,5	17,0	46,0	80,7	236,6	424,7	1.386,2	424,7	1,7	116,0	1.465,2
1954	6,5	129,7	69,0	67,7	58,6	29,0	12,8	11,5	11,2	37,1	37,8	262,2	733,1	262,2	6,5	61,0	1.465,2
1955	220,2	16,1	87,4	128,4	66,5	42,8	2,5	0,0	6,1	78,2	230,0	192,5	1.070,7	230,0	0,0	89,0	1.465,2
1956	21,4	13,7	182,2	35,9	70,1	31,8	37,4	34,1	29,9	90,5	146,1	340,5	1.033,6	340,5	13,7	86,0	1.465,2
1957	201,4	154,4	116,0	96,1	135,0	19,6	5,4	1,8	105,2	38,7	284,7	422,6	1.580,9	422,6	1,8	132,0	1.465,2
1958	123,3	75,0	135,8	128,8	110,6	35,4	69,2	2,8	69,0	180,8	174,9	189,2	1.294,8	189,2	2,8	108,0	1.465,2
1959	266,2	32,9	140,5	64,4	12,2	35,6	3,4	10,4	30,6	83,0	319,9	319,6	1.318,7	319,9	3,4	110,0	1.465,2
1960	213,9	99,3	287,8	46,7	47,0	25,4	21,4	10,2	64,0	44,4	223,8	259,8	1.343,7	287,8	10,2	112,0	1.465,2
1961	435,6	90,0	154,8	129,2	23,2	8,4	24,2	0,0	0,0	91,4	97,0	260,8	1.314,6	435,6	0,0	110,0	1.465,2



Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total Anual	Máx	Min	Méd	Média Anual
1962	349,8	280,4	24,3	38,8	74,3	22,2	31,3	0,0	107,6	78,9	217,0	423,4	1.648,0	423,4	0,0	137,0	1.465,2
1963	73,3	111,2	31,0	101,8	11,8	16,5	7,0	10,0	0,0	27,6	233,3	158,7	782,2	233,3	0,0	65,0	1.465,2
1964	269,3	339,8	124,2	164,9	47,3	32,4	93,7	25,0	6,2	275,6	207,8	357,0	1.943,2	357,0	6,2	162,0	1.465,2
1965	249,8	235,4	245,6	65,2	125,6	20,6	53,9	24,5	72,3	241,2	197,6	151,3	1.683,0	249,8	20,6	140,0	1.465,2
1966	198,3	24,1	52,0	132,6	79,4	20,3	44,2	13,0	45,0	127,0	354,3	267,2	1.357,4	354,3	13,0	113,0	1.465,2
1967	313,0	162,1	234,3	131,8	45,3	13,1	12,3	13,0	24,3	29,7	269,5	243,9	1.492,3	313,0	12,3	124,0	1.465,2
1968	212,8	303,3	144,8	117,6	25,3	9,2	54,9	34,0	88,0	177,3	86,6	129,4	1.383,2	303,3	9,2	115,0	1.465,2
1969	219,9	73,9	204,0	75,3	8,2	81,9	15,2	34,1	17,1	142,8	325,3	440,6	1.638,3	440,6	8,2	137,0	1.465,2
1970	225,4	20,5	122,4	107,1	6,3	29,5	59,6	62,3	65,6	222,9	252,0	203,0	1.376,6	252,0	6,3	115,0	1.465,2
1971	88,2	54,8	144,0	66,9	29,4	62,6	9,1	50,5	126,3	259,9	393,6	224,3	1.509,6	393,6	9,1	126,0	1.465,2
1972	89,8	247,2	166,0	163,9	14,7	6,4	98,4	28,2	82,4	86,8	202,6	238,8	1.425,2	247,2	6,4	119,0	1.465,2
1973	129,0	103,6	238,8	39,0	92,2	9,4	6,0	43,4	16,4	96,7	149,6	219,6	1.143,7	238,8	6,0	95,0	1.465,2
1974	254,0	70,6	278,2	207,4	74,8	40,0	5,4	2,2	2,6	191,6	149,2	212,8	1.488,8	278,2	2,2	124,0	1.465,2
1975	244,4	79,8	135,0	42,4	53,0	15,4	62,8	0,0	45,0	110,0	282,0	196,6	1.266,4	282,0	0,0	106,0	1.465,2
1976	60,0	77,8	73,1	44,0	105,5	1,0	59,0	43,0	155,7	134,6	132,2	251,7	1.137,6	251,7	1,0	95,0	1.465,2
1977	114,0	3,3	103,4	218,3	36,8	18,1	0,0	5,4	75,5	108,2	330,1	384,9	1.398,0	384,9	0,0	117,0	1.465,2
1978	129,1	181,1	29,1	49,4	92,0	8,0	75,2	14,1	57,1	198,7	137,7	268,3	1.239,8	268,3	8,0	103,0	1.465,2
1979	486,2	315,4	274,8	118,7	37,5	5,9	21,1	43,6	35,9	81,3	321,4	224,5	1.966,3	486,2	5,9	164,0	1.465,2
1980	366,1	147,9	59,4	195,0	90,8	12,8	3,3	61,3	19,4	52,9	106,9	236,0	1.351,8	366,1	3,3	113,0	1.465,2
1981	200,9	75,4	135,9	70,0	37,3	30,5	23,0	78,2	21,2	137,1	374,0	201,3	1.384,8	374,0	21,2	115,0	1.465,2
1982	192,4	10,4	340,9	202,8	34,8	39,2	17,0	33,8	28,3	69,5	301,9	293,2	1.564,2	340,9	10,4	130,0	1.465,2
1983	392,6	163,5	132,9	294,0	76,3	12,0	59,4	2,0	109,8	185,7	358,2	317,1	2.103,5	392,6	2,0	175,0	1.465,2
1984	216,2	26,3	179,8	105,7	10,7	4,6	3,7	72,3	53,0	184,2	287,2	411,0	1.554,7	411,0	3,7	130,0	1.465,2



Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total Anual	Máx	Min	Méd	Média Anual
1985	782,8	137,2	270,1	56,2	44,5	6,0	30,4	31,2	121,4	116,8	394,2	280,2	2.271,0	782,8	6,0	189,0	1.465,2
1986	149,6	146,6	104,0	65,4	18,2	8,8	56,8	182,9	29,0	34,6	142,4	245,7	1.184,0	245,7	8,8	99,0	1.465,2
1987	284,4	57,0	288,1	229,2	93,7	26,5	18,4	5,3	79,6	188,7	220,0	424,7	1.915,6	424,7	5,3	160,0	1.465,2
1988	151,0	155,0	181,8	135,0	110,0	26,0	8,6	1,2	10,9	196,9	166,2	216,9	1.359,5	216,9	1,2	113,0	1.465,2
1989	244,2	213,0	104,9	42,5	43,5	97,9	52,6	15,8	55,3	143,2	258,4	124,7	1.396,0	258,4	15,8	116,0	1.465,2
1990	35,5	107,5	96,4	31,7	37,0	10,1	54,2	28,9	65,3	160,1	171,5	176,9	975,1	176,9	10,1	81,0	1.465,2
1991	276,8	179,1	331,7	65,8	25,3	13,2	19,8	38,5	89,6	74,5	239,3	260,0	1.613,6	331,7	13,2	134,0	1.465,2
1992	168,8	78,1	52,4	126,1	117,1	15,5	51,0	60,7	109,7	123,3	189,7	282,5	1.374,9	282,5	15,5	115,0	1.465,2
1993	228,0	24,6	170,0	196,1	44,0	18,6	0,6	12,6	58,2	28,8	128,5	360,6	1.270,6	360,6	0,6	106,0	1.465,2
1994	359,3	26,9	278,3	155,3	118,4	67,0	17,9	2,6	7,8	91,7	90,5	149,0	1.364,7	359,3	2,6	114,0	1.465,2
1995	83,6	168,4	108,6	57,6	83,2	3,7	13,5	13,6	26,6	190,6	294,1	423,6	1.467,1	423,6	3,7	122,0	1.465,2
1996	124,3	129,4	207,5	89,6	69,2	7,4	5,9	20,9	184,6	97,5	298,3	200,3	1.434,9	298,3	5,9	120,0	1.465,2
1997	337,4	105,9	200,4	60,7	16,1	19,2	4,7	32,4	125,8	127,5	190,9	220,7	1.441,7	337,4	4,7	120,0	1.465,2
1998	339,6	197,7	158,5	33,0	38,4	11,5	0,9	51,0	23,6	84,1	298,9	152,3	1.389,5	339,6	0,9	116,0	1.465,2
1999	141,5	139,6	360,9	36,8	10,8	61,8	7,6	13,6	36,7	119,8	332,1	324,2	1.585,4	360,9	7,6	132,0	1.465,2
2000	319,3	175,6	144,0	68,2	20,1	16,7	11,3	47,8	65,7	169,4	219,1	351,5	1.608,7	351,5	11,3	134,0	1.465,2
2001	244,1	86,0	156,1	45,7	52,5	22,0	2,8	2,0	99,9	92,4	435,1	196,3	1.434,9	435,1	2,0	120,0	1.465,2
2002	269,9	311,4	64,5	31,1	71,1	5,1	35,1	4,5	108,4	88,9	249,9	313,0	1.552,9	313,0	4,5	129,0	1.465,2
2003	545,5	25,1	145,0	77,4	19,9	0,0	11,7	118,3	44,0	88,1	128,0	274,1	1.477,1	545,5	0,0	123,0	1.465,2
2004	408,9	258,6	264,1	233,6	18,0	38,5	61,7	25,2	1,3	145,4	192,3	481,0	2.128,6	481,0	1,3	177,0	1.465,2
2005	192,9	249,4	444,9	114,7	56,1	44,4	19,8	49,2	130,7	42,1	373,3	451,4	2.168,9	451,4	19,8	181,0	1.465,2
2006	49,5	69,6	427,7	99,5	26,6	14,6	2,0	21,4	88,4	153,7	277,5	392,3	1.622,8	427,7	2,0	135,0	1.465,2
2007	458,3	218,6	24,0	149,5	33,5	1,2	6,8	2,4	1,3	82,0	142,4	402,1	1.522,1	458,3	1,2	127,0	1.465,2



Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total Anual	Máx	Min	Méd	Média Anual
2008	278,4	290,6	220,6	253,9	32,3	16,7	5,2	18,1	80,4	50,4	399,0	458,0	2.103,6	458,0	5,2	175,0	1.465,2
2009	405,8	172,4	315,4	187,9	15,3	37,7	12,5	84,6	116,5	217,8	159,4	349,5	2.074,8	405,8	12,5	173,0	1.465,2
2010	69,3	64,5	217,8	106,2	62,4	8,1	25,9	9,1	36,1	111,2	358,6	433,4	1.502,6	433,4	8,1	125,0	1.465,2
2011	47,9	60,7	626,6	101,6	15,7	26,1	17,3	5,3	15,6	168,6	228,7	281,8	1.595,9	626,6	5,3	133,0	1.465,2
2012	225,2	13,4	123,4	85,1	94,9	28,0	6,1	45,4	109,8	60,9	259,7	63,3	1.115,2	259,7	6,1	93,0	1.465,2
2013	271,1	95,5	308,0	58,4	67,6	26,1	16,4	24,2	48,7	126,8	176,4	460,1	1.679,3	460,1	16,4	140,0	1.465,2
2014	64,3	47,9	78,0	163,5	8,3	4,3	30,5	12,4	18,0	43,0	234,5	120,1	824,8	234,5	4,3	69,0	1.465,2
2015	2,5	46,1	91,6	96,5	79,3	62,3	9,3	5,5	92,8	64,3	68,8	220,0	839,0	220,0	2,5	70,0	1.465,2
2016	149,1	103,2	208,7	36,2	20,0	37,6	11,8	2,7	84,0	116,7	315,1	279,8	1.364,9	315,1	2,7	114,0	1.465,2
2017	101,0	195,3	43,3	81,1	89,3	48,4	27,7	5,7	0,0	19,4	252,6	164,1	1.027,9	252,6	0,0	86,0	1.465,2
2018	147,1	276,1	213,6	176,9	34,2	6,1	7,3	54,6	23,4	57,6	277,4	292,8	1.567,1	292,8	6,1	131,0	1.465,2
2019	17,8	264,0	231,2	85,8	36,2	3,6	0,0	14,6	29,6	24,5	331,4	210,4	1.249,1	331,4	0,0	104,0	1.465,2
2020	453,2	272,0	246,4	61,4	73,6	9,5	6,4	95,0	16,8	175,1	164,1	277,5	1.851,0	453,2	6,4	154,0	1.465,2
2021	211,2	411,6	156,6	65,4	0,0	39,3	4,2	14,3	9,0	200,7	182,0	258,3	1.552,6	411,6	0,0	129,0	1.465,2
Máx	782,8	411,6	626,6	294,0	135,0	97,9	99,2	182,9	184,6	275,6	435,1	549,3					
Min	2,5	3,3	24,0	31,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,4	37,8	63,3					
Méd	222,9	142,2	182,4	105,2	49,8	24,5	25,2	28,1	53,9	118,7	230,0	282,3					

Fonte: HIDROWEB ANA, 2023.

A Figura 8 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 1940 a 2021 na estação Pluviométrica Guaçuí (código 2041001).

Verifica-se que o período mais chuvoso ocorre de outubro a março, sendo que, dentre estes, o mês de dezembro foi o que apresentou a maior média mensal, cerca de 282,3 mm e maior número de dias chuvosos no período analisado. A estação seca se estende entre abril a setembro, sendo o mês de junho o que a menor média pluviométrica no período, 24,5 mm.

Observa-se que na estação chuvosa, os maiores totais mensais variam 97,9 mm e 782,2 mm. Os mínimos mensais registrados em cada mês variam entre 0 e 63,3 mm.

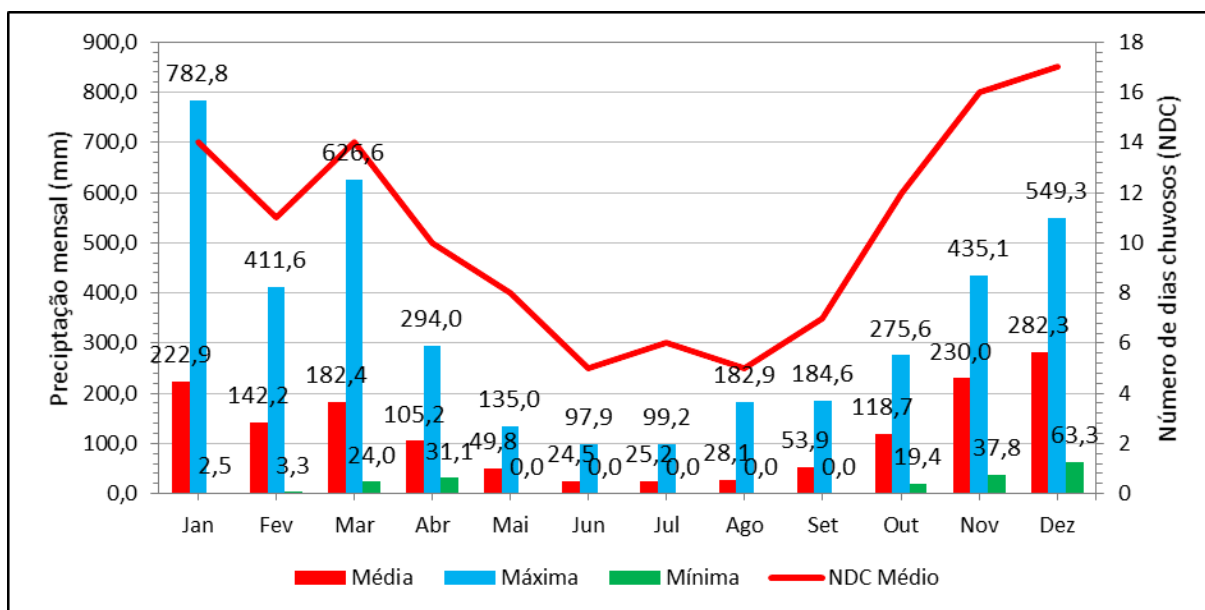


Figura 8 – Histograma de Distribuição de Precipitação e Número Médio Mensal de Dias Chuvosos no período de 1940 a 2021 na estação Pluviométrica Guaçuí

A Figura 9 apresenta a precipitação total anual na estação Pluviométrica Guaçuí (código 2041001), no período de 1940 a 2021. A precipitação média total para o período foi de 1465,2 mm por ano.

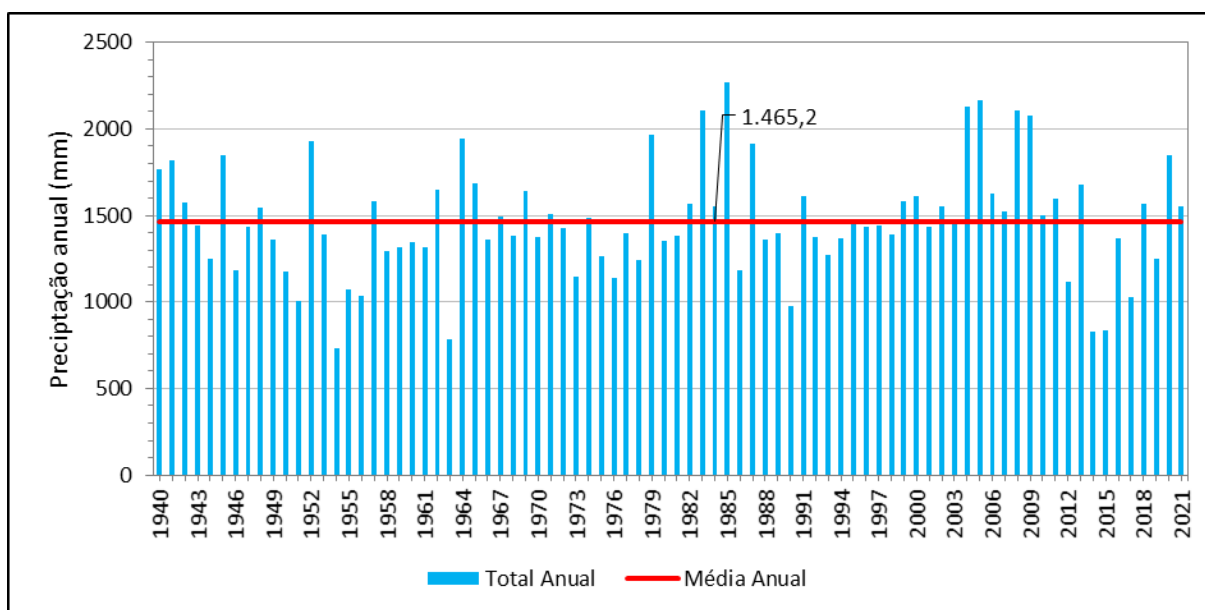


Figura 9 - Precipitação Total Anual do período de 1940 a 2021, na estação Pluviométrica Guaçuí

Conforme Figura 10, as chuvas na região são bem distribuídas ao longo do ano. Em média, o número de dias chuvosos no ano, varia de 5 a 17 dias por mês, sendo que a estação chuvosa, concentra a maior quantidade de dias chuvosos.

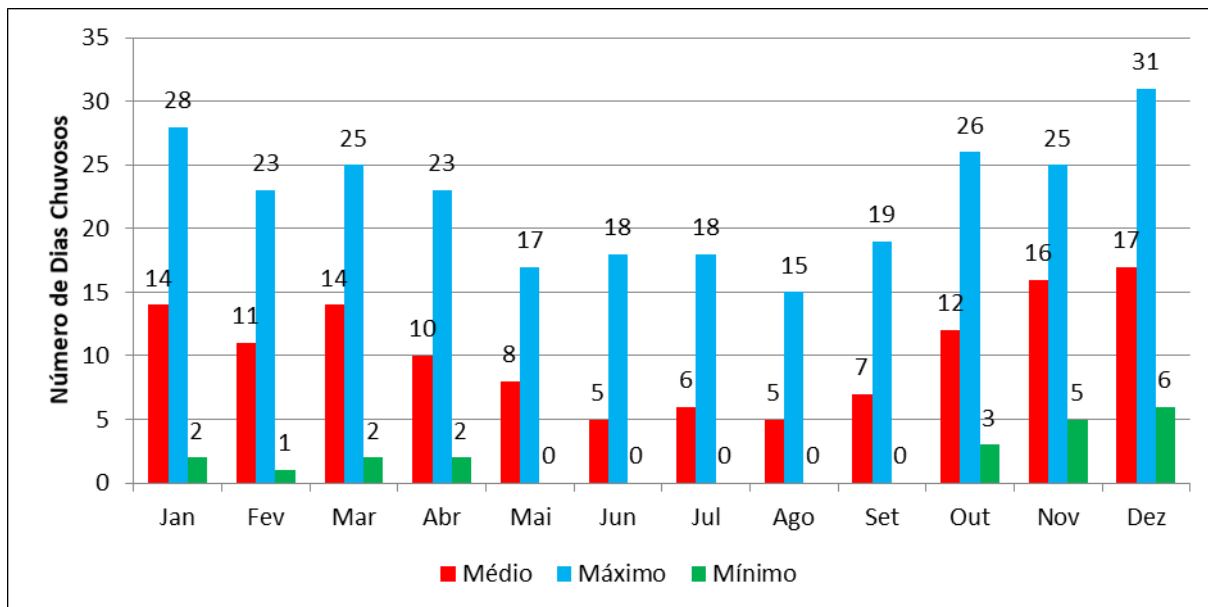


Figura 10 - Número de dias chuvosos para a estação Guaçuí

A Figura 11 apresenta a precipitação máxima de 1 dia para o período de 1940 a 2021 na região de estudo. Verifica-se que, à exceção do mês de junho, em todos os meses do ano já ocorreram precipitações maiores que 50 mm em 1 dia, sendo que a maior das máximas ocorreu

no mês de janeiro (125 mm). A Figura 12 apresenta a série histórica de máxima de 1 dia anual.

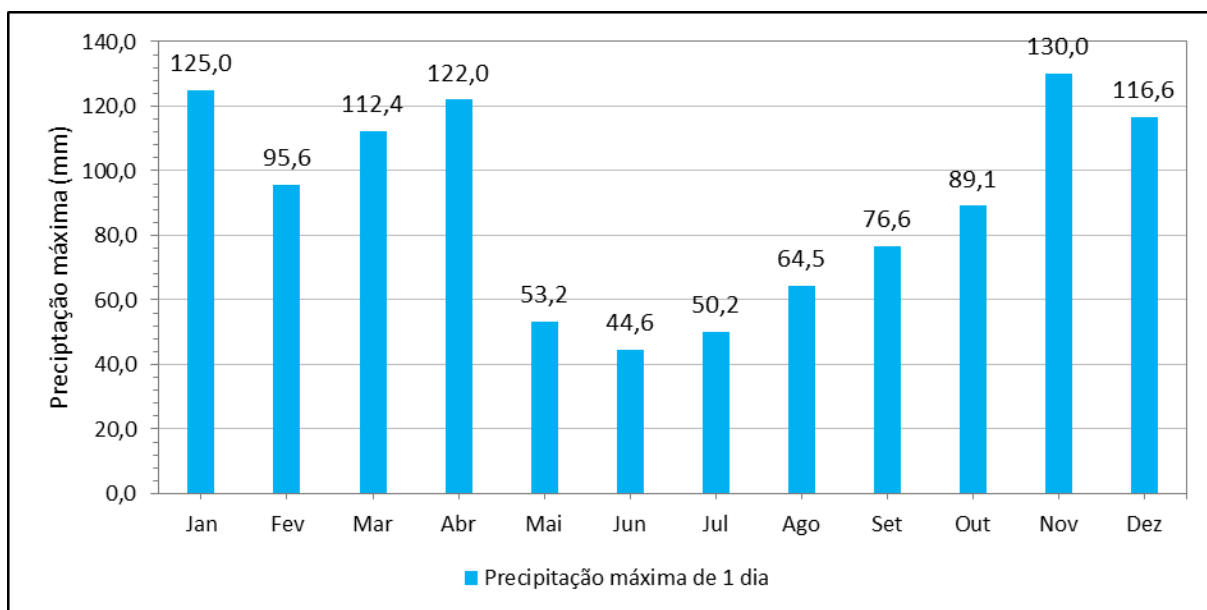


Figura 11 - Precipitação Máxima Mensal em 1 dia para período de 1940 a 2021 na estação Pluviométrica Guaçuí

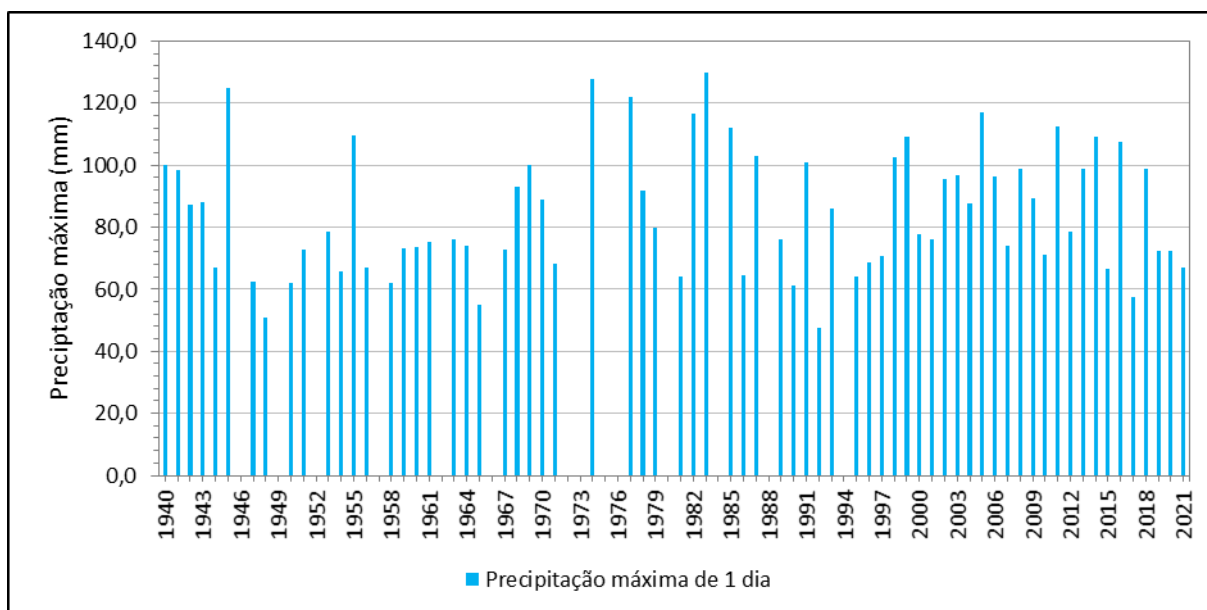


Figura 12 - Precipitação Máxima de 1 dia anual para a estação Guaçuí

4.2.4.3 EQUAÇÃO DE CHUVAS INTENSAS

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. A metodologia para obtenção da equação de intensidade-duração-frequência de chuvas está apresentada em Almeida, Reis e Mendonça (2017) 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;
- Apropriação das intensidades pluviométricas a partir da relação entre alturas pluviométricas e durações;
- Definição de equações de chuvas intensas no formato estabelecido pela Equação (1):

$$i = \frac{kT^m}{(t + t_0)^n} \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

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

t é a duração da chuva (minutos),

T é o 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.

O ajuste do modelo estabelecido por meio da Equação 1 é realizado com auxílio da Programação Não Linear (PNL), aplicada com a ferramenta Solver, disponível na planilha do Microsoft Excel, com a seguinte função objetivo (Equação 2):

$$\min f_o = \sum_T \sum_t (i_{\text{método}} - i_{\text{equação}}) \quad \text{Equação 2}$$



A Tabela 5 apresenta as precipitações diárias máximas anuais medidas na estação Guaçuí entre os anos 1940 a 2021. Esta estação apresenta dados consistidos até o ano de 2005 e dados não consistidos até o ano de 2021. Os anos com falhas de registro foram excluídos da análise de chuvas.

Tabela 5 – Precipitações diárias máximas anuais medidas na estação Guaçuí entre os anos 1940 a 2021.

Ano	Precipitação máxima (mm)	Ano	Precipitação máxima (mm)	Ano	Precipitação máxima (mm)	Ano	Precipitação máxima (mm)
1940	100,0	1961	75,4	1982	116,6	2003	96,7
1941	98,6	1962		1983	130,0	2004	87,6
1942	87,3	1963	76,1	1984		2005	117,2
1943	88,2	1964	74,0	1985	112,0	2006	96,2
1944	66,9	1965	55,2	1986	64,5	2007	74,2
1945	125,0	1966		1987	103,0	2008	98,7
1946		1967	73,0	1988		2009	89,5
1947	62,6	1968	93,2	1989	76,0	2010	71,3
1948	50,7	1969	100,1	1990	61,4	2011	112,4
1949		1970	89,1	1991	101,0	2012	78,4
1950	62,1	1971	68,3	1992	47,6	2013	98,7
1951	73,0	1972		1993	85,9	2014	109,3
1952		1973		1994		2015	66,8
1953	78,8	1974	128,0	1995	64,3	2016	107,4
1954	65,8	1975		1996	68,5	2017	57,6
1955	109,6	1976		1997	70,8	2018	98,7
1956	67,2	1977	122,0	1998	102,6	2019	72,3
1957		1978	92,0	1999	109,2	2020	72,6
1958	62,0	1979	80,0	2000	77,6	2021	67,2
1959	73,4	1980		2001	76,3		
1960	73,8	1981	64,1	2002	95,6		

A Tabela 6 apresenta o ajuste probabilístico de Gumbel das máximas de 1 dia associadas a diferentes períodos de retorno desses dados para a estação Guaçuí.

Tabela 6 – Precipitações máximas anuais de 1 dia associadas a diferentes períodos de retorno para a estação Pluviométrica Guaçuí

Período de retorno (anos)	Máxima (mm)
2	81,68
5	100,94
10	113,69



Período de retorno (anos)	Máxima (mm)
15	120,88
25	129,80
50	141,75
75	148,69
100	153,61

A Tabela 7 e a Tabela 8 apresentam as alturas e intensidades pluviométricas, respectivamente, associadas a diferentes períodos de retorno e diferentes durações, estimadas para a estação lúna. Estas foram obtidas a partir da transformação das precipitações máximas com duração de 1 dia em precipitações máximas com diferentes durações, de acordo com os fatores de frequência propostos por Ven Te Chow desenvolvidos para o Brasil pelo extinto Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo (DAEE, 1986).

Tabela 7 – Precipitações máximas (em mm), para a estação Pluviométrica Guaçuí, associadas a diferentes períodos de retorno e durações.

Duração (min)		Período de Retorno (anos)							
		2	5	10	15	20	25	50	100
1440	24h	93,12	115,07	129,60	137,80	143,55	147,97	161,59	175,12
720	12h	79,15	97,81	110,16	117,13	122,01	125,77	137,35	148,85
600	10h	76,35	94,36	106,27	113,00	117,71	121,33	132,51	143,60
480	8h	72,63	89,75	101,09	107,49	111,97	115,42	126,04	136,59
360	6h	67,04	82,85	93,31	99,22	103,35	106,54	116,35	126,08
60	1h	39,11	48,33	54,43	57,88	60,29	62,15	67,87	73,55
30	30 min	28,94	35,76	40,28	42,83	44,61	45,99	50,22	54,43
25	25 min	26,34	32,54	36,66	38,97	40,60	41,85	45,70	49,53
20	20 min	23,44	28,97	32,63	34,69	36,14	37,25	40,68	44,09
15	15 min	20,26	25,03	28,20	29,98	31,23	32,19	35,16	38,10
10	10 min	15,63	19,31	21,75	23,13	24,09	24,83	27,12	29,39
5	5min	9,84	12,16	13,70	14,56	15,17	15,64	17,08	18,50



Tabela 8 – Intensidades máximas (em mm/min), para a estação Pluviométrica Guaçuí, associadas a diferentes períodos de retorno e durações.

Duração (min)		Período de Retorno (anos)							
		2	5	10	15	20	25	50	100
1440	24h	0,06	0,08	0,09	0,10	0,10	0,10	0,11	0,12
720	12h	0,11	0,14	0,15	0,16	0,17	0,17	0,19	0,21
600	10h	0,13	0,16	0,18	0,19	0,20	0,20	0,22	0,24
480	8h	0,15	0,19	0,21	0,22	0,23	0,24	0,26	0,28
360	6h	0,19	0,23	0,26	0,28	0,29	0,30	0,32	0,35
60	1h	0,65	0,81	0,91	0,96	1,00	1,04	1,13	1,23
30	30 min	0,96	1,19	1,34	1,43	1,49	1,53	1,67	1,81
25	25 min	1,05	1,30	1,47	1,56	1,62	1,67	1,83	1,98
20	20 min	1,17	1,45	1,63	1,73	1,81	1,86	2,03	2,20
15	15 min	1,35	1,67	1,88	2,00	2,08	2,15	2,34	2,54
10	10 min	1,56	1,93	2,18	2,31	2,41	2,48	2,71	2,94
5	5min	1,97	2,43	2,74	2,91	3,03	3,13	3,42	3,70

A Figura 13 apresenta as curvas de altura e duração para diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica Guaçuí, enquanto a Figura 14 mostra as curvas de intensidade e duração para a mesma estação pluviométrica.

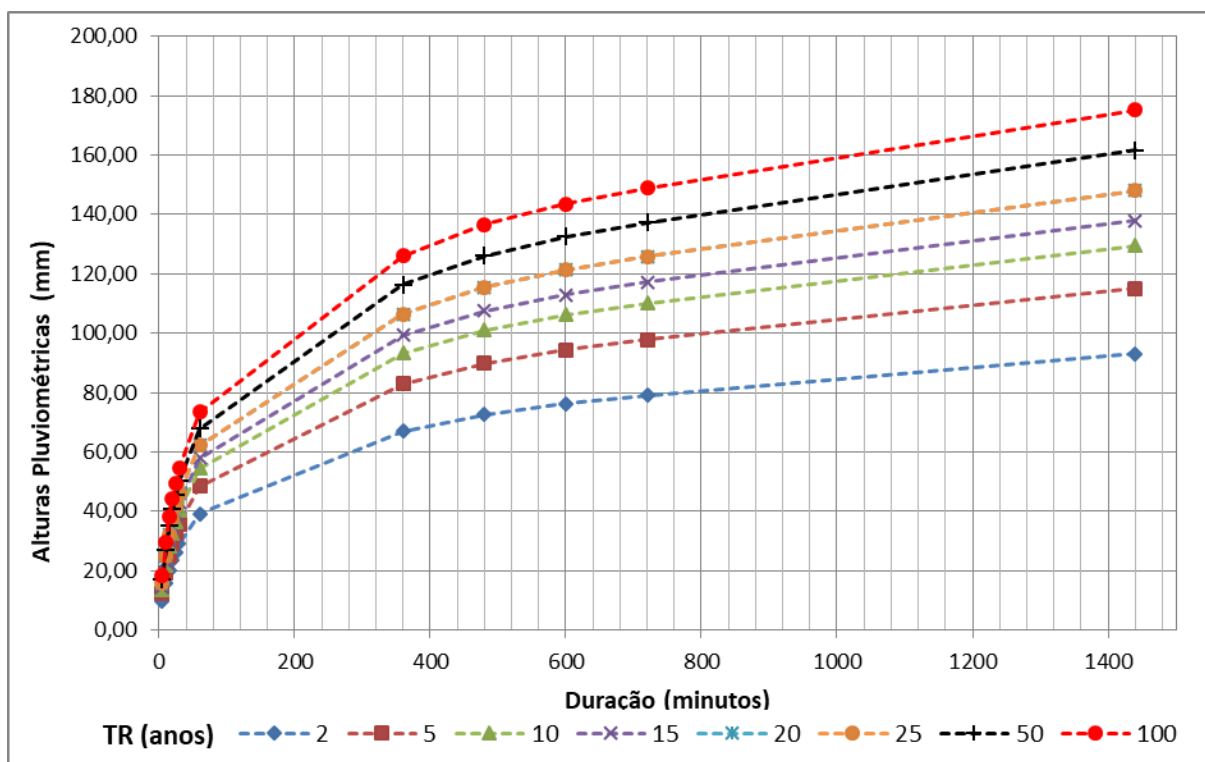


Figura 13 - Curvas de altura x duração de chuva para diferentes períodos de retorno para a estação Pluviométrica Guaçuí.

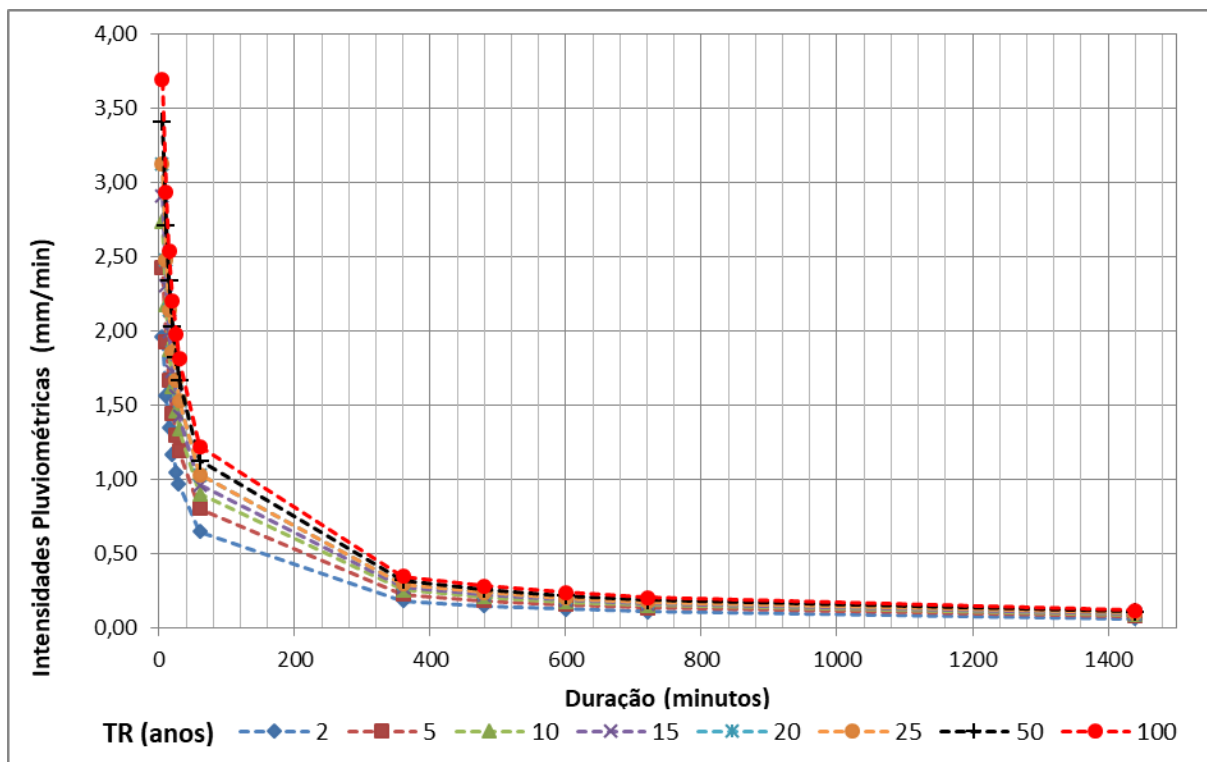


Figura 14 – Curvas de intensidade x duração de chuva para diferentes períodos de retorno para a estação Pluviométrica Guaçu

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 Vitória.

$$i = \frac{17,667 \times T^{0,175}}{(t + 10,942)^{0,747}}, \text{ em mm/min}$$

Sendo:

i: intensidade da chuva em mm/min

T: Tempo de retorno, em anos;

t: Tempo de duração, em minutos.

4.2.5 PEDOLOGIA

Na área de intervenção foi identificado presença de Latossolo Amarelo. A seguir são apresentadas as características desse solo:



- **Latossolo Amarelo:** os Latossolos são solos de intemperização intensa e comumente caracterizados como solos antigos, com presença de horizonte diagnóstico latossólico e de características gerais como argilas com predominância de óxidos de ferro, alumínio, silício e titânio, argilas de baixa atividade (baixa CTC), fortemente ácidos e baixa saturação de bases. Possuem boas condições físicas para o uso agrícola, associadas a uma boa permeabilidade por serem solos bem estruturados e muito porosos. Porém, devido aos mesmos aspectos físicos, possuem baixa retenção de umidade, principalmente os de textura mais grosseira em climas mais secos.

Os Latossolo Amarelos apresentam cor amarela uniforme em profundidade, assim como o teor de argila. Nota-se sua ocorrência no relevo plano ou suavemente ondulado, sendo favorável à mecanização agrícola e não favorecendo a erosão, mas os problemas de compactação limitam a utilização deste solo (Embrapa, 2021).

4.2.6 USO DO SOLO

A região estudada apresenta uso do solo voltado a ocupação residencial e urbana em expansão.

4.2.7 MÉTODOS E PARÂMETROS PARA A DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES DO PROJETO

4.2.7.1 TEMPO DE RECORRÊNCIA

O Tempo de Recorrência (TR) ou período de retorno é o tempo em anos para que determinado fenômeno hidrológico ocorra pelo menos uma vez. Na engenharia, o tempo de retorno irá determinar a segurança e durabilidade da obra. Em drenagem, esse tempo de retorno irá direcionar o dimensionamento, de modo que a estrutura projetada resista ao evento sem risco de superação.

O TR adotado para os estudos das descargas de pico da bacia foi definido em função do tipo de obra previsto para o escoamento de tais descargas. Em linhas gerais, foram adotados os valores descritos na Tabela 9 – Período de Recorrência., conforme IS-203 DNIT (DNIT, 2006).

Tabela 9 – Período de Recorrência.

Espécie	Período de Recorrência (anos)
Drenagem Sub-superficial	1



Espécie	Período de Recorrência (anos)
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.

4.2.7.2 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

O tempo de concentração (TC) de uma bacia hidrográfica é o tempo de percurso que o escoamento leva para atingir a saída, desde o ponto mais remoto até ao ponto de interesse. Esse é o intervalo de tempo em que todos os pontos da bacia irão contribuir com vazão para o seu exutório (DNIT, 2005).

Ao longo dos anos foram desenvolvidos uma variedade de expressões para a determinação do tempo de concentração. Isso porque, há inúmeros fatores envolvidos em sua análise que irão influenciar na determinação da descarga de projeto. Em linhas gerais, a descarga máxima da bacia é proporcional ao inverso do seu tempo de concentração (DNIT, 2005; SILVEIRA, 2005).

As formulações 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 e algumas possuem algum parâmetro que leva em conta a ocupação da bacia (DNIT, 2005; KIBLER, 1982).

Para o presente trabalho foram consideradas as formulações que na avaliação do Manual de Hidrologia do DNIT (2005), possuem faixa de aplicação tanto para pequenas quanto para grandes bacias, além daquelas que consideram características de cobertura vegetal, as quais encontram-se descritas a seguir.

Conforme preconizado pelo Manual de Hidrologia Básica do DNIT (2005), a fórmula do DNOS 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 3

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 todas as bacias analisadas o o valor de k adotado é equivalente a 5.

A fórmula de George Ribeiro é aplicável para qualquer tamanho de bacia (DNIT, 2005) e é apresentada a seguir:

$$T_c = \frac{16L}{(1,05 - 0,2p) \cdot (100 \cdot i)^{0,04}}$$

Equação 4

Sendo:

TC = tempo de concentração, em minutos,

L = comprimento do talvegue, em km,

i = declividade em m/m, e

p = parâmetro dado pela proporção da bacia coberta por vegetação, que varia de 0 a 1.

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 (DNIT, 2005):



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

Equação 5

Sendo:

TC = tempo de concentração, em minutos,

L = comprimento do talvegue, em km, e

H = desnível máximo do talvegue, em m.

Para todas as bacias em estudo foram adotados $p = 0,1$.

A fórmula de Passini é aplicável a bacias de qualquer tamanho. A seguir é apresentada a fórmula de Pasini (DNIT, 2005):

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

Equação 6

Onde:

tc = tempo de concentração, em minutos;

A = Área da bacia em km²;

L = desenvolvimento do talvegue principal, em km;

I = declividade em m/m;

A fórmula de Ventura também é aplicável a qualquer tamanho de bacia (DNIT, 2005):

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

Equação 7

Sendo:

TC = tempo de concentração, em minutos,

A = área da bacia, em km²,

I = declividade, em m/m.



Para o cálculo do tempo de concentração (TC) de cada sub-bacia, foram utilizados os métodos considerados mais adequados para as mesmas, levando-se em consideração sua área e outras características físicas e de uso do solo.

Tendo em vista que é possível encontrar diferentes valores do TC a depender da formulação empregada, motivo pelo qual, este introduz incertezas no dimensionamento da vazão de pico, o tempo de concentração foi obtido a partir da média de três métodos apropriados para as sub-bacias em estudo, tendo sido escolhidos para cada sub-bacia, aqueles que apresentaram o menor desvio padrão entre si.

Para as sub-bacias cujo TC médio resultou em valores menores que 10 minutos, adotou-se TC mínimo de 10 minutos, conforme recomendado pelo Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT (IPR-724/2006).

4.2.7.3 COEFICIENTE DE DEFLÚVIO (c)

O coeficiente de escoamento, no método racional, é um parâmetro que assimila a quantidade de chuva de uma determinada bacia que irá escoar na superfície do solo, o qual é função do tipo de solo, uso e ocupação e declividade da bacia em análise. A determinação precisa deste parâmetro é fundamental para a aplicação do método racional (ASARE-KYEI; FORKUOR; VENUS, 2015).

O Manual de Hidrologia Básica (2005) desenvolvidas pelo DNIT disponibiliza alguns valores para o coeficiente de runoff, os quais se encontram apresentados na Tabela 10. No entanto, estas tabelas são limitadas quanto ao uso e ocupação do solo de áreas rurais. Por este motivo, complementarmente utilizou-se os valores do coeficiente de escoamento definidos na Tabela 10 (KNOX COUNTY TENNESSEE, 2014), a qual fornece valores de coeficiente de deflúvio para algumas categorias de tipo e de uso do solo.

Para obter o coeficiente de deflúvio da área estudada, calculou-se, a média ponderada dos coeficientes das diferentes superfícies que a compõem, empregando o software ArcMap 10.8.1, sendo os pesos proporcionais às áreas dessas superfícies.

Tabela 10 – Valores para o coeficiente de escoamento (c). Fonte: Manual de hidrologia do DNIT

TIPOS DE SUPERFÍCIE	COEFICIENTE DE DEFLÚVIO “c”
Comércio	
Áreas Centrais	0,70 a 0,95
Áreas da periferia do centro	0,50 a 0,70



TIPOS DE SUPERFÍCIE	COEFICIENTE DE DEFLÚVIO “c”
Residencial	
Área de uma única família	0,30 a 0,50
Multi-unidades, isoladas	0,40 a 0,60
Multi-unidades, ligadas	0,60 a 0,75
Residencial (suburbana)	0,25 a 0,40
Área de apartamentos	0,50 a 0,70
Industrial	
Áreas leves	0,50 a 0,80
Áreas densas	0,60 a 0,90
Parques cemitérios	0,10 a 0,25
Playgrounds	0,20 a 0,35
Pátio e espaço de serviços de estrada de ferro	0,20 a 0,40
Terrenos baldios	0,10 a 0,30
Ruas	
Asfalto	0,70 a 0,95
Concreto	0,80 a 0,95
Tijolos	0,70 a 0,85
Trajeto de acesso a calçadas	0,75 a 0,85
Telhados	0,75 a 0,95
Gramados; solos arenosos	
Plano, 2%	0,05 a 0,10
Médio, 2 a 7%	0,10 a 0,15
Íngreme, > 7%	0,15 a 0,20
Gramados; solo compacto	
Plano, 2%	0,13 a 0,17
Médio, 2 a 7%	0,18 a 0,22
Íngreme, > 7%	0,15 a 0,35

Fonte: Manual de Hidrologia Básica do DNIT (2005).



Tabela 10 – Valores para o coeficiente de escoamento (c). Fonte: KNOX COUNTY TENNESSEE (2014)

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											

4.2.8 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 a seguir indica os métodos que foram empregados para a obtenção das vazões de projeto:

Tabela 11 – Métodos para cálculo de vazão

Áreas de Drenagem	Método
Bacias com $A \leq 1 \text{ Km}^2$	Racional



Áreas de Drenagem	Método
Bacias com $1 \text{ Km}^2 < A \leq 4 \text{ Km}^2$	Racional modificado
Bacias com $A > 4 \text{ Km}^2$	H. U. T

4.2.8.1 MÉTODO RACIONAL E MÉTODO RACIONAL MODIFICADO

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 3:

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

de médio porte com áreas superiores a 1 km^2 , são introduzidos coeficientes redutores das chuvas de ponta designados Coeficientes ou Fatores de Distribuição. O mais comum desses fatores é dado pela Equação 4:

$$n = A^{-0,10} \quad \text{Equação 4}$$

Em que:

A = área da bacia hidrográfica, em km^2 .

Assim o método racional modificado é dado por (Equação 5):

$$Q = \frac{C.I.A.n}{3,60} \quad \text{Equação 5}$$

Onde:

Q = vazão máxima, em m^3/s ;

c = coeficiente de deflúvio;

i = intensidade da chuva, em mm/h ;

A = área da bacia hidrográfica, em km^2 .

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



4.2.9 CONCLUSÃO

Os estudos hidrológicos tiveram o objetivo de apresentar os métodos e procedimentos norteadores do dimensionamento dos dispositivos de drenagem, que envolvem, obras-arte-corrente (bueiros e galerias, obras de drenagem superficial), obras-de-arte-especial (pontes, pontilhões), canais, valetas, canaletas, entre outros. O dimensionamento das estruturas de drenagem será apresentado no capítulo de Projeto de Drenagem.



4.3 ESTUDOS GEOLÓGICOS

4.3.1 INTRODUÇÃO

O presente estudo foi desenvolvido tendo como base as diretrizes da Instrução de Serviço **IS-202 – Estudos Geológicos** do DNIT, de maneira a propiciar o conhecimento adequado das unidades geológicas e os aspectos das litologias constituintes da área em estudo.

4.3.2 ASPECTOS GEOLÓGICOS

O Estado do Espírito Santo situa-se na Província Estrutural Mantiqueira, a sudeste do Cráton São Francisco (Almeida 1976, 1977). A província Mantiqueira representa um sistema orogênico Neoproterozóico com direção preferencial NE-SW. Em decorrência do fato de a partir da divisa do Rio de Janeiro com o Espírito Santo ocorrer uma mudança de direção de NE-SW para N-S alguns autores tem incluído este trecho na faixa Araçuaí (Alkmim & Mashark 1998) sendo esta uma das feições estruturais mais importantes da Faixa Ribeira.

As rochas magmáticas do Orógeno Araçuaí foram agrupadas segundo a seguinte sistemática: 1) hierarquização tectônica (γ_1 = pré- a sincolisional, γ_2 = sin- a tardicolisional, γ_3 = tardi- a póscolisional, γ_4 = pós- tectônico); 2) Classificação química (I = tipo I cordilheirano; S = tipo S; C = chnockito) (geologia da Folha Se-24-V-A-III – Rio Doce). O magmatismo pré a sinorogênico inclui os granitóides γ_1S e γ_1I . γ_1S é representada pelo Granito Brasilândia e γ_1I é composto por tonalitos foliados e granodioritos, esses granitóides normalmente apresentam fenocristais foliados deformados, geralmente ortoclásio, e uma matriz biotítica foliada, podendo apresentar enclaves estirados segundo a foliação gnáissica. Predominam texturas miloníticas. Datação U-Pb indica idade de cristalização em 595 Ma (Silva Leite, 2003).

Na porção norte do Cinturão Móvel Ribeira, no Estado do Espírito Santo, são reconhecidos três complexos metamórficos paralelos à costa, correspondendo a três domínios crustais: Complexo Juiz de Fora, Complexo Alegre (Complexo Paraíba do Sul) e Complexo Costeiro (Wiedemann et al. 1986, Campos Neto e Figueiredo 1990). O Complexo Alegre, de idade brasileira, é separado de ambas as unidades por zonas de cisalhamento dúctil, compondo-se de rochas supracrustais dobradas (biotita-gnaisses, kinzigitos, gnaisses bandados, migmatitos, quartzitos, quartzos xistos, gnaisses calciossilicáticos e mármore) e ortognaisses de composições diversas. As estruturas exibem um trend geral NE-SW a NNW-SSE e o estilo de deformação e metamorfismo aponta para um cavalgamento de leste para oeste, em direção ao cráton do São Francisco. Um plutonismo granitóide/charnockitóide do final do



Proterozóico/início do Cambriano intrude essas unidades crustais e marca os estágios finais de um ciclo tectônico (Wiedemann ET al. 2002). O Maciço intrusivo de Várzea Alegre é parte de tal evento magmático, encontrando-se encaixado em gnaisses para e orto-derivados do Complexo Alegre.

O município de Guaçuí se encontra sob os domínios das feições geológicas NP2rdp, NP3rp, NP3y1les, NP3y1lma, NP3y2spck, NPbjign, PP2ipagn, PP2jfgl, Q2a e E1y4sb.

NPps (Complexo Paraíba do Sul)

O Terreno Paraíba do Sul aflora como uma klippe sinformal complexamente dobrada sobre o Terreno Ocidental. É constituído por ortognaisses paleoproterozóicos do Complexo Quirino e por um conjunto metassedimentar rico em intercalações de mármore dolomíticos e de idade ainda incerta, denominado de Complexo Paraíba do Sul (Tupinambá, M. et. al., 2007). A comparação entre este segmento da Faixa Ribeira e o segmento meridional da Faixa Araçuaí, ainda em andamento, sugere a continuidade lateral do Domínio Juiz de Fora para o denominado Domínio Externo e o prolongamento dos Domínios Cambuci e Costeiro do Terreno Oriental para o Domínio Interno da Faixa Araçuaí. Neste sentido, os metassedimentos do Grupo Rio Doce e os ortognaisses equivalentes ao Tonalito Galiléia poderiam ser correlacionados às unidades litoestratigráficas do Domínio Cambuci, enquanto os metassedimentos de alto grau atribuídos ao Complexo Paraíba do Sul e ortognaisses da porção leste do Estado do Espírito Santo poderiam ser correlatos às unidades do Domínio Costeiro, incluindo o arco Rio Negro.

A geomorfologia é a ciência que estuda a gênese e a evolução das formas de relevo sobre a superfície da Terra resultantes dos processos atuais e pretéritos ocorridos sobre a litologia. As formas de relevo se alternam entre as regiões como resultado da ação conjunta dos componentes da natureza, que, por sua vez, também são influenciados em diferentes proporções pelas formas de relevo. O objetivo principal da caracterização geomorfológica de uma região é representar as formas atuais da superfície e também incluir informações a respeito da morfometria, morfogênese e morfocronologia dos terrenos.

Os procedimentos adotados para a identificação dos domínios geomorfológicos nas áreas referente ao município de Guaçuí foram construídos a partir de adaptações da metodologia empregada pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas), que em 1981 desenvolveu o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (tabela 7). Esta metodologia obteve resultados bem satisfatórios para o entendimento do relevo, fazendo com que Florenzano (2008), Pires Neto (1992), Florenzano & Csordas (1993), desenvolvessem mapeamentos geomorfológicos em



diferentes regiões do estado aplicando adaptações desta mesma metodologia. Os principais critérios adotados nestes trabalhos são o de declividade dominante das vertentes e amplitude do relevo.

Grupo Rio Doce (NP2rdp): Formação Palmital do Sul – biotita xisto com intercalações de rocha metavulcânica de composição dacítica e gnaisses com intercalações de quartzito micáceo, calcissilicáticas e talco xisto.

Grupo Raposo (NP3rp): gnaisse kinzigítico com quartzito subordinado e grafita-biotitacordierita-granada-sillimanita gnaisse com bancos de calcissilicática, quartzito e anfibolito.

Ortognaisse Estrela (NP3y1les): A rocha apresenta uma composição graníticogranodiorítica a tonalítica, com fácies metamórfica anfibolito alto. Trata-se de um gnaisse granitoide leuco a mesocrático, de cor branco-acinzentada, granulação média a grosseira e porfiroblástico. A foliação marcada pelos agregados de biotita e anfibólio. Possui uma matriz composta por quartzo, feldspato e biotita que envolve porfiroblastos de feldspato esbranquiçados, às vezes mal formados, geralmente tabulares, contendo inclusões de biotita e quartzo, podendo atingir até 5cm de dimensões. Estes porfiroblastos estão geralmente dispostos segundo a foliação da rocha, estando às vezes transversal a mesma.

Gnaisse Tonalítico Manhauçu (NP3y1lma): A rocha possui cor esverdeada e aspecto maciço, cortada por filões de material leucocráticos. É um ortognaisse de composição granodiorítica, trondhjemítica a tonalítica, possuindo porções de anfibólio-biotita gnaisse, geralmente com orientação predominante N-S, mas geralmente isotrópico. Macroscopicamente observa-se plagioclásio, anfibólio, pouco quartzo e biotita e ao microscópio plagioclásio, hornblenda, biotita, quartzo e opacos.

Suíte são João do Paraíso (NP3y2spck): Charnockito a leucogranito com enclaves de granada gnaisses, rochas máficas e calcissilicáticas. Corresponde a corpos plutônicos de estrutura claramente diatexitica, dada pelo predomínio de porções leucossomáticas sobre aquelas meso e melanossomáticas, pela presença abundante de estruturas prévias (foliações, bandamentos) descontínuas e rompidas e de enclaves de rochas de composições variadas e refratárias, como, por exemplo, anfibolitos, rochas calcissilicáticas, rochas metaultramáficas, biotita gnaisses e granadabiotita gnaisses.

Unidade Bom Jesus do Itabapoana (NPbjign): A rocha dominante é o (ortopiroxênio)-granada-biotita gnaisse. Possui cor cinzenta a esverdeado e tem como característica marcante uma grande heterogeneidade estrutural e composicional, por ser uma rocha que, em geral,



apresenta-se francamente migmatítica e ocorre associada a bandas e lentes de composições diversas: biotita gnaiss, sillimanita-granada-biotita gnaiss, anfibolito, rocha calcissilicática, gndito e olivina-diopsídio mármore.

O (ortopiroxênio)-granada-biotita gnaiss é uma rocha que se apresenta comumente em alto grau de migmatização. Leucossomas ocorrem em bandas quartzo-feldspáticas de composição tonalítica a granodiorítica, associadas a melonossomas ricos em biotita e magnetita.

Ipanema (PP2ipgn): Os biotita gnaisses e biotitagranada gnaisses predominam nesta unidade. Estes gnaisses possuem um bandamento marcante, cor cinza-esbranquiçada, granulação média e marcante foliação gnáissica. Microscopicamente possuem textura lepidoblástica e subordinadamente granoblástica. A mineralogia essencial é composta por plagioclásio de composição andesina ($An=30$), quartzo, biotita e feldspato potássico. Os acessórios são zircão e apatita. Já os biotita-granada gnaisses apresentam também a textura lepidoblástica e subordinadamente granoblástica e a mineralogia essencial é composta por plagioclásio de composição andesina ($An=30-35$), quartzo, feldspato potássico e granada. Como acessórios o zircão, apatita e opacos. Localmente ocorrem intercalações de rochas calcissilicáticas.

Complexo Juiz de Fora (PP2jfgl): engloba paragneisses com paragêneses diagnósticas para a fácies granulito que ocorrem na porção centrooeste da cidade de Juiz de Fora e cercanias. Caracterizada pela associação de duas unidades litológicas, intimamente relacionadas: 1) Unidade Comendador Venâncio, na qual predomina a sequência charnockítica, e 2) Unidade Raposo que inclui produtos retrometamórficos dos granulito da Unidade Comendador Venâncio.

Depósitos fluviais argilo-arenosos recentes (Q2a): São litologicamente diferenciados em depósitos aluvionares ou areias brancas. O primeiro tipo constitui depósitos de areias quartzosas grossas, de grãos angulosos mal selecionados, conglomeráticas, micáceas, com intercalações argilo-sílticas e argilosas. Relacionados em sua maioria ao Rio Doce e suas planícies de inundação. Nas demais áreas em que ocorrem, as aluviões mostram uma composição com mais cascalho, areia e argila.

As areias brancas são quartzosas, de granulação média a grossa, mal selecionadas. Esses depósitos se estendem por algumas centenas de metros segundo uma direção leste-oeste acima do Grupo Barreiras parecendo representar antigos canais fluviais. São regularmente explorados para fins de construção civil.

Suíte Serra do Bonfim (E1y4sb): Nesta suíte são englobados os anfibólio granitoides miloníticos a ultramiloníticos com texturas granoblásticas, blastomiloníticas e augen, que inicialmente foram designados de Granito Miracema.

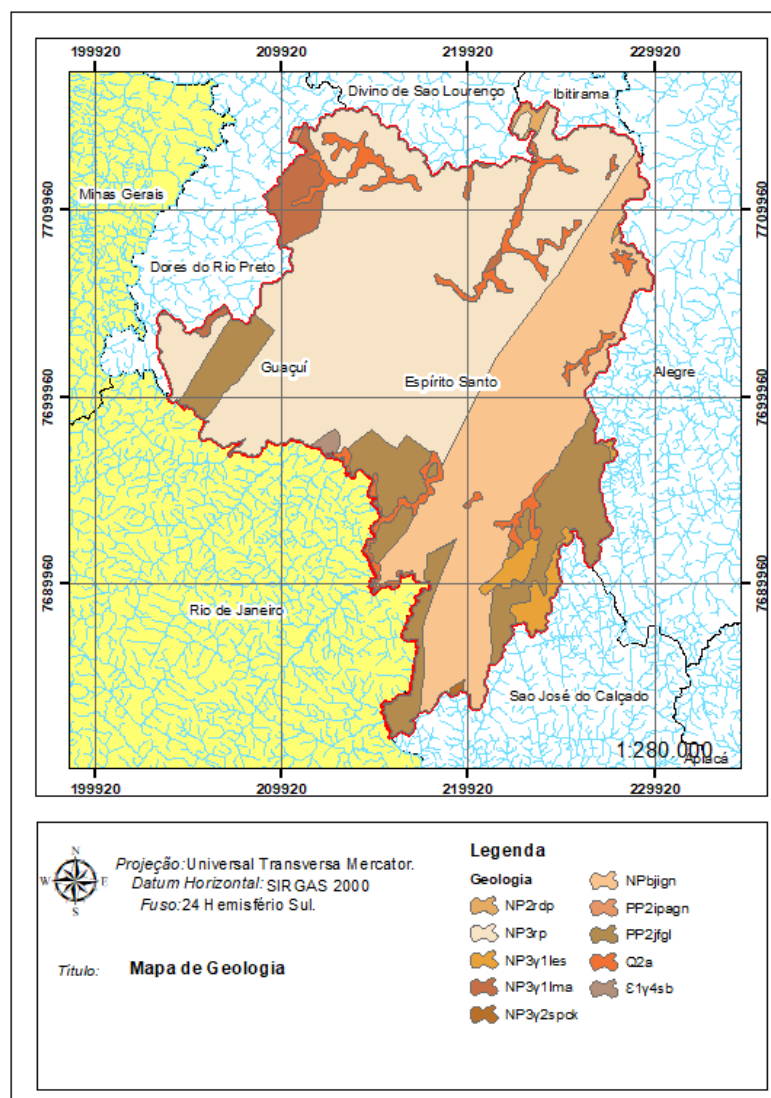


Figura 15 – Mapa Geológico de Guaçuí.

Fonte: Recorte de CPRM (2015)

4.3.3 ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS

Em relação aos aspectos hidrogeológicos o sistema aquífero da região possui uma produtividade geralmente muito baixa, porém localmente baixa, sendo que fornecimentos contínuos dificilmente são garantidos. Segundo a Carta Hidrogeológica da CPRM (2016), a vazão do sistema varia de 0,04 a 0,4 m³/h/m.

4.4 ESTUDOS GEOTÉCNICOS

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 do bairro Centro, no município de Guaçu/ES. Dessa forma, visando caracterizar o material componente do sub-leito, foram realizados furos de sondagem a trado.

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.

4.4.1 ESTUDO DO SUBLEITO – SONDAÇÃO A TRADO

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).

Com os dados recebidos, esta Consultora elaborou a Análise Estatística, bem como cálculo e definição do ISC de projeto utilizado no dimensionamento do pavimento.

4.4.1.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA

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**

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

Onde:

N = Número de amostras;

X = valor individual;

X_m = média aritmética;

σ = desvio padrão;

X_{\min} = valor mínimo provável, estatisticamente;

X_{\max} = valor máximo provável, estatisticamente.

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

Tabela 12 - Análise Estatística

Parâmetro estatístico	Limites		Granulometria									Ensaio de Compactação 26 golpes				IG
	LL	IP	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	# 4	# 10	# 40	# 200	Hót.	Dmax.	Exp.	ISC	
N	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	8
\bar{X}	44,43	17,34	100,00	100,00	100,00	100,00	99,91	99,34	97,07	82,79	57,25	16,43	1,723	0,71	11,96	
σ	10,33	5,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,21	0,50	3,36	11,54	0,92	0,066	0,37	4,69	
X_{\min}	30,74	10,51	100,00	100,00	100,00	100,00	99,76	99,07	96,41	78,34	41,96	15,20	1,636	0,22	5,74	
X_{\max}	58,12	24,17	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,61	97,72	87,23	72,55	17,65	1,810	1,20	18,18	

Portanto, para efeito de cálculo, foi adotado para ISC de projeto o valor de:

ISC de projeto = 5,00%.

4.4.2 INVENTÁRIO FOTOGRÁFICO

Apresenta-se a seguir o inventário fotográficos dos furos realizados no bairro Centro, Guaçuí/ES.



Figura 16 - ST-04



Figura 18 - ST-06



Figura 17 - ST-05



Figura 19 - ST-07

4.4.3 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.

4.4.3.1 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, listada a seguir:

- P-01 – Pedreira Brasília;

Conforme o *croqui* de localização apresentado no **Volume 2 – Projeto de Execução**, a pedreira P-01 localiza-se a 82,40 km do canteiro de obras.

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



4.4.3.2 AREAL

No decorrer das investigações de campo foi identificado areal passível de indicação como fornecedor de areia para as obras do empreendimento, a saber:

- A-01 – Areal;

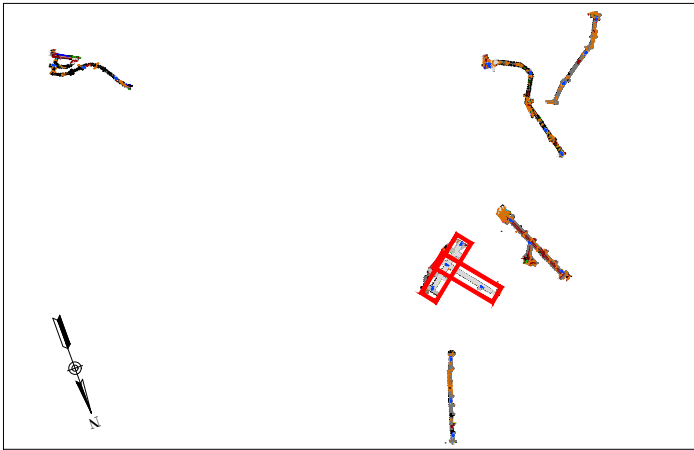
Conforme o *croqui* de localização apresentado no **Volume 2 – Projeto de Execução**, o areal A-01 localiza-se a 25,20 km do canteiro de obras.

4.4.4 APRESENTAÇÃO


Apresentam-se a seguir o plano de sondagem, boletins de sondagem e resumo de ensaio, e no **Volume 02 – Projeto de Execução**, os Croquis de Ocorrências em formato A1 e/ou A3 (ABNT).




ARTICULAÇÃO DE PRANCHA



	Edificações		Soleira
	Pontos Cotados		Pavimento Intertravado
	Muro existente		Meio-Fio
	Bordo de Estrada		Rocha
	Talude Existente		Pavimento em paralelepípedos
	Curvas de nível		Portão
	Poste de Baixa Tensão		Caixa Ralo
	Poste Padrão		Texto de Drenagem
	Pavimento sextavado		Árvore existente
	Eixo de Vias		Ponte de Concreto



PREFEITURA MUNICIPAL DE GUAÇUÍ



CONSULTORIA: AVANTEC SOLUÇÕES EM ENGENHARIA

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA

TÍTULO: PLANO DE SONDAGEM

LOCAL: GUAÇUÍ-ES

COORDENADOR: Engº Civil: THIAGO GOMES BONOMO

AUTOR DO PROJETO: Engº Civil: THIAGO GOMES BONOMO

CREA: ES-018427/D

ESCALA: 1:1000

FORMATO: A3

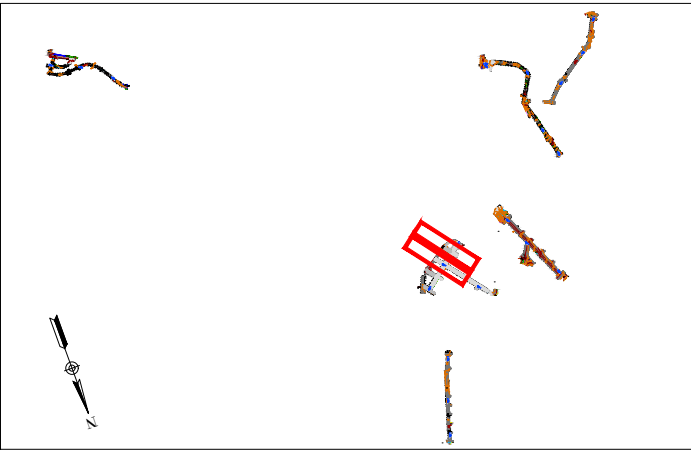
PRANCHA: SON-01

REVISÃO: R. 0


DATA: 2024




ARTICULAÇÃO DE PRANCHA



	Edificações		Soleira
	Pontos Cotados		Pavimento Intertravado
	Muro existente		Meio-Fio
	Bordo de Estrada		Rocha
	Talude Existente		Pavimento em paralelepípedos
	Curvas de nível		Portão
	Poste de Baixa Tensão		Caixa Ralo
	Poste Padrão		Texto de Drenagem
	Pavimento sextavado		Árvore existente
	Eixo de Vias		Ponte de Concreto



PREFEITURA MUNICIPAL DE GUAÇUÍ





CONSULTORIA: **AVANTEC SOLUÇÕES EM ENGENHARIA**

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA

TÍTULO: PLANO DE SONDAGEM

LOCAL: GUAÇUÍ-ES

COORDENADOR: Engº Civil:  THIAGO GOMES BONOMO

AUTOR DO PROJETO: Engº Civil:  THIAGO GOMES BONOMO

CREA: ES-018427/D

ESCALA: 1:1000

FORMATO: A3

PRANCHA: **SON-02**

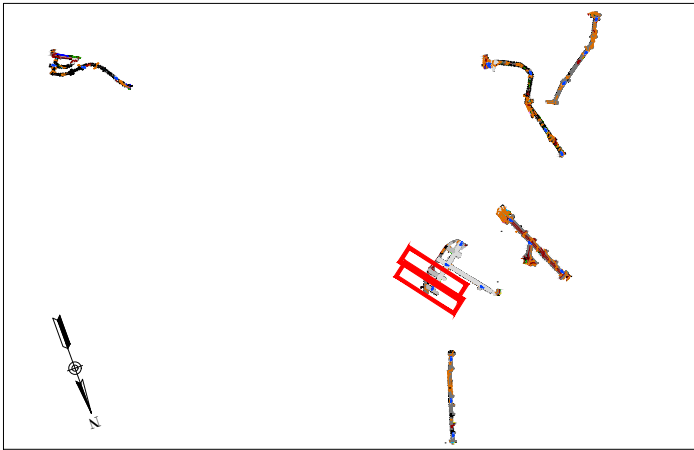
CREA: ES-018427/D

REVISÃO: R. 0


DATA: 2024




ARTICULAÇÃO DE PRANCHA



	Edificações		Soleira
	Pontos Cotados		Pavimento Intertravado
	Muro existente		Meio-Fio
	Bordo de Estrada		Rocha
	Talude Existente		Pavimento em paralelepípedos
	Curvas de nível		Portão
	Poste de Baixa Tensão		Caixa Ralo
	Poste Padrão		Texto de Drenagem
	Pavimento sextavado		Árvore existente
	Eixo de Vias		Ponte de Concreto



PREFEITURA MUNICIPAL DE GUAÇUÍ



CONSULTORIA: AVANTEC SOLUÇÕES EM ENGENHARIA

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA

TÍTULO: PLANO DE SONDAGEM

LOCAL: GUAÇUÍ-ES

COORDENADOR: Engº Civil: THIAGO GOMES BONOMO

AUTOR DO PROJETO: Engº Civil: THIAGO GOMES BONOMO

CREA: ES-018427/D

ESCALA: 1:1000

FORMATO: A3

PRANCHA: SON-03

REVISÃO: R. 0

DATA: 2024



Trecho: Ruas do Centro

Estudo: Subleito

Município: Guaçuí/ES

FURO	COORDENADAS UTM		POSIÇÃO	PROFUNDIDADE (m)			DESCRIÇÃO
	NORTE	ESTE					
ST-04	7.701.130,00	221.775,00	EX	0,00	a	0,08	Piso de Intertravado Tipo Sextavado
				0,08	a	0,13	Areia
				0,13	a	1,50	Argila Siltosa Vermelha
ST-05	7.701.048,00	221.663,00	LD	0,00	a	0,08	Piso de Intertravado Tipo Sextavado
				0,08	a	0,13	Areia
				0,13	a	1,50	Argila Siltosa Amarela
ST-06	7.700.956,00	221.555,00	LE	0,00	a	0,08	Piso de Intertravado Tipo Sextavado
				0,08	a	0,13	Areia
				0,13	a	1,50	Argila Arenosa Marrom
ST-07	7.701.219,00	221.526,00	EX	0,00	a	0,08	Piso de Intertravado Tipo Sextavado
				0,08	a	0,13	Areia
				0,13	a	1,50	Argila Siltosa Amarela



ESTUDOS GEOTÉCNICOS

RESUMO DOS ENSAIOS

			PROJETO DE ENGENHARIA VIÁRIA			
FURO			ST-04	ST-05	ST-06	ST-07
POSIÇÃO			EX	LD	LE	EX
PROFUNDIDADE (m)			0,13 a 1,5	0,13 a 1,5	0,13 a 1,5	0,13 a 1,5
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"	100,00	100,00	99,70	99,90
		Nº4	99,50	99,10	99,20	99,50
		Nº10	97,40	97,40	97,00	96,40
		Nº40	79,30	86,50	80,70	84,70
		Nº200	64,10	69,70	45,10	50,20
LIMITE LIQUIDEZ (%)			59,30	40,60	42,30	35,50
INDICE DE PLASTICIDADE (%)			24,80	12,90	15,20	16,50
EQUIVALENTE DE AREIA			-	-	-	-
IG			15	8	4	5
CLASSIFICAÇÃO TRB			A - 7 - 5	A - 7 - 5	A - 7 - 6	A - 6
COMPACTAÇÃO	LAB.	UMID. (%)	16,20	16,70	15,30	17,50
		DENS.(g/cm³)	1,702	1,640	1,787	1,763
	CAMPO	UMID. (%)	-	-	-	-
		DENS. (g/cm³)	-	-	-	-
	% COMPACTAÇÃO		-	-	-	-
ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO E ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA	C.P.C. / 12 GOLPES	UMID. (%)	16,20	16,70	15,30	17,50
		DENS. (g/cm³)	1,702	1,640	1,787	1,763
		EXP.	0,97	0,83	0,16	0,88
		I.S.C.	10,40	8,60	18,90	9,90
	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		0,97	0,83	0,16	0,88
	I.S.C. FINAL		10,40	8,60	18,90	9,90
CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA			Argila Siltosa Vermelha	Argila Siltosa Amarela	Argila Arenosa Marrom	Argila Siltosa Amarela



5 PROJETOS

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

- Projeto Geométrico;
- Projeto de Terraplenagem;
- Projeto de Drenagem;
- Projeto de Pavimentação;
- Projeto de Sinalização;

5.1 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.

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.

5.1.1 CRITÉRIOS DE PROJETO

O traçado foi desenvolvido considerando o Plano Funcional contendo as vias projetadas da cidade em questão.

5.1.1.1 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.

5.1.1.2 CARACTERÍSTICAS ALTIMÉTRICAS

As características altimétricas constam do desenho do perfil do terreno, onde são representados os seguintes elementos:

- Linha de greide de terraplenagem projetada;
- Anotação de rampas e contra-rampas;
- Elementos de concordância vertical;
- Obras-de-arte especiais e bueiros pré-dimensionados.

5.1.1.3 CARACTERÍSTICAS DA SEÇÃO TRANSVERSAL



As seções transversais tipo adotadas no Projeto seguem as recomendações das características da via, a saber:

- Largura da Pista de Rolamento: vide nota de serviço;
- Largura das calçadas: vide nota de serviço;

Para o abaulamento transversal da plataforma, foi adotada uma declividade de 2,00%.

5.1.2 APRESENTAÇÃO

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



5.2 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.

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

5.2.1 METODOLOGIA

O Projeto de Terraplenagem foi norteado pelo Projeto 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.

5.2.2 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.

5.2.3 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.

5.2.4 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. O volume acima do aterro será quantificado, em outros materiais, junto a estrutura de pavimento em função dos diversos tipos de revestimentos aplicados (blocos de concreto, granilite, ladrilho hidráulico, piso cimentado, e etc).

5.2.5 CADERNETA DE LOCAÇÃO DO EIXO



A caderneta de locação do eixo horizontal estaqueado a cada 20,0 m, foi gerada como referência para o Projeto de Terraplenagem.



5.2.6 NOTA DE SERVIÇO



As Notas de Serviço do Pavimento Acabado estão apresentadas no final do capítulo.



5.2.7 APRESENTAÇÃO



Apresentam-se a seguir as Folhas de Cubação e as Notas de Serviço do Pavimento Acabado. No **Volume 02 – Projeto de Execução**, apresenta-se o Projeto de Terraplenagem em formato A1 e/ou A3 (ABNT).



 				PROJETO DE TERRAPLENAGEM CÁLCULO DE VOLUMES - FOLHA DE CUBAÇÃO RAMO 500 - R. EMILIANA E.				
Estaca	Áreas (m²)		Semi-distância (m)	Volume Parcial (m³)		Volume Acumulado (m³)		Volume Líquido (m³)
	Corte	Aterro		Corte	Aterro	Corte	Aterro	
500*0,000	2,21	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
501*0,000	1,74	0,00	10,00	39,50	0,00	39,50	0,00	39,50
502*0,000	1,67	0,00	10,00	34,10	0,00	73,60	0,00	73,60
503*0,000	1,53	0,00	10,00	32,00	0,00	105,60	0,00	105,60
504*0,000	1,47	0,00	10,00	30,00	0,00	135,60	0,00	135,60
505*0,000	1,55	0,00	10,00	30,20	0,00	165,80	0,00	165,80
506*0,000	1,61	0,00	10,00	31,60	0,00	197,40	0,00	197,40
507*0,000	1,53	0,00	10,00	31,40	0,00	228,80	0,00	228,80
508*0,000	1,44	0,00	10,00	29,70	0,00	258,50	0,00	258,50
509*0,000	1,11	0,00	10,00	25,50	0,00	284,00	0,00	284,00
510*0,000	1,26	0,00	10,00	23,70	0,00	307,70	0,00	307,70
511*0,000	1,10	0,00	10,00	23,60	0,00	331,30	0,00	331,30
511*18,130	1,42	0,00	9,06	22,84	0,00	354,14	0,00	354,14
512*0,000	1,59	0,00	0,94	2,81	0,00	356,96	0,00	356,96
512*2,592	1,67	0,00	1,30	4,22	0,00	361,18	0,00	361,18
513*0,000	1,33	0,00	8,70	26,11	0,00	387,30	0,00	387,30
513*8,198	1,42	0,00	4,10	11,27	0,00	398,57	0,00	398,57



<div>   <div> avantec Soluções em Engenharia </div> </div>				PROJETO DE TERRAPLENAGEM CÁLCULO DE VOLUMES - FOLHA DE CUBAÇÃO RAMO 600 - R. EMILIANA E.				
Estaca	Áreas (m²)		Semi-distância (m)	Volume Parcial (m³)		Volume Acumulado (m³)		Volume Líquido (m³)
	Corte	Aterro		Corte	Aterro	Corte	Aterro	
600+0,000	1,90	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
601+0,000	1,26	0,00	10,00	31,60	0,00	31,60	0,00	31,60
602+0,000	1,42	0,00	10,00	26,80	0,00	58,40	0,00	58,40
603+0,000	1,63	0,00	10,00	30,50	0,00	88,90	0,00	88,90
604+0,000	1,43	0,00	10,00	30,60	0,00	119,50	0,00	119,50
605+0,000	1,50	0,00	10,00	29,30	0,00	148,80	0,00	148,80
606+0,000	1,51	0,00	10,00	30,10	0,00	178,90	0,00	178,90
607+0,000	1,39	0,00	10,00	29,00	0,00	207,90	0,00	207,90
608+0,000	1,34	0,00	10,00	27,30	0,00	235,20	0,00	235,20
609+0,000	1,46	0,00	10,00	28,00	0,00	263,20	0,00	263,20
610+0,000	1,71	0,00	10,00	31,70	0,00	294,90	0,00	294,90
611+0,000	1,18	0,00	10,00	28,90	0,00	323,80	0,00	323,80
612+0,000	1,86	0,00	10,00	30,40	0,00	354,20	0,00	354,20
612+0,397	1,91	0,00	0,20	0,75	0,00	354,95	0,00	354,95
612+4,170	1,85	0,00	1,89	7,09	0,00	362,04	0,00	362,04
613+0,000	1,34	0,00	7,91	25,25	0,00	387,29	0,00	387,29
613+8,409	1,12	0,00	4,20	10,34	0,00	397,63	0,00	397,63

 				PROJETO DE TERRAPLENAGEM CÁLCULO DE VOLUMES - FOLHA DE CUBAÇÃO RAMO 700 - R. CAP. WALDIR A. SIQUEIRA				
Estaca	Áreas (m²)		Semi-distância (m)	Volume Parcial (m³)		Volume Acumulado (m³)		Volume Líquido (m³)
	Corte	Aterro		Corte	Aterro	Corte	Aterro	
700+0,000	3,68	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
701+0,000	2,52	0,00	10,00	62,00	0,00	62,00	0,00	62,00
702+0,000	2,86	0,00	10,00	53,80	0,00	115,80	0,00	115,80
703+0,000	2,78	0,00	10,00	56,40	0,00	172,20	0,00	172,20
704+0,000	2,81	0,00	10,00	55,90	0,00	228,10	0,00	228,10
705+0,000	3,45	0,00	10,00	62,60	0,00	290,70	0,00	290,70
706+0,000	2,47	0,00	10,00	59,20	0,00	349,90	0,00	349,90
707+0,000	2,77	0,00	10,00	52,40	0,00	402,30	0,00	402,30
708+0,000	3,63	0,00	10,00	64,00	0,00	466,30	0,00	466,30
709+0,000	2,42	0,00	10,00	60,50	0,00	526,80	0,00	526,80
710+0,000	2,49	0,00	10,00	49,10	0,00	575,90	0,00	575,90
711+0,000	3,07	0,00	10,00	55,60	0,00	631,50	0,00	631,50
712+0,000	2,60	0,00	10,00	56,70	0,00	688,20	0,00	688,20
713+0,000	2,02	0,00	10,00	46,20	0,00	734,40	0,00	734,40
714+0,000	2,39	0,00	10,00	44,10	0,00	778,50	0,00	778,50
714+13,319	0,00	0,00	6,66	15,92	0,00	794,42	0,00	794,42

 				PROJETO DE TERRAPLENAGEM CÁLCULO DE VOLUMES - FOLHA DE CUBAÇÃO RAMO 800 - R. DR. CUSTÓDIO T.				
Estaca	Áreas (m²)		Semi-distância (m)	Volume Parcial (m³)		Volume Acumulado (m³)		Volume Líquido (m³)
	Corte	Aterro		Corte	Aterro	Corte	Aterro	
800+0,000	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
801+0,000	3,26	0,00	10,00	32,60	0,00	32,60	0,00	32,60
802+0,000	3,10	0,00	10,00	63,60	0,00	96,20	0,00	96,20
802+19,225	0,00	0,00	9,61	29,80	0,00	126,00	0,00	126,00

 				PROJETO DE TERRAPLENAGEM CÁLCULO DE VOLUMES - FOLHA DE CUBAÇÃO RAMO 900 - R. EMILIANA E.				
Estaca	Áreas (m²)		Semi-distância (m)	Volume Parcial (m³)		Volume Acumulado (m³)		Volume Líquido (m³)
	Corte	Aterro		Corte	Aterro	Corte	Aterro	
900+0,000	4,09	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
901+0,000	2,54	0,33	10,00	66,30	3,30	66,30	3,30	63,00
902+0,000	3,35	0,00	10,00	58,90	3,30	125,20	6,60	118,60
903+0,000	3,49	0,00	10,00	68,40	0,00	193,60	6,60	187,00
903+2,755	3,68	0,00	1,38	9,88	0,00	203,48	6,60	196,88

 				PROJETO DE TERRAPLENAGEM CÁLCULO DE VOLUMES - FOLHA DE CUBAÇÃO RAMO 1000 - R. JOAQUIM M. DE CARVALHO				
Estaca	Áreas (m²)		Semi-distância (m)	Volume Parcial (m³)		Volume Acumulado (m³)		Volume Líquido (m³)
	Corte	Aterro		Corte	Aterro	Corte	Aterro	
1000+0,000	4,06	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1001+0,000	3,53	0,00	10,00	75,90	0,00	75,90	0,00	75,90
1002+0,000	3,24	0,00	10,00	67,70	0,00	143,60	0,00	143,60
1003+0,000	2,92	0,00	10,00	61,60	0,00	205,20	0,00	205,20
1003+9,933	2,68	0,00	4,97	27,81	0,00	233,01	0,00	233,01

 				PROJETO DE TERRAPLENAGEM CÁLCULO DE VOLUMES - FOLHA DE CUBAÇÃO RAMO 1100 - R. JOSÉ BARRETO				
Estaca	Áreas (m²)		Semi-distância (m)	Volume Parcial (m³)		Volume Acumulado (m³)		Volume Líquido (m³)
	Corte	Aterro		Corte	Aterro	Corte	Aterro	
1100+0,000	3.30	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1100+16,700	3.62	0.00	8.35	57.78	0.00	57.78	0.00	57.78
1101+0,000	3.64	0.00	1.65	11.98	0.00	69.76	0.00	69.76
1101+16,406	2.73	0.00	8.20	52.25	0.00	122.01	0.00	122.01
1101+17,068	2.63	0.00	0.33	1.77	0.00	123.79	0.00	123.79



PROJETO DE TERRAPLENAGEM
NOTA DE SERVIÇO DO GREIDE DE TERRAPLENAGEM
RAMO 500 - RUA EMILIANA EMERY



Lado Esquerdo			Eixo							Lado Direito		
Pista Rolamento			Estaca	Geometria Horizontal	Coordenadas		Cota Projeto	Cota Terreno	Cota Vermelha	Pista Rolamento		
Inclin, (%)	Cota (m)	Afast (m)			X	Y				Afast (m)	Cota (m)	Inclin, (%)
-2.00	583,680	-2,944	500+0.000		221.664,017	7.701.040,859	583,739	584,097	-0,358	3,125	583,801	2.00
-2.00	583,541	-2,857	501+0.000		221.651,309	7.701.056,302	583,598	583,901	-0,303	2,531	583,548	-2.00
-2.00	583,402	-2,770	502+0.000		221.638,600	7.701.071,746	583,458	583,757	-0,299	2,519	583,407	-2.00
-2.00	583,265	-2,687	503+0.000		221.625,892	7.701.087,189	583,319	583,580	-0,261	2,519	583,269	-2.00
-2.00	583,127	-2,733	504+0.000		221.613,184	7.701.102,633	583,181	583,466	-0,285	2,967	583,241	2.00
-2.00	582,989	-2,749	505+0.000		221.600,476	7.701.118,076	583,044	583,326	-0,282	2,465	582,994	-2.00
-2.00	582,849	-2,865	506+0.000		221.587,767	7.701.133,519	582,906	583,202	-0,296	2,468	582,857	-2.00
-2.00	582,715	-2,883	507+0.000		221.575,059	7.701.148,963	582,772	583,065	-0,293	2,890	582,830	2.00
-2.00	582,641	-2,921	508+0.000		221.562,351	7.701.164,406	582,700	582,961	-0,261	2,802	582,756	2.00
-2.00	582,628	-2,960	509+0.000		221.549,643	7.701.179,850	582,687	582,907	-0,220	2,256	582,642	-2.00
-2.00	582,620	-2,945	510+0.000		221.536,934	7.701.195,293	582,679	582,887	-0,208	2,728	582,734	2.00
-2.00	582,581	-2,849	511+0.000		221.524,226	7.701.210,737	582,638	582,819	-0,181	2,802	582,694	2.00
-2.00	582,309	-2,567	511+18.130	PC	221.512,706	7.701.224,736	582,360	582,619	-0,259	2,220	582,315	-2.00
-2.00	582,265	-2,540	512+0.000		221.511,525	7.701.226,186	582,316	582,583	-0,267	2,484	582,266	-2.00
-2.00	582,199	-2,532	512+2.592	PT	221.509,910	7.701.228,213	582,250	582,536	-0,286	2,591	582,198	-2.00
-2.00	581,615	-2,481	513+0.000		221.499,151	7.701.241,898	581,664	581,926	-0,262	2,245	581,619	-2.00
-2.00	581,288	-2,399	513+8.198		221.494,084	7.701.248,343	581,336	581,621	-0,285	2,081	581,294	-2.00



PROJETO DE TERRAPLENAGEM
NOTA DE SERVIÇO DO GREIDE DE TERRAPLENAGEM
RAMO 600 - RUA EMILIANA EMERY



Lado Esquerdo			Eixo							Lado Direito		
Pista Rolamento			Estaca	Geometria Horizontal	Coordenadas		Cota Projeto	Cota Terreno	Cota Vermelha	Pista Rolamento		
Inclin, (%)	Cota (m)	Afast (m)			X	Y				Afast (m)	Cota (m)	Inclin, (%)
2.00	583,752	-2,453	600+0.000		221.668,318	7.701.044,410	583,703	584,021	-0,318	3,313	583,637	-2.00
-2.00	583,590	-2,077	601+0.000		221.655,606	7.701.059,850	583,631	583,849	-0,218	3,319	583,565	-2.00
-2.00	583,495	-1,982	602+0.000		221.642,894	7.701.075,290	583,534	583,825	-0,291	3,325	583,468	-2.00
2.00	583,445	-2,503	603+0.000		221.630,182	7.701.090,731	583,395	583,692	-0,297	3,279	583,329	-2.00
2.00	583,301	-2,591	604+0.000		221.617,470	7.701.106,171	583,249	583,516	-0,267	3,214	583,185	-2.00
-2.00	583,064	-2,093	605+0.000		221.604,758	7.701.121,611	583,105	583,383	-0,278	3,149	583,042	-2.00
-2.00	582,919	-2,183	606+0.000		221.592,045	7.701.137,052	582,963	583,254	-0,291	3,084	582,901	-2.00
2.00	582,897	-2,653	607+0.000		221.579,333	7.701.152,492	582,844	583,125	-0,281	3,091	582,782	-2.00
2.00	582,820	-2,735	608+0.000		221.566,621	7.701.167,932	582,765	583,020	-0,255	2,947	582,706	-2.00
-2.00	582,679	-2,275	609+0.000		221.553,909	7.701.183,372	582,724	583,007	-0,283	2,916	582,666	-2.00
2.00	582,746	-2,799	610+0.000		221.541,197	7.701.198,813	582,690	582,970	-0,280	2,884	582,633	-2.00
2.00	582,700	-2,721	611+0.000		221.528,485	7.701.214,253	582,645	582,840	-0,195	2,806	582,589	-2.00
-2.00	582,287	-2,756	612+0.000		221.515,773	7.701.229,693	582,342	582,624	-0,282	2,496	582,292	-2.00
-2.00	582,275	-2,859	612+0.397	PC	221.515,520	7.701.230,000	582,332	582,615	-0,283	2,479	582,283	-2.00
-2.00	582,177	-2,804	612+4.170	PT	221.513,068	7.701.232,866	582,233	582,542	-0,309	2,394	582,186	-2.00
-2.00	581,647	-2,164	613+0.000		221.502,552	7.701.244,699	581,690	581,964	-0,274	2,171	581,647	-2.00
-2.00	581,337	-1,824	613+8.409		221.496,966	7.701.250,985	581,374	581,654	-0,280	1,768	581,339	-2.00



PROJETO DE TERRAPLENAGEM
NOTA DE SERVIÇO DO GREIDE DE TERRAPLENAGEM
RAMO 700 - RUA CAP. WALDIR A. SIQUEIRA



Lado Esquerdo			Eixo							Lado Direito		
Pista Rolamento			Estaca	Geometria Horizontal	Coordenadas		Cota Projeto	Cota Terreno	Cota Vermelha	Pista Rolamento		
Inclin, (%)	Cota (m)	Afast (m)			X	Y				Afast (m)	Cota (m)	Inclin, (%)
-2.00	583.462	-5.623	700+0.000		221.559,163	7.700.954,291	583.574	583,854	-0,280	5,092	583.472	-2.00
-2.00	583.801	-5.634	701+0.000		221.574,586	7.700.967,024	583,914	584,200	-0,286	5,166	583,810	-2.00
-2.00	583.919	-5.644	702+0.000		221.590,008	7.700.979,757	584,032	584,301	-0,269	5,241	583,927	-2.00
-2.00	584.045	-5.655	703+0.000		221.605,431	7.700.992,490	584,158	584,427	-0,269	5,302	584,052	-2.00
-2.00	584.153	-5.540	704+0.000		221.620,854	7.701.005,223	584,264	584,542	-0,278	5,228	584,160	-2.00
-2.00	584.019	-5.468	705+0.000		221.636,277	7.701.017,957	584,128	584,429	-0,301	5,253	584,023	-2.00
-2.00	583.826	-5.397	706+0.000		221.651,700	7.701.030,690	583,934	584,192	-0,258	5,279	583,829	-2.00
-2.00	583.654	-5.412	707+0.000		221.667,123	7.701.043,423	583,762	584,042	-0,280	5,276	583,656	-2.00
-2.00	583.630	-5.463	708+0.000		221.682,546	7.701.056,156	583,739	584,022	-0,283	5,233	583,635	-2.00
-2.00	583.758	-5.416	709+0.000		221.697,969	7.701.068,889	583,866	584,118	-0,252	5,232	583,762	-2.00
-2.00	583.908	-5.369	710+0.000		221.713,392	7.701.081,623	584,015	584,277	-0,262	5,231	583,911	-2.00
-2.00	584.018	-5.321	711+0.000		221.728,815	7.701.094,356	584,124	584,401	-0,277	5,199	584,020	-2.00
-2.00	584.045	-5.297	712+0.000		221.744,237	7.701.107,089	584,151	584,431	-0,280	5,209	584,046	-2.00
-2.00	584.033	-5.240	713+0.000		221.759,660	7.701.119,822	584,137	584,376	-0,239	5,241	584,032	-2.00
-2.00	584.020	-5.191	714+0.000		221.775,083	7.701.132,555	584,124	584,391	-0,267	5,273	584,019	-2.00
-2.00	583.841	-5.191	714+13.319		221.785,354	7.701.141,035	583,945	584,251	-0,306	5,273	583,840	-2.00



PROJETO DE TERRAPLENAGEM
NOTA DE SERVIÇO DO GREIDE DE TERRAPLENAGEM
RAMO 800 - RUA DR. CUSTÓDIO TRISTÃO



Lado Esquerdo			Eixo							Lado Direito		
Pista Rolamento			Estaca	Geometria Horizontal	Coordenadas		Cota Projeto	Cota Terreno	Cota Vermelha	Pista Rolamento		
Inclin, (%)	Cota (m)	Afast (m)			X	Y				Afast (m)	Cota (m)	Inclin, (%)
			800+0.000		221.646,011	7.700.949,192						
-2.00	583,534	-5,434	801+0.000		221.633,298	7.700.964,632	583,643	583,933	-0,290	5,440	583,534	-2.00
-2.00	583,791	-5,536	802+0.000		221.620,586	7.700.980,072	583,902	584,175	-0,273	5,609	583,790	-2.00
-2.00	584,078	-5,536	802+19.225		221.608,366	7.700.994,913	584,189	584,452	-0,263	5,609	584,077	-2.00



PROJETO DE TERRAPLENAGEM
NOTA DE SERVIÇO DO GREIDE DE TERRAPLENAGEM
RAMO 900 - RUA EMILIANA EMERY



Lado Esquerdo			Eixo							Lado Direito		
Pista Rolamento			Estaca	Geometria Horizontal	Coordenadas		Cota Projeto	Cota Terreno	Cota Vermelha	Pista Rolamento		
Inclin, (%)	Cota (m)	Afast (m)			X	Y				Afast (m)	Cota (m)	Inclin, (%)
-2.00	583,962	-5,981	900+0.000		221.706,140	7.700.994,257	584,081	584,361	-0,280	5,913	583,963	-2.00
-2.00	583,767	-5,955	901+0.000		221.693,467	7.701.009,729	583,886	584,169	-0,283	5,814	583,770	-2.00
-2.00	583,677	-5,928	902+0.000		221.680,794	7.701.025,202	583,796	584,111	-0,315	5,717	583,681	-2.00
-2.00	583,608	-5,901	903+0.000		221.668,121	7.701.040,674	583,727	583,888	-0,161	6,652	583,593	-2.00
-2.00	583,657	-3,000	903+2.755		221.666,375	7.701.042,806	583,717	584,055	-0,338	6,798	583,581	-2.00



PROJETO DE TERRAPLENAGEM
NOTA DE SERVIÇO DO GREIDE DE TERRAPLENAGEM
RAMO 1000 - RUA JOAQUIM M. DE CARVALHO



Lado Esquerdo			Eixo							Lado Direito		
Pista Rolamento			Estaca	Geometria Horizontal	Coordenadas		Cota Projeto	Cota Terreno	Cota Vermelha	Pista Rolamento		
Inclin, (%)	Cota (m)	Afast (m)			X	Y				Afast (m)	Cota (m)	Inclin, (%)
-2.00	584,490	-6,558	1000+0.000		221.769,975	7.701.037,655	584,621	584,901	-0,280	5,362	584,514	-2.00
-2.00	584,455	-6,262	1001+0.000		221.757,108	7.701.052,966	584,580	584,828	-0,248	5,467	584,471	-2.00
-2.00	584,299	-5,966	1002+0.000		221.744,240	7.701.068,277	584,419	584,657	-0,238	5,573	584,307	-2.00
-2.00	584,092	-5,669	1003+0.000		221.731,372	7.701.083,588	584,206	584,475	-0,269	5,678	584,092	-2.00
-2.00	583,989	-5,522	1003+9.933		221.724,982	7.701.091,192	584,100	584,376	-0,276	3,000	584,040	-2.00



PROJETO DE TERRAPLENAGEM
NOTA DE SERVIÇO DO GREIDE DE TERRAPLENAGEM
RAMO 1100 - RUA JOSÉ BEATO



Lado Esquerdo			Eixo							Lado Direito		
Pista Rolamento			Estaca	Geometria Horizontal	Coordenadas		Cota Projeto	Cota Terreno	Cota Vermelha	Pista Rolamento		
Inclin, (%)	Cota (m)	Afast (m)			X	Y				Afast (m)	Cota (m)	Inclin, (%)
-2.00	583.791	-6,837	1100+0.000		221.805,911	7.701.116,785	583,928	584,208	-0,280	4,702	583,834	-2.00
-2.00	583,725	-6,036	1100+16.700	PC	221.794,661	7.701.129,128	583,846	584,130	-0,284	5,441	583,737	-2.00
-2.00	583,742	-5,926	1101+0.000		221.792,479	7.701.131,603	583,860	584,139	-0,279	5,528	583,750	-2.00
-2.00	583,794	-4,860	1101+16.406	PT	221.782,902	7.701.144,901	583,891	584,179	-0,288	4,420	583,803	-2.00
-2.00	583,788	-4,789	1101+17.068		221.782,561	7.701.145,468	583,884	584,164	-0,280	4,318	583,797	-2.00

5.3 PROJETO DE DRENAGEM

O Projeto de Drenagem do bairro Centro, localizado no município de Guaçuí/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 manutenção da drenagem existente, prevendo substituição e implantação de novas caixas ralo onde julgou-se necessário.

5.3.1 DRENAGEM PLUVIAL URBANA

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 detenção 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.

5.3.1.1 METODOLOGIA

Os sete princípios gerais que nortearam a elaboração da metodologia da proponente foram baseados em referências consagradas internacionalmente como: Melbourne 2030 - Planning for sustainable growth (Departamento de Infra-estrutura - Victoria, Austrália, 2002), State Planning Policies Framework (Victoria Planning Scheme, 2007), e na obra Cities as Sustainable ecosystems: Principles and practices (Newman & Jennings, 2008) que enumera os The Ten Melbourne Principles for Sustainable Cities (United Nations Environment Program/ International Environmental Technology Center – UNEP/IETC, 2002).

Inovação: instituir critérios para integração da gestão de águas pluviais no planejamento e desenho urbano das cidades, inserindo design inovador e usos múltiplos para maximizar a funcionalidade dos espaços e o visual paisagístico;

Adaptabilidade: criar procedimentos padrão passíveis de serem aplicados e/ ou adaptados em qualquer localidade urbana – em diferentes tipologias, escalas e domínios (público ou privado);

Parceria: expandir e promover a cooperação entre diversas frentes de trabalho visando o bem-estar comum e a sustentabilidade;

Capacitação: capacitar e conscientizar profissionais, como também fomentar a participação da comunidade local;

Resiliência: identificar a vulnerabilidade ambiental do sítio em análise, e buscar estratégias para aumentar a sua resiliência frente aos impactos das mudanças climáticas e/ou outras

intervenções antrópicas relativas à gestão do uso do solo e gestão das águas;

Identidade: programar atributos distintos nos espaços urbanos com base nos princípios WSUD, de modo a marcar e reconhecer sua identidade pelo design, otimização da qualidade ambiental urbana, e contribuição para valorização sócio-cultural do lugar ou vizinhança;

Sustentabilidade: primar pela preservação do meio ambiente (em especial, redução do impacto da urbanização nos corpos hídricos e no ciclo hidrológico), minimizar os custos do sistema de drenagem, melhorar a qualidade de vida da população com corredores verdes e mais áreas de recreação.

5.3.1.2 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.

5.3.2 APRESENTAÇÃO

Apresenta-se no **Volume 02 – Projeto de Execução** o Projeto de Drenagem (planta e projetos tipo) em formato A1 e/ou A3 (ABNT).



5.4 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

5.4.1 INTRODUÇÃO

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

5.4.2 PARÂMETROS DE PROJETO

5.4.2.1 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.

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 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 (80kN) para o período de projeto de 10 anos.

A Tabela 13, 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 13 – 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.

5.4.2.2 ISC_{PROJETO} (SUBLEITO EXISTENTE)

Conforme descrito no item “Estudos Geotécnicos”, os ISCs de projeto adotados no dimensionamento do pavimento é igual a:

$$ISC = 5,00\%$$

5.4.3 DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS COM BLOCOS INTERTRAVADOS

O dimensionamento do pavimento consiste na determinação das espessuras de cada camada componente da estrutura do mesmo. Para tanto, seguindo a Instrução de Projeto 06/2004 da Prefeitura Municipal de São Paulo.

Através da Figura 20 foi definida a prioridade de utilização dos procedimentos de dimensionamento: para Tráfego Leve utilizaremos o Método A.



PROCEDIMENTO	TIPO DE TRÁFEGO			
	L	M	MP	P
A	1ª p	2ª p	1ª p	1ª p
B	2ª p	1ª p	1ª p	2ª p

Figura 20 - Prioridade de utilização dos procedimentos de dimensionamento

Fonte: Instrução de Projeto 06/2004 da Prefeitura Municipal de São Paulo

5.4.3.1 – MÉTODO A: “ABCP – ET27”

Este procedimento foi adaptado pela ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland no Estudo Técnico nº 27 do trabalho original proposto pela BCA – British Cement Association, com a utilização de bases cimentadas.

O método utiliza, para o dimensionamento da estrutura do pavimento, dois gráficos de leitura simples e direta, fornecendo as espessuras necessárias das camadas constituintes do pavimento (sub-base, base, revestimento).

Sub-base

A Figura 21 fornece as espessuras necessárias de sub-base em função do valor de CBR do subleito e do número N de solicitações. Fica dispensada a utilização da camada de sub-base quando ocorrerem concomitantemente as situações: (i) $N < 5 \times 10^5$; (ii) $CBR_{\text{subleito}} > 20\%$.

Base

A espessura da camada de base será determinada em função do tráfego, conforme as seguintes condições:

- $N < 1,5 \times 10^6$: não é necessária camada de base;
- $1,5 \times 10^6 \leq N < 1,0 \times 10^7$: a espessura mínima da camada de base cimentada será de 10,0 cm;
- $N \geq 10^7$, a espessura de base cimentada será determinada em através da Figura 21

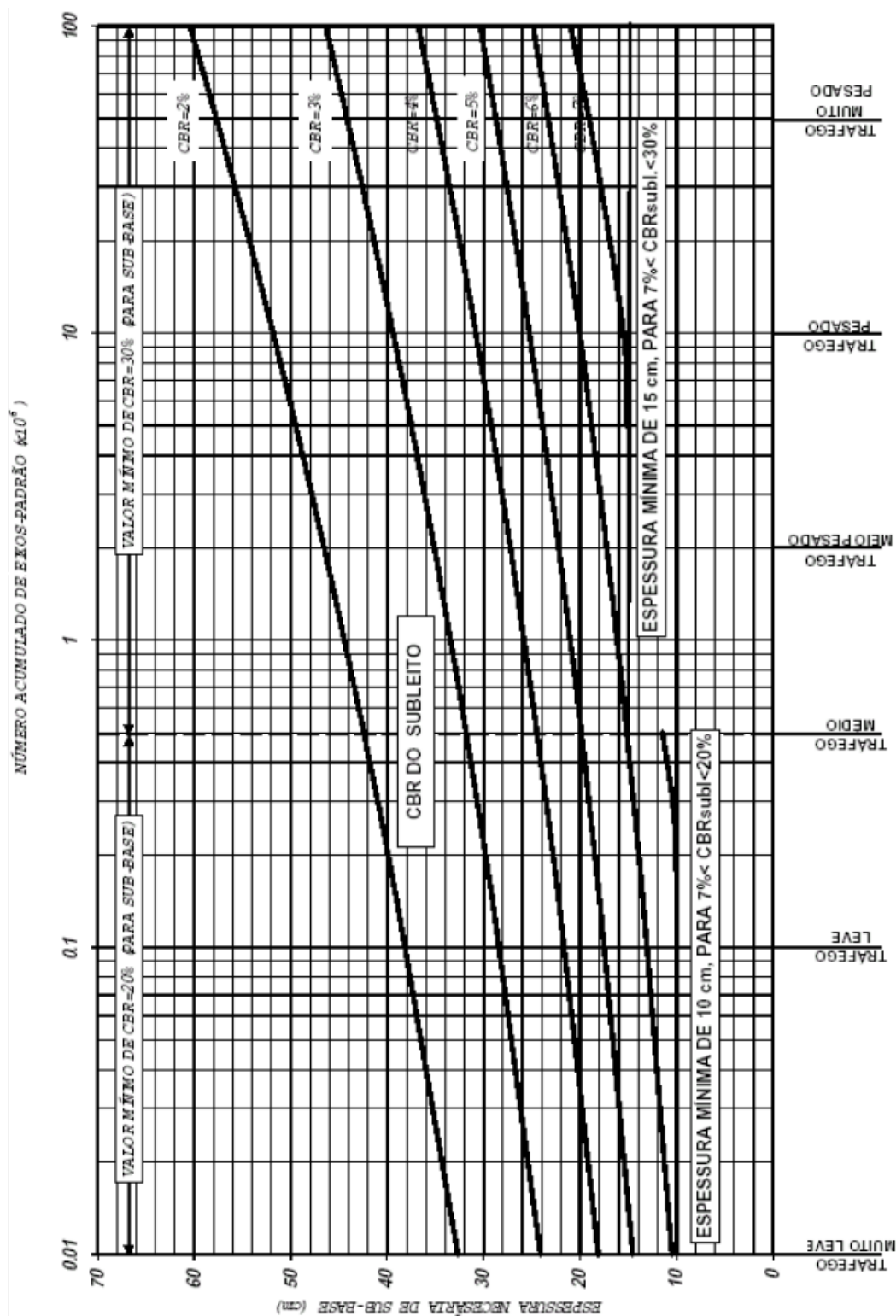


Figura 21 - Espessura necessária de sub-base.

Fonte: Boletim Técnico nº 27 da ABCP.

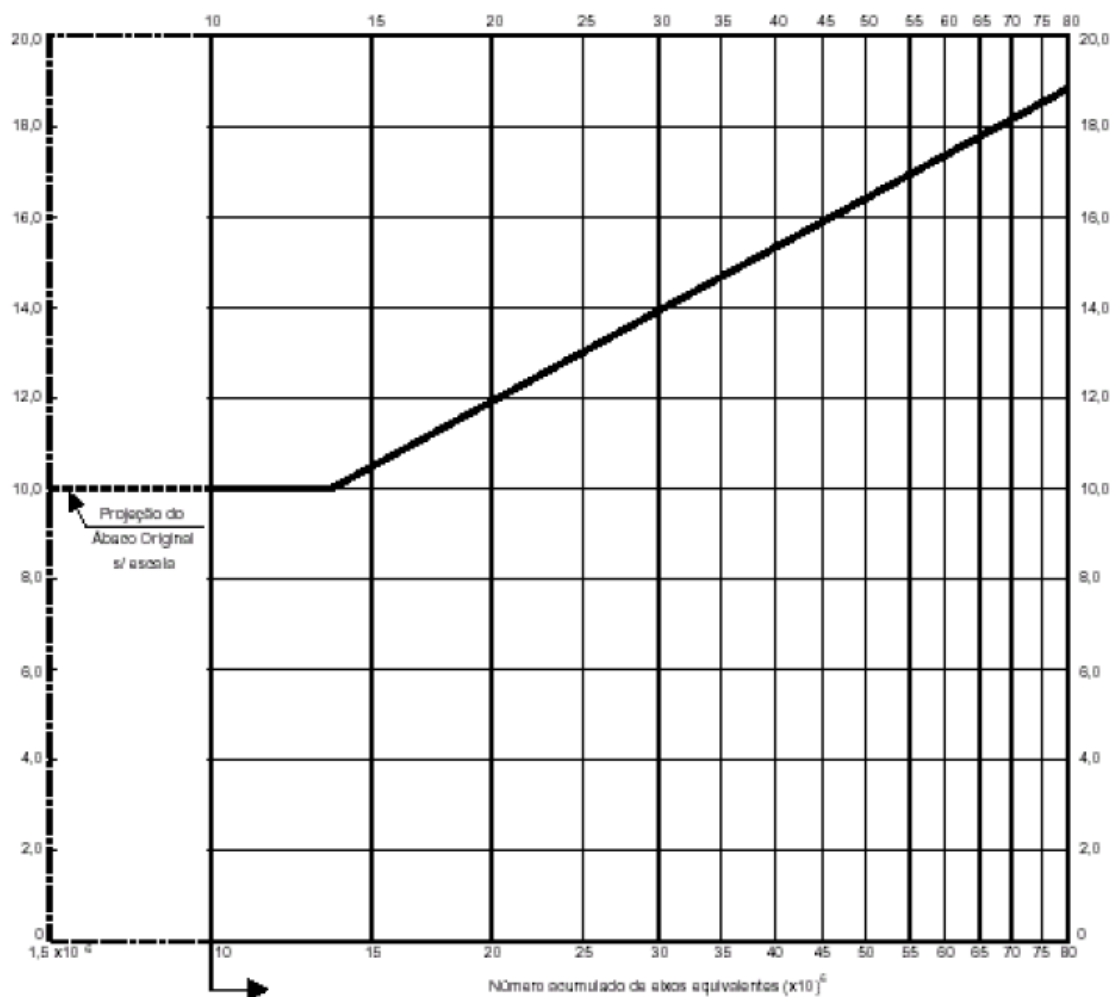


Figura 22 - Espessura da base cimentada em função do número N.

Fonte: Instrução de Projeto 06/2004 da Prefeitura Municipal de São Paulo.

Revestimento

A espessura dos blocos do revestimento será de 6 a 10 cm em função do tráfego solicitante, conforme a tabela a seguir:

Tabela 14 - Espessura e resistência dos blocos de revestimento

TRÁFEGO	ESPESSURA DO REVESTIMENTO	RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO SIMPLES
$N \leq 5,00 \times 10^5$	6,0 cm	35 MPa
$5,00 \times 10^5 < N \leq 10^7$	8,0 cm	35 a 50 MPa
$N > 10^7$	10,0 cm	50 MPa

Fonte: Instrução de Projeto 06/2004 da Prefeitura Municipal de São Paulo.

5.4.3.1.1 Dimensionamento

O dimensionamento do acesso ao bairro contemplado no presente projeto com blocos pré-moldados de concreto levou em consideração: (i) o número N para o horizonte de projeto de 10 anos determinado nos Estudos de Tráfego; (ii) O ISC de projeto, definido nos Estudos Geotécnicos.

- *Parâmetros Adotados*
 - Número $N_{10 \text{ anos}} = 10^5$
 - ISC de projeto = 7,00%

- *Determinação da camada de sub-base (e_{SB})*

Apesar do número N ser inferior a 5×10^5 , o ISC de projeto é menor do que 20%, portanto a estrutura de pavimento requer uma camada de sub-base. Conforme a Tabela 14, para as características do subleito existente e do tráfego incidente a espessura mínima necessária de sub-base para a proteção do sub-leito é igual a 13,5 cm, porém a espessura adotada foi de 0,00 cm:

$$e_{SB} = 0,0 \text{ cm}$$

- *Determinação da camada de base (e_B)*

Visto que o número N é inferior a $1,50 \times 10^6$, não é necessária camada de base, porém foi adotada uma espessura igual a 15,0 cm:

$$e_B = 15,0 \text{ cm}$$

Visando maior qualidade e segurança da estrutura de pavimentação projetada perante ao horizonte de projeto (10 anos) e ao tráfego gerado após a conclusão das obras, a consultora recomenda a compactação da camada de material granular com a utilização da energia equivalente à do proctor modificado (55 golpes), ou seja, indicação da espessura calculada para a sub-base, como camada de base.



- *Determinação da camada de revestimento (e_R)*

A espessura da camada de rolamento com blocos pré-moldados (6,0 cm) foi definida em função do tráfego, através da Tabela 14. Contudo, objetivando obter uma estrutura de pavimento com maior capacidade de resistência aos agentes externos (tráfego e intempéries), a Consultora propõe a utilização de blocos com 8,0 cm de espessura:

$$e_R = 8,0 \text{ cm}$$

5.4.4 VANTAGENS DO PAVIMENTO COM BLOCOS PRÉ-MOLDADOS DE CONCRETO

No que tange ao aspecto técnico, o pavimento com revestimento em blocos pré-moldados de concreto apresenta as seguintes vantagens:

Simplicidade: Os bloquetes são facilmente assentados sobre uma camada de areia ou pó de pedra, sem necessidade de ferramentas diferenciadas, máquinas ou mão de obra especializada.

Resistência: Os pisos intertravados são resistentes ao tráfego de pessoas e veículos. Sua resistência é medida em MPa (Mega Pascal). Cada tipo de tráfego requer uma resistência específica.

Durabilidade: Os bloquetes tem grande durabilidade. Sua característica estrutural permanece inalterada por muitos anos.

Utilização Imediata do Pavimento: Após o assentamento do piso intertravado, o tráfego pode ser liberado imediatamente, não necessitando de qualquer tempo de secagem, cura do material ou qualquer acabamento superficial.

Facilidade de execução: O assentamento dos bloquetes pode ser feito com mão de obra local, valorizando os recursos humanos de sua região.

Homogeneidade: O processo construtivo garante a homogeneidade de cor, tamanho e textura de seus pisos intertravados.

Estética: Os pisos intertravados com suas variadas formas, dimensões, cores e texturas podem criar composições personalizadas de rara beleza. Podem ser utilizados para ornamentação e sinalização dos mais variados tipos de obras.

Conforto Térmico: A coloração mais clara e homogênea dos bloquetes/piso intertravado, em relação aos outros produtos mais escuros, reduz significativamente a absorção de calor pela



superfície do pavimento, melhorando em muito o conforto térmico e diminuindo a formação das ilhas de calor nos grandes centros urbanos, tornando sua aplicação ecologicamente correta.

Economia de Energia Elétrica: Os pisos intertravados, por sua coloração clara e fino acabamento, refletem a luz cerca de 30% a mais que outros tipos de pavimentos, gerando uma economia de até 60% na iluminação pública.

Segurança: Os bloquetes/pisos intertravados com suas superfícies antiderrapantes, mesmo sob chuva, não são escorregadios, aumentando a segurança, principalmente nos aclives, declives e curvas, do tráfego de veículos e pedestres.

Não Impermeabiliza o Solo: Os pisos intertravados, por serem assentados sobre pó de pedra ou areia, permitem a passagem da água da chuva, não impermeabilizando o solo e contribuindo para o controle das enchentes. Este fator o torna um produto ecologicamente correto.

Reutilização do Produto: Os bloquetes, após seu assentamento, podem ser retirados e reaproveitados em outra obra ou local com 100% de aproveitamento das peças.

Facilidade de Manutenção: O piso intertravado, após longo tempo de uso, pode ser removido total ou parcialmente com grande facilidade, sendo aproveitado no mesmo local ou em outra obra. Isto facilita a manutenção de canalizações subterrâneas e correção do leito trafegável.

5.4.5 RESULTADO FINAL

As estruturas adotadas para a implantação de pavimentos novos serão constituídas das seguintes maneiras:

Pista de Rolamento:

- Revestimento em blocos de concreto retangulares tipo “Holandês” (35 MPa), paginação tipo “Espinha de Peixe”, com espessura de 8,0 cm, execução atendendo as normas de peças de concreto para pavimentação NBR 9780 e NBR 9781;
- Colchão de areia com espessura de 5,0 cm para assentamento dos blocos;
- Base estabilizada granulometricamente em Brita Graduada Simples (BGS) com energia de compactação correspondente ao Proctor Modificado (55 golpes) e espessura de 15,0 cm, execução atendendo a especificação de serviço DNIT 141/2010-ES;
- Regularização do subleito com espessura de 20,0 cm.



Observação: para garantir o confinamento das peças pré-moldadas requerido para a estabilidade da estrutura de pavimento semi-rígido, a Consultora propõe a utilização de guias transversais de travamento, distribuídas em planta conforme os seguintes critérios:

- Em rampas com inclinação entre 5,0% e 10,0%, distanciadas a cada 20,0m;
- Em rampas com inclinação superior a 10,0%, distanciadas a cada 10,0m;
- No encontro com outros tipos de pavimentos.

Com o travamento, a transferência de carga entre os blocos alivia as pressões sobre o subleito, sub-base e base, reduzindo as possibilidades de deformações no pavimento.

5.4.6 APRESENTAÇÃO

O Projeto de Pavimentação será apresentado em formato A1 e/ou A3 (ABNT) no **Volume 02** – **Projeto de Execução**.



5.5 PROJETO DE SINALIZAÇÃO

5.5.1 GENERALIDADES

O Projeto de Sinalização foi elaborado segundo a Engenharia de Tráfego, objetivando basicamente: regulamentar o uso da Via, advertir o usuário sobre a ocorrência e natureza de situações potencialmente perigosas e informar eficientemente.

5.5.2 DESCRIÇÃO, CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E MATERIAIS

O projeto abrange a sinalização vertical e horizontal das vias. A segurança do usuário será obtida através do correto posicionamento e padronização de formas, cores, símbolos e dimensões, de modo a proporcionar identificação imediata e legibilidade fácil, considerada a velocidade diretriz na fixação dos padrões e dimensões.

A percepção da sinalização, à noite, em condições adversas de clima, é assegurada através de conveniente refletorização.

5.5.3 SINALIZAÇÃO VERTICAL

É um subsistema de sinalização viária, que se utiliza de placas, onde o meio de comunicação (sinal) está na posição vertical, fixado ao lado ou suspenso sobre a pista, transmitindo mensagens de caráter permanente e, eventualmente, variáveis, diante símbolos e/ou legendas pré-reconhecidas e legalmente instituídas.

As placas, classificadas de acordo com as suas funções, são agrupadas em um dos seguintes tipos de sinalização vertical:

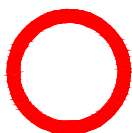
- Sinalização de Regulamentação;
- Sinalização de Advertência;
- Sinalização de Indicação.

Tem por finalidade informar aos usuários das condições, proibições, obrigações ou restrições no uso das vias. Suas mensagens são imperativas e seu desrespeito constitui infração.



5.5.3.1 FORMA E CORES

A forma padrão do sinal de regulamentação é a circular, nas seguintes cores:

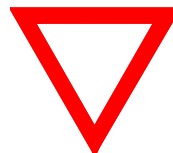


OBRIGAÇÃO

PROIBIÇÃO

Lado	- 0,250m
Fundo	- Branco
Tarja	- Vermelha
Orla	- Vermelha
Símbolo	- Preto
Letras	- Pretas

Constituem exceção quanto à forma, os sinais “Parada Obrigatória” – R-1 e “Dê a Preferência” – R-2, com as seguintes características:



R-1

Fundo	- Vermelho
Letras	- Brancas
Orla Interna	- Branca
Orla Externa	- Vermelha

R-2

Fundo	- Branco
Orla	- Vermelho



5.5.3.2 DIMENSÕES

SINAIS DE FORMA CIRCULAR

VIAS URBANAS DE TRÂNSITO RÁPIDO

Diâmetro - 0,750m

Tarja - 0,075m

Orla - 0,075m

VIA URBANA

Diâmetro - 0,500m

Tarja - 0,050m

Orla - 0,050m

VIA RURAL ESTRADA

Diâmetro - 0,750m

Tarja - 0,075m

Orla - 0,075m

VIA RURAL RODOVIA

Diâmetro - 1,00m

Tarja - 0,100m

Orla - 0,100m

SINAIS DE FORMA OCTOGONAL URBANA – R-1

Lado - 0,350m

Orla Interna Branca - 0,028m

Orla Externa Vermelha m - 0,014m

SINAIS DE FORMA OCTOGONAL RURAL ESTRADA – R-1

Lado - 0,350m

Orla Interna Branca - 0,028m

Orla Externa Vermelha m - 0,014m



SINAIS DE FORMA OCTOGONAL RURAL RODOVIA – R-1

Lado - 0,500m

Orla Interna Branca - 0,040m

Orla Externa Vermelha m - 0,020m

SINAL DE FORMA TRIANGULAR URBANA – R-2

Lado - 0,900m

Orla - 0,150m

SINAL DE FORMA TRIANGULAR RURAL ESTRADA – R-2

Lado - 0,900m

Orla - 0,150m

SINAL DE FORMA TRIANGULAR RURAL ESTRADA – R-2

Lado - 1,00m

Orla - 0,20m

5.5.3.3 SINALIZAÇÃO DE ADVERTÊNCIA

Tem por finalidade alertar aos usuários da via para condições potencialmente perigosas, indicando sua natureza. Suas mensagens possuem caráter de recomendação.

Forma Cores

A forma padrão do sinal de advertência é quadrada, devendo uma das diagonais ficar na posição vertical, nas seguintes cores:

Fundo - Amarelo



Orla Interna - Preta



Orla Externa - Amarela

Símbolo e/ou Legenda – Pretos

5.5.3.3.1 Dimensões

SINAIS DE FORMA QUADRADA

VIA URBANA

Lado - 0,450m

Orla Externa - 0,009m

Orla Interna - 0,018m

VIA RURAL ESTRADA

Lado - 0,500m

Orla Externa - 0,010m

Orla Interna - 0,020m

VIA RURAL RODOVIA

Lado - 0,600m

Orla Externa - 0,012m

Orla Interna - 0,024m

5.5.3.4 SINALIZAÇÃO DE INDICAÇÃO

Tem por finalidade identificar as vias, os destinos e os locais de interesse, bem como orientar condutores de veículos quanto aos percursos, os destinos, as distâncias e os serviços auxiliares, podendo também ter como função a educação do usuário. Suas mensagens possuem um caráter meramente informativo ou educativo, não constituindo imposição.

5.5.3.5 PLACAS DE LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DE DESTINO

Posicionam o condutor ao longo do seu deslocamento, ou com relação a distâncias ou ainda aos locais de destino.



5.5.3.6 PLACAS DE ORIENTAÇÃO DE DESTINO

Indicam ao condutor a direção que o mesmo deverá seguir para atingir determinados lugares, orientando seu percurso e distâncias.

5.5.3.7 PLACAS INDICATIVAS DE SENTIDO (DIREÇÃO)

CORES

Fundo	- Verde
Orlas Internas	- Brancas
Orla Externa	- Verde
Legenda	- Branca
Símbolos	- Rodovia Nacional (BR 101/262)

FORMAS E DIMENSÕES MÍNIMAS:

Largura	- 1.000m
Altura	- 0,400m
Altura da Letra	- 0,150m
Orla Interna e Tarja	- 0,020m
Orla Externa	- 0,010m

5.5.4 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

É um subsistema da sinalização viária que se utiliza de linhas, marcações, símbolos e legendas, pintados ou apostos sobre o pavimento das vias.

Tem como função organizar o fluxo de veículos e pedestres; controlar e orientar os deslocamentos em situações com problemas de geometria, topografia ou frente a obstáculos; complementar os sinais verticais de regulamentação, advertência ou indicação.



5.5.4.1 CARACTERÍSTICAS

Diferentemente dos sinais verticais, a sinalização horizontal mantém alguns padrões cuja mescla e a forma de coloração na via definem os diversos tipos de sinais.

5.5.4.2 PADRÃO DE TRAÇADO

Seu padrão de traçado pode ser:

CONTÍNUA: são as linhas sem interrupção pelo trecho da via onde estão demarcando; podem estar longitudinalmente ou transversalmente apostas à via.

TRACEJADA OU SECCIONADA: são linhas seccionadas com espaçamentos de extensão igual ou maior que o traço.

SÍMBOLOS E LEGENDAS: são informações escritas ou desenhadas no pavimento indicando uma situação ou complementando sinalização vertical existente.

5.5.4.3 CORES

A sinalização horizontal utilizada apresenta três cores:

AMARELA: para a regulação de fluxos de sentidos opostos;

VERMELHA: utilizada na regulação do espaço destinado ao deslocamento de bicicletas leves (ciclovias);

BRANCA: para a regulação de fluxos de mesmo sentido e na marcação de faixas de travessias de pedestres; na pintura de símbolos e legendas.

5.5.4.4 CLASSIFICAÇÃO

A sinalização horizontal é classificada em:

- Marcas longitudinais;
- Marcas transversais;
- Marcas de canalização;
- Inscrições no pavimento.



5.5.4.5 MARCAS LONGITUDINAIS

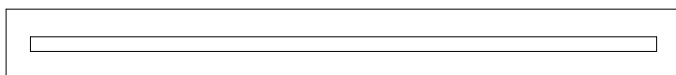
Separam e ordenam as correntes de tráfego, definindo a parte da pista destinada ao rolamento, a sua divisão em faixas, a divisão de fluxos opostos, as faixas de uso exclusivo de um tipo de veículo, as reversíveis, além de estabelecer as regras de ultrapassagem.

De acordo com a sua função as marcas longitudinais são subdivididas nos seguintes tipos:

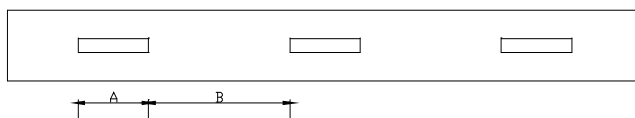
LINHAS DE DIVISÃO DE FLUXOS OPOSTOS

(cor amarela)

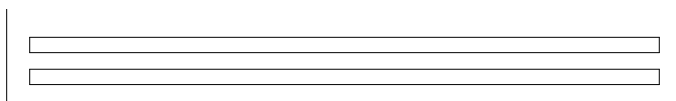
SIMPLES CONTÍNUA



SIMPLES SECCIONADA



DUPLA CONTÍNUA



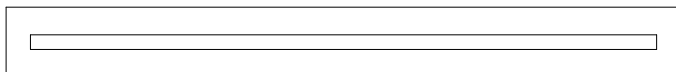
Largura das linhas: 0,120m

Distância entre as linhas: 0,120m

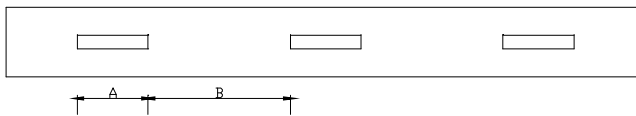
Relação entre A e B: 1:2

LINHAS DE DIVISÃO DE FLUXOS DE MESMO SENTIDO

(cor branca)



Largura da Linha: 0,120m



Dimensões: A = 4,000m

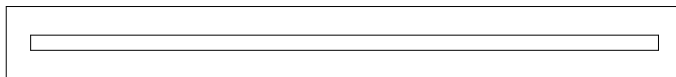
B = 4,000m

Relação entre A e B: 1:1

LINHAS DE BORDO

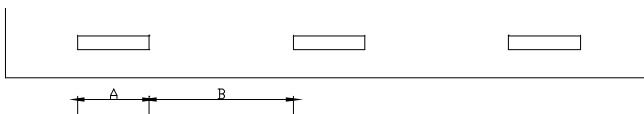
(cor branca, exceto em vias com canteiro central muito estreito quando então são amarelas separando fluxos opostos)

CONTÍNUA



Largura da Linha: 0,120m

SECCIONADA



Dimensões: A = 4,000m

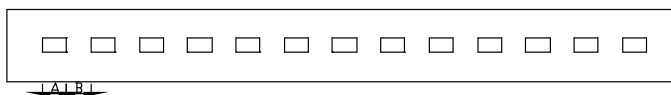
B = 4,000m

Relação entre A e B: 1:2

LINHA DE CONTINUIDADE

(cor branca quando dá continuidade a linhas brancas; cor amarela quando dá continuidade a linhas amarelas)

TRACEJADA



Largura da Linha: 0,120m

Relação entre A e B = 1:1



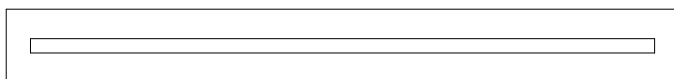
5.5.4.6 MARCAS TRANSVERSAIS

Ordenam os deslocamentos frontais dos veículos e os harmonizam com os deslocamentos de outros veículos e dos pedestres, ou seja, adverte os condutores relativamente sobre a necessidade de reduzir a velocidade e indica a posição de parada, de modo a garantir sua própria segurança e a dos demais usuários da via.

De acordo com a sua função, as marcas longitudinais são subdivididas nos seguintes tipos:

LINHAS DE RETENÇÃO

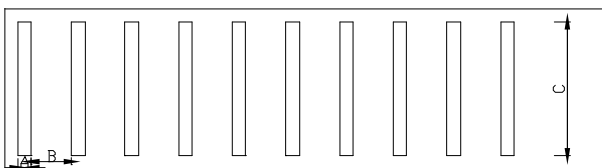
(cor branca)



Largura da Linha: 0,400m

FAIXAS DE TRAVESSIA DE PEDESTRES

(cor branca)



Largura da Linha A: 0,400m

Distância entre as linhas B: 0,400

Largura da Faixa C : 4,000m

5.5.5 APRESENTAÇÃO

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



6 ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO

Apresenta-se a seguir as normas gerais de trabalho preconizadas pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) adotadas na elaboração do presente trabalho.

DRENAGEM

- DNIT 015/2006- ES (*) – Drenos subterrâneos
- DNIT 025/2014- ES (*) – Bueiros celulares de concreto
- DNIT 026/2004- ES (*) – Caixas coletoras
- DNIT 027/2004- ES (*) – Demolição de dispositivos de concreto
- DNIT 028/2004- ES (*) – Limpeza e desobstrução de dispositivos de drenagem
- DNIT 029/2004- ES (*) – Restauração de dispositivos de drenagem danificada
- DNIT 030/2004- ES (*) – Dispositivos de drenagem pluvial urbana

PAVIMENTAÇÃO

- DNIT 031/2006- ES (*) – Concreto Asfáltico
- DNIT 145/2012-ES – Pintura de ligação com ligante asfáltico convencional
- DNIT 141/2010-ES – Base estabilizada granulometricamente
- DNIT 139/2010-ES – Sub-base estabilizada granulometricamente
- DNIT 138/2010-ES – Reforço do subleito
- DNIT 137/2010-ES – Regularização do subleito
- DNIT 047/2004 – Pavimento Rígido – Execução de pavimento rígido com equipamento de pequeno porte
- DNIT 056/2013 – Pavimento Rígido – Sub-base de cimento de concreto Portland compactada com rolo.
- DNIT 054/2004 – PRO - Pavimento rígido – Estudos de traços e ensaios de caracterização de matérias



- DNIT 048/2004 – ES - Pavimento rígido – Execução de pavimento rígido com equipamento de fôrma-trilho
- DNIT 049/2013 – ES - Pavimento rígido – Execução de pavimento rígido com equipamento de forma deslizante
- ASTM C-42 - Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete
- ASTM C 309 - Standard Specification for Liquid Membrane-Forming Compounds for Curing Concrete
- NBR 5738 - Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos de concreto – Procedimento
- NBR 5739 - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos de concreto
- NBR 7182 - Solo - Ensaio de compactação
- NBR 7583 - Execução de pavimento de concreto simples por meio mecânico
- NBR 7223 - Determinação da consistência do concreto pelo abatimento do tronco de cone - Ensaio de abatimento
- NBR 7680 - Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de concreto
- NBR 12142 - Determinação da resistência à tração em corpos de prova prismáticos
- NBR 7211 - Agregados para concreto - Especificação

SINALIZAÇÃO

- DNIT 100/2018-ES – Sinalização horizontal
- DNIT 101/2009-ES – Sinalização vertical



7 ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

Apresenta-se a seguir as ART dos responsáveis técnicos pelo presente projeto.



1. Responsável Técnico

THIAGO GOMES BONOMO

Título profissional: ENGENHEIRO CIVIL, ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO - CIVIL

RNP: 0807119334

Registro: ES-018427/D

Empresa contratada: AVANTEC ENGENHARIA LTDA

Registro: 9950



2. Dados do Contrato

Contratante: MUNICÍPIO DE GUAÇUÍ

CPF/CNPJ: 27174135000120

Rua: PRAÇA JOÃO ACACINHO

Nº: S/N

Complemento:

CEP: 29560000

Cidade: GUAÇUÍ

UF: ES

Bairro: CENTRO

Telefone: 2835534952

Contrato: 035/2022

Nº do Aditivo: 0

Valor do Contrato/Honorários: R\$1,00

Tipo de contratante: PESSOA JURÍDICA

3. Dados da Obra/Serviço

Rua: BAIRROS DA PALHA, DA MATRIZ, QUINCAS MACHADO, CENTRO

Nº: S/N

Complemento: TANCREDO NEVES E BALANÇA

Bairro: S/N

Quadra Lote

Cidade: GUAÇUÍ

UF: ES

CEP: 29560000

Data de início: 21/02/2022

Prev. Término: 17/06/2024

Coord. Geogr.: ,

Proprietário: MUNICÍPIO DE GUAÇUÍ

CPF/CNPJ: 27174135000120

4. Atividade Técnica

Qtde de Pavimento(s): 0

Nº Pavimento(s): 0

Dimensão/Quantidade: 4,45

Unidade de medida: KM

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

PARTICIPAÇÃO:

NATUREZA: 103 - AUTORIA

NÍVEL: 104 - EXECUÇÃO

NATUREZA DO(S) SERVIÇO(S): 1102 - RODOVIAS, 1206 - OBRAS DE DRENAGEM

TIPO DA OBRA/SERVIÇO: 199 - OUTRAS OBRAS/SERVIÇOS, 301 - RODOVIAS, 309 - PAVIMENTAÇÃO

PROJETO(S)/SERVIÇO(S): 9 - ESTUDO GEOTÉCNICO, 14 - PROJETO TERRAPLE, DRENAGEM / PAVIMENTAÇÃO, 17 - PROJETO DE SINAL VERTICAL, HORIZONTAL, 10 - ESTUDO TOPOGRÁFICO, 18 - OUTROS PROJETOS/SERVIÇOS

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

5. Observações

PROJETO DE ENGENHARIA DE DRENAGEM E PAVIMENTAÇÃO DOS BAIRROS DA PALHA, DA MATRIZ, QUINCAS MACHADO, CENTRO, TANCREDO NEVES E BALANÇA, EM GUAÇUÍ/ES, CONFORME CONTRATO 035/2022, FIRMADO COM O MUNICÍPIO DE GUAÇUÍ.

6. Declarações

Profissional

Contratante

Acessibilidade: <declara a aplicabilidade das regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, 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

Data

THIAGO GOMES BONOMO - CPF: 05772065750

MUNICÍPIO DE GUAÇUÍ - CPF/CNPJ: 27174135000120

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.confes.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



CREA-ES
Conselho Regional de Engenharia e
Agronomia do Espírito Santo