



MUNICÍPIO DE ITAPOÁ

VOLUME I RELATÓRIO DO PROJETO

AV. DO PRÍNCIPE

ITAPEMA DO NORTE

ITAPOÁ – SC / 2022



48 3466-3489

Quadro de Acompanhamento.

01	Parecer Técnico nº 003/2023	MCMDG	2/01/2
00	Emissão Inicial	MCM	26/10/2022
Rev.	Descrição	Responsável:	Data:

FIGURAS:

Figura 2-1 – Imagem Aérea do Empreendimento	2.11
Figura 3-1- Localização BASE.....	3.15
Figura 3-2 – Localização da Estação Pluvimétrica	3.24
Figura 3-3 – Gráfico da Precipitação Total Mensal.....	3.30
Figura 3-4 – Gráfico da Precipitação máxima mensal.....	3.32
Figura 3-5 – Gráfico dos dias de Chuva.....	3.34
Figura 3-6 – Gráfico de Intensidade da Precipitação	3.37
Figura 3-7 – Gráfico de Duração e Frequência da Precipitação	3.37
Figura 4-1– Espessura necessária de sub-base (reproduzindo do boletim técnico nº 27 da ABCP)	4.72
Figura 4-2- Espessura da Base Cimentada em função do Número “N”	4.73
Figura 4-3 - Sinal A-24: Obras.....	4.100
Figura 4-4 - Sinal R-7: Proibido ultrapassar	4.101
Figura 4-5 - Sinal R-19: Velocidade máxima permitida.....	4.102
Figura 4-6 - Sinal de acostamento em obras a metros	4.103
Figura 4-7 - Sinalização de Obra – Bloqueio do Acostamento.....	4.104
Figura 4-8 - Sinalização de Obra – Legenda.....	4.105
Figura 5-1 – Estaca 0,00+020	5.108
Figura 5-2 – Estaca 0,00+200	5.108
Figura 5-3 – Estaca 0,00+420	5.108

TABELAS:

Tabela 3-1 – Coordenadas da Base	3.16
Tabela 3-2-Tabelas dos Vértices Implantados	3.16
Tabela 3-3 – Tabela de Códigos de Levantamento.....	3.18
Tabela 3-4 – Dados da Estação Analisada para o Trecho	3.25
Tabela 3-5 – Tabela do Total de Precipitações	3.28
Tabela 3-6 – Tabela da Precipitação Máxima Mensal.....	3.30
Tabela 3-7 – Tabela dos Dias de Chuva	3.32
Tabela 3-8 – Valores de K (GUMBEL).....	3.35

Tabela 3-9 – Relação de Intensidade pelo tempo de recorrência	3.36
Tabela 3-10 – Tempo de Retorno para Sistemas Urbanos	3.39
Tabela 3-11 – Probabilidade de ocorrência em função do período de retorno	3.40
Tabela 3-12 – Séries de Precipitação Máxima	3.40
Tabela 3-13 – Valores de Coeficiente de Deflúvio para regiões	3.46
Tabela 3-14 – Resumo das Bacias Hidrográficas	3.47
Tabela 3-15 – Investigações Geotécnicas Utilizadas	3.49
Tabela 3-16 – Resumo dos Ensaios Geotécnicos	3.50
Tabela 3-17 – Valores de "t"	3.51
Tabela 3-18 – Limites do CBR	3.51
Tabela 3-19 – Cálculo do ISC de Projeto	3.51
Tabela 3-20 – Posto de Contagem de Tráfego	3.53
Tabela 3-21 – Resumo da Contagem de Tráfego	3.53
Tabela 3-22 – Fator de Expansão Horária	3.54
Tabela 3-23 – Volume para 24 Horas	3.54
Tabela 3-24 – Tráfego Médio Diário Anual	3.55
Tabela 3-25 – Taxa de Crescimento	3.55
Tabela 3-26 – Tráfego Projetado	3.56
Tabela 3-27 – Fator de Veículo	3.56
Tabela 3-28 – Cálculo do Número "N"	3.57
Tabela 4-1 – Especificações de Serviço	4.61
Tabela 4-2 – Coeficiente de Manning	4.65
Tabela 4-3 – Relação Y/D	4.66
Tabela 4-4 – Quadro 01	4.68
Tabela 4-5 – Quadro 02	4.71
Tabela 4-6 – Quadro 03	4.74
Tabela 4-7 – Cores padrão Munsell	4.83
Tabela 4-8 – Quantitativos Tinta Acrílica	4.90
Tabela 4-9 – Quantitativos Resina Livre	4.90
Tabela 4-10 – Qualitativo Tinta Acrílica	4.91
Tabela 4-11 – Qualitativo Resina Livre	4.91

Tabela 4-12 – Características dos Sinais de Regulamentação.....	4.92
Tabela 4-13 – Características dos Sinais de Regulamentação.....	4.93
Tabela 4-14 – Características dos Sinais de Advertência	4.93
Tabela 4-15 - Referente ao padrão e respectivo código de cada cor.....	4.94

SUMÁRIO:

1	IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E CONSULTOR:.....	1.9
1.1	Identificação do Empreendedor;.....	1.9
1.2	Identificação do Consultor;	1.9
1.2.1	<i>Equipe Técnica.</i>	<i>1.9</i>
2	APRESENTAÇÃO:.....	2.10
2.1	Planta de Localização da Área.....	2.11
3	ESTUDOS	3.13
3.1	Estudo Topográfico;	3.13
3.1.1	<i>Objetivos.....</i>	<i>3.13</i>
3.1.2	<i>Sistema Geodésico Brasileiro</i>	<i>3.14</i>
3.1.3	<i>Implantação do Ponto de Apoio.....</i>	<i>3.14</i>
3.1.4	<i>Implantação dos Vértices Topográficos</i>	<i>3.16</i>
3.1.5	<i>Levantamento do Eixo de Referência.....</i>	<i>3.16</i>
3.1.6	<i>Levantamento cadastral.....</i>	<i>3.17</i>
3.1.7	<i>Equipamentos Utilizados.....</i>	<i>3.18</i>
3.1.8	<i>Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP).....</i>	<i>3.20</i>
3.2	Estudo Hidrológico;	3.23
3.2.1	<i>Coleta de Dados.....</i>	<i>3.23</i>
3.2.2	<i>Pluviometria</i>	<i>3.26</i>
3.2.2.1	<i>Tipos de Chuva.....</i>	<i>3.27</i>
3.2.3	<i>Processamento de Dados Pluviométricos e Pluviográficos.....</i>	<i>3.28</i>
3.2.3.1	<i>Precipitação Total Mensal</i>	<i>3.28</i>
3.2.3.2	<i>Precipitação Máxima Mensal</i>	<i>3.30</i>
3.2.3.3	<i>Dias de Chuva</i>	<i>3.32</i>
3.2.4	<i>Relação Intensidade-Duração-Frequência.....</i>	<i>3.34</i>
3.2.5	<i>Tempo de Recorrência.....</i>	<i>3.37</i>
3.2.6	<i>Estudo da Bacia Hidrográfica.....</i>	<i>3.41</i>
3.2.7	<i>Planta da Bacia de Contribuição:.....</i>	<i>3.42</i>
3.2.8	<i>Tempo de Concentração</i>	<i>3.45</i>
3.2.9	<i>Coeficiente de Deflúvio.....</i>	<i>3.46</i>
3.2.10	<i>Área Mínima</i>	<i>3.47</i>
3.2.11	<i>Resumo das Bacias Hidrográficas</i>	<i>3.47</i>
3.3	Estudo de Geotécnico;.....	3.48
3.3.1	<i>Investigações Geotécnicas</i>	<i>3.48</i>
3.3.2	<i>Cálculo do ISC de Projeto</i>	<i>3.50</i>
3.3.3	<i>Características do Materiais para Aterro</i>	<i>3.52</i>
3.4	Estudo de Tráfego;	3.52
3.4.1	<i>Dados do Tráfego.....</i>	<i>3.53</i>
4	PROJETOS	4.58
4.1	Projeto Geométrico	4.58
4.1.1	<i>Elementos da Seção Transversal</i>	<i>4.58</i>

4.1.2	<i>Faixa de Domínio</i>	4.59
4.2	Projeto de Terraplenagem	4.59
4.2.1	<i>Cortes</i>	4.59
4.2.2	<i>Aterros</i>	4.59
4.2.3	<i>Taludes</i>	4.60
4.2.4	<i>Serviços Preliminares</i>	4.60
4.2.5	<i>Determinação de Volumes</i>	4.61
4.2.6	<i>Recomendações</i>	4.61
4.3	Projeto de Drenagem	4.62
4.3.1	<i>Metodologia</i>	4.62
4.3.2	<i>Situação da Drenagem Existente</i>	4.62
4.3.3	<i>Dispositivos de Drenagem</i>	4.62
4.3.4	<i>Cálculo da Vazão das Bacias</i>	4.63
4.3.5	<i>Dimensionamento Hidráulico</i>	4.64
4.3.6	<i>Coeficiente de Rugosidade de Manning</i>	4.64
4.3.7	<i>Relação de Enchimento</i>	4.65
4.3.8	<i>Equação de Dimensionamento</i>	4.66
4.3.8.1	<u><i>Equação de Manning – Velocidade</i></u>	<u>4.66</u>
4.3.8.2	<u><i>Raio Hidráulico – RH</i></u>	<u>4.66</u>
4.3.8.3	<u><i>Declividade Média</i></u>	<u>4.67</u>
4.4	Projeto de Pavimentação:	4.67
4.4.1	<i>Classificação do tipo de tráfego</i>	4.68
4.4.2	<i>Quadro de Classificação das vias e parâmetros de tráfego</i>	4.68
4.4.3	<i>Classificação do Sub-Leito</i>	4.69
4.4.4	<i>Estrutura do Pavimento</i>	4.69
4.4.5	<i>Dimensionamento do Pavimento</i>	4.71
4.4.6	<i>Aplicação Procedimento B</i>	4.74
4.5	Projetos De Acessibilidade	4.75
4.5.1	<i>Referências normativas</i>	4.76
4.5.2	<i>Termos, definições</i>	4.77
4.6	Projetos de Sinalização:	4.80
4.6.1	<i>Sinalização Horizontal;</i>	4.80
4.6.1.1	<u><i>A Importância da sinalização horizontal:</i></u>	<u>4.81</u>
4.6.1.2	<u><i>Padrão de formas:</i></u>	<u>4.81</u>
4.6.1.3	<u><i>Padrão de cores:</i></u>	<u>4.82</u>
4.6.1.4	<u><i>Dimensões</i></u>	<u>4.83</u>
4.6.1.5	<u><i>Materiais</i></u>	<u>4.84</u>
4.6.1.6	<u><i>Aplicação e manutenção da sinalização</i></u>	<u>4.84</u>
4.6.1.7	<u><i>Classificação</i></u>	<u>4.85</u>
4.6.1.7.1	<i>... Marcas Longitudinais</i>	4.85
4.6.1.7.2	<i>... Marcas Transversais</i>	4.86
4.6.1.7.3	<i>... Marcas De Canalização</i>	4.87
4.6.1.7.4	<i>... Marcas De Delimitação E Controle De Estacionamento E/ Ou Parada</i>	4.87
4.6.1.7.5	<i>... Inscrições no Pavimento</i>	4.88
4.6.1.8	<u><i>Sinalização Horizontal a Base de Tinta Acrílica</i></u>	<u>4.88</u>
4.6.2	<i>Sinalização Vertical;</i>	4.91

4.6.2.1	Sinalização de regulamentação.....	4.92
4.6.2.2	Sinalização de Advertência.....	4.93
4.6.2.3	Sinalização de Indicação.....	4.94
4.6.3	<i>Sinalização de Obras;</i>	4.95
4.6.3.1	Sinalização Vertical de Obras.....	4.98
5	RELATÓRIO FOTOGRÁFICO	5.106
5.1	Sondagem	5.108
6	BOLETINS DE SONDAGEM.....	6.109
7	A.R.T.	7.119



1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E CONSULTOR:

1.1 Identificação do Empreendedor;

MUNICÍPIO DE ITAPOÁ

CNPJ: 81.140.303/0001-01

Rua Mariana Michels Borges, 201 – ITAPEMA DO NORTE

CEP: 89249-000 – ITAPOA - SC.

Fone: (47) 3443-8800 – E-mail: prefeitura@itapoa.sc.gov.br

Secretário de Planejamento Urbano: Sr. JOÃO GABRIEL GONZATTO ARALDI

1.2 Identificação do Consultor;

DAVANTI ENGENHARIA LTDA

CNPJ: 15.129.617/0001-89

Fone: (48) 3466-3489

Rua Vidal Ramos, 195 – Sala 01 – Centro

Orleans/SC - CEP: 88.870-000.

1.2.1 Equipe Técnica.

Oéliton Antunes Coelho	Engenheiro Civil	CREA 115.283-2
Guilherme Silveira Barzan	Engenheiro Civil	CREA 098.954-4
Mateus Jacques Nazario	Engenharia Civil	CREA 164.158-6
Márcia C. Mattei Della Giustina	Engenheira Agrimensora	CREA 081.383-3
Marcos Cancelier Mattei	Engenheiro Agrimensor	CREA 112.997-9
Regis da Silva	Engenheiro Eletricista	CREA 115.225-0
Rangel Warmeling Feldhaus	Engenheiro Ambiental	CREA 123.791-2
Cassio Martins Coelho	Eng.º Sanit. e Ambiental	CREA 179.384-0
Douglas Da Silva De Souza	Arquiteto e Urbanista	CAU A48070-3
Diego Gabriel Teixeira	Laboratorista	RG. 5.045.861



2 APRESENTAÇÃO:

Os serviços para a elaboração de Projeto Básico e Executivo de Engenharia Rodoviária/Viária da **AV. DO PRÍNCIPE**, da região do **Bairro ITAPEMA DO NORTE**- ITAPOÁ - SC, entre a ESTACA 0+0,000m à ESTACA 0+451,40m, com extensão de 451,40m, foram desenvolvidos de acordo com o termo de referência do Edital de Concorrência Pública nº 22/2021, são constituídos de 4 (quatro) etapas:

1ª Etapa

- Mapa de Situação e Localização;
- Estudos:
Topográficos
Hidrológicos
Geotécnico
Tráfego

2ª Etapa

- Projeto Geométrico
- Projeto Terraplenagem
- Projeto Drenagem
- Projeto de Pavimentação
- Projeto de Sinalização
- Projetos Complementares

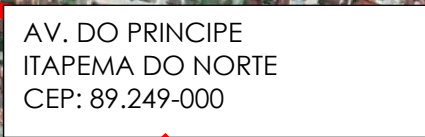
3ª Etapa

- Memorial Descritivo
- Planilha Orçamentária
- Cronograma Físico – Financeiro
- Plano de Trabalho
- ART e Laudo

4ª Etapa

- Aprovação

Abaixo segue localização do empreendimento através de imagem área.



Fonte: Google Earth / Outubro2022

- ## 2.1 Planta de Localização da Área



3 ESTUDOS

3.1 Estudo Topográfico;

Topografia é a base para diversos trabalhos de engenharia, onde o conhecimento das formas e dimensões do terreno é importante. E ela está presente do início ao fim da obra, como na etapa de planejamento e projeto, fornecendo informações sobre o terreno; na execução e acompanhamento da obra, realizando locações e fazendo verificações métricas; e finalmente no monitoramento da obra após a sua execução, para determinar, por exemplo, os deslocamentos.

O trabalho tem como finalidade orientar as equipes que atuam diretamente na implantação do projeto rodoviário a seguirem as orientações constantes nas instruções de serviço IS-204 e IS-205 do DNIT e NBR 13.133 da ABNT de tal forma a minimizar os possíveis erros, reduzindo retrabalhos em campo e até mesmo nos escritórios.

3.1.1 *Objetivos*

Estabelecer a metodologia no desenvolvimento dos Estudos Topográficos para elaboração de projeto de engenharia rodoviária.

Apresentar diretrizes e definições a serem seguidas para os levantamentos topográficos de uma porção limitada da Terra através de aparelhos topográficos, utilizando métodos e técnicas de levantamento para poder resolver os problemas de engenharia através da aplicação da topografia.



3.1.2 Sistema Geodésico Brasileiro

Segundo a NBR 13.133, o SGB (Sistema Geodésico Brasileiro) significa:

“Conjunto de pontos geodésicos descritores da superfície física da terra, implantados e materializados na porção da superfície terrestre delimitada pelas fronteiras do país, com finalidades de utilização que vão desde o atendimento de projetos internacionais de cunho científico, passando pelas amarrações e controles de trabalhos geodésicos e cartográficos, até o apoio aos levantamentos no horizonte topográfico, onde prevalecem os critérios de exatidão sobre as simplificações para a figura da terra”.

O SGB é composto pelas redes altimétricas, planimétricas e gravimétricas e pode ser dividido em duas fases distintas: uma anterior e outra posterior ao advento da tecnologia de observação de satélites artificiais com fins de posicionamento, o qual se mostra amplamente superior nos quesitos rapidez e economia de recursos humanos e financeiro.

Atualmente, o SGB oficial denomina-se **SIRGAS 2000**, o qual possui as seguintes características:

- Sistema Geodésico de Referência: Sistema de Referência Terrestre Internacional (ITRS);
- Elipsoide de Revolução: Do Sistema Geodésico de Referência de 1980 (GRS80), com: semi-eixo maior (a) = 6.378.137,000 e achatamento (f) 1/298,257222101;
- Orientação: Polos;
- Materialização: Todas as estações que compõem a Rede Geodésica Brasileira;
- Referencial Altimétrico: Nível Médio dos Mares definido pelas observações marégrafas tomadas no porto de Imbituba, litoral de Santa Catarina, de 1949 a 1957.

3.1.3 Implantação do Ponto de Apoio

Os serviços de levantamento topográfico foram executados conforme ABNT-NBR 13.133/94 de Execução de Levantamentos topográficos.

O ponto de apoio está amarrado à RBMC do IBGE, utiliza o sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) e a altitude ortométrica (Nível médio dos Mares) foi calculada através do método da ondulação geoidal com software MAPGEO2015.

Todos os trabalhos referentes ao transporte de coordenadas foram efetuados com técnica de Posicionamento Global Relativo Estático por Satélites (GNSS) e calculadas em ambiente virtual através do sistema PPP, disponibilizado pelo IBGE no site ["https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/servicos-para-posicionamento-geodesico/16334-servico-online-para-pos-processamento-de-dados-gnss-ibge-ppp.html?edicao=16335&t=processar-os-dados"](https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/servicos-para-posicionamento-geodesico/16334-servico-online-para-pos-processamento-de-dados-gnss-ibge-ppp.html?edicao=16335&t=processar-os-dados)

O ponto de Apoio denominado **"Base"** recebeu o nome de **"itap"**, e está localizado na RUA ANA MARIA RODRIGUES DE FREITAS, próximo à esquina formada com a AVENIDA CELSO RAMOS, este local foi escolhido pela equipe de campo por ser um local seguro, com boa recepção de sinal e o mais próximo dos locais de trabalho.



Figura 3-1- Localização BASE

Fonte: Google Earth / Setembro 2022



Tabela 3-1 – Coordenadas da Base

Tabela de Pontos						
Nro.	Leste	Norte	Cota	Descrição	Latitude	Longitude
4368	738209.0990	7114056.8910	5.750	itap	S026° 04' 22.75"	W048° 37' 07.35"

Fonte: Arquivo Pessoal

3.1.4 Implantação dos Vértices Topográficos

Os vértices foram implantados em locais onde a possibilidade de serem arrancados é pequena, estes devem apoiar na fase de execução da obra.

Foi utilizado como vértice plaquetas de aço galvanizado contendo as seguintes informações Logomarca e Contato da empresa responsável pelo levantamento, nome do vértice e a frase "Protegido por Lei".

No trecho foram colocados 02 vértices conforme tabela abaixo:

Tabela 3-2-Tabelas dos Vértices Implantados

Tabela de Pontos						
Nro.	Leste	Norte	Cota	Descrição	Latitude	Longitude
7507	738529.2020	7113557.1340	5.342	v694	S026° 04' 38.79"	W048° 36' 55.51"
7508	738518.3420	7113376.6690	4.818	v695	S026° 04' 44.66"	W048° 36' 55.78"

Fonte: Arquivo Pessoal

3.1.5 Levantamento do Eixo de Referência.

Para o início e a antecipação dos levantamentos de campo de geotecnia e outras inspeções necessárias, foi locada inicialmente uma linha de referência no eixo da pista de rolamento, tendo como ponto de partida o entroncamento com a Estaca 0+0,000m.



A demarcação deste levantamento foi feita com parafuso telheiro nas dimensões SX RS 5/16 x 110mm ZC c/ved. a cada 20,00 (vinte) metros até Estaca 0+451,40m.

3.1.6 Levantamento cadastral

A partir do ponto de apoio básico (base), foi realizado com auxílio de estação total e GNSS, o levantamento planialtimétrico cadastral para obtenção de restituição topográfica com precisão compatível com a escala 1: 500 (classe I PAC da NBR 13133/94), sendo realizados alargamentos para abranger toda a área necessária para a correta elaboração do projeto, abrangendo ainda, edificações lindeiras, ruas de acessos, localização atual dos bordos e eixo da pista existente, calçada, Pé e Crista de Talude, Caixas Coletoras de drenagem, Meio Fio, Muro e Cerca existente, Placas de Sinalização, Poste, Galeria Pluvial Existente e Valos.

Foram levantadas ainda as “linhas de quebra” (talvegues, divisores, etc.), os elementos construídos. Além disso, a equipe topográfica da empresa elaborou o cadastro de todo o posteamento e arvores na área em estudo.

O levantamento da nuvem de pontos contempla todos os pontos característicos dentro da faixa de domínio (offsets existentes, benfeitorias, vegetação, uso do solo, obras de artes especiais e correntes, áreas com problemas de degradação ambiental, redes elétricas, telefônicas, de fibra ótica, adutoras de água potável, redes de água pluvial de esgoto e gás) coletando no mínimo 200 pontos por hectare.

Observando-se os seguintes itens:

- ✓ Rede Elétrica (localização);
- ✓ Árvores (árvores com diâmetros entre 15 e 30 cm e árvores com diâmetro maior que 30 cm);



- ✓ Obras-de-Arte Correntes (montante e jusante e cota da máxima cheia de vestígios, identificando o tipo de dimensão da obra);
- ✓ A altimetria deverá ser detalhada de acordo com as características do terreno (pé e crista de taludes, erosões, etc.).

Segue abaixo Tabela com relação dos códigos utilizados no levantamento e seus respectivos significados.

Tabela 3-3 – Tabela de Códigos de Levantamento.

Código	Significado
ch	Pista Existente
asf	Asfalto Existente
bo	Bordo de Pista Existente
ace	Acesso Existente
mu	Muro existente
ce	Cerca Existente
cr	Crista de Talude
pe	Pé de Talude
talude	talude
talvegue	Talvegue
pt	Poste
tubo	Galeria Pluvial existente
valo	Valo Existente
edif	Edificação
pco	Ponto de Cota
Pc	Ponto de Controle
Onibus	Ponto de ônibus
v-	Vértice de apoio.

Fonte: Arquivo Pessoal

3.1.7 Equipamentos Utilizados

Para a execução dos trabalhos geodésicos e de topografia foram utilizados equipamentos de última geração tecnológica, considerado fator primordial para execução de medidas e veracidade das observações.

Para execução do transporte de coordenadas, foi utilizado um par de receptores GPS Geodésico, Marca GNSS Gintec F90 RTK, o tripla frequência, com:



INFORMAÇÕES TÉCNICAS

	Itens	Especificações		
GNSS	Placa GPS	Novatel OEM729	Hemisphere P328	Americana BD990*
	Canais	555	394	336
	Satélites	GPS: L1CA/L1C/L2C/L2P/L5	GPS: L1CA/L1P/L1C/L2P/L2C/L5	GPS: L1 CA/L2E/L2C/L5
		GLONASS: L1CA/L2C/L2P/L3/L5	GLONASS: G1/G2, P1/P2	GLONASS: L1CA/L2CA/L3
		BeiDou: B1/B2/B3	BeiDou: B1/B2/B3	BeiDou: B1/B2/B3
		GALILEO: E1/E5/ALTB/C/E5A/E5B/E6	GALILEO: E1BC/E5A/E5B	GALILEO: E1/E5A/E5B/E5ALT
		NAVIC: L5	QZSS: L1CA/L2C/L5/L1C	NAVIC L5
		SBAS: L1/L5	SBAS: L1 CA/L5	QZSS: L1CA/L1SAIF/L1C
	QZSS: L1CA/L1C/L2C/L5/L6		SBAS: L1 CA/L5	
	Taxa de Atualização	5Hz Padrão ¹Atualizável para 100Hz	5Hz Padrão ¹Atualizável para 50Hz	50Hz Padrão
	Precisão Estática	Horizontal: ± (2.5+1 x 10 ⁻⁶) mm	Horizontal: ± (2.5+1 x 10 ⁻⁶) mm	Horizontal: ± (2.5+1 x 10 ⁻⁶) mm
Vertical: ± (5+1 x 10 ⁻⁶) mm		Vertical: ± (5+1 x 10 ⁻⁶) mm	Vertical: ± (5+1 x 10 ⁻⁶) mm	
Precisão RTK	Horizontal: ± (10+1 x 10 ⁻⁶) mm	Horizontal: ± (8+1 x 10 ⁻⁶) mm	Horizontal: ± (2.5+1 x 10 ⁻⁶) mm	
	Vertical: ± (20+1 x 10 ⁻⁶) mm	Vertical: ± (15+1 x 10 ⁻⁶) mm	Vertical: ± (15+1 x 10 ⁻⁶) mm	
Alimentação	Bateria	Bateria Dupla: 7.2V/3400mAh*2. (Autonomia para até 10 horas de duração)		
	Entrada	9~28V DC		
Elétrica	Sistema Operacional	Linux		
	Memória	Interna 8G: TF Estendido. Máximo de 32G		
	Bluetooth	V2.1 + EDR / V4.1 Modo Duplo, Classe 2		
	WIFI	802.11 b/g/n		
	4G	Todas as áreas com exceção dos EUA		América do Norte
		EC25-E, 4G		EC25-A, 4G
		FDD LTE: B1/B3/B5/B7/B8/B20		FDD LTE: B2/B4/B12
		TDD LTE: B38/B40/B41		WCDMA: B1/B4/B5
		WCDMA: B1/B5/B8		
		GSM: B3/B8		
	Protocolo UHF Interno	TRM101: 1W de potência, Frequência 410-470 MHz		
Distância de trabalho: 5Km em condições ideais				
SATEL, PCC-GMSK, Trim Talk 450S, South, TrimMark III(19200), South 19200				
Bolha Eletrônica	Disponível + Sensor de Inclinação			
Conexões	TNC	Para Antena UHF		
	5 Pinos	Rádio Externo e Fonte Externa		
	7 Pinos	Conexão com o PC, Controladora e outros dispositivos externos, como Ecobatímetros		
	Outras	SIM Slot e TF Slot		
Interface	Botões	Botão de Ligar		
	Display	4 Indicadores sendo: Satélites, Link de Dados, Bluetooth e Status WIFI		
	Idiomas	Suporte de voz Multi-Idiomas TTS		
Estrutura	Dimensão	156mm x 76 mm		
	Peso	1.2 Kg com as Duas baterias inclusas		
Ambiente	Temp. de Trabalho	-30°C ~ +65°C		
	Temp. Armazen.	-40°C ~ +80°C		
	Proteção	IP67		
	Quedas	Até 2 metros no bastão e queda natural de 1,2 metros		
	Umidade	100%		



Juntamente, foram utilizadas estações Totais Marca Topcon, modelos GTS W3100, ambas com coletor interno de dados, tendo a NBR 362 precisão angular de 7" e precisão linear de 2 mm + 2.

3.1.8 *Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)*

Sumário do Processamento do marco: itap

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2022/07/25 12:46:50,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2022/07/25 21:22:25,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	NÃO DISPONÍVEL
Órbitas dos satélites: ¹	RÁPIDA
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	5,00
Sigma ² da pseudodistância(m):	5,000
Sigma da portadora(m):	0,010
Altura da Antena ³ (m):	2,278
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	1,41 GPS 2,21 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,93 GPS 1,02 GLONASS

Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (É a que deve ser usada) ⁴	-26° 04' 22,7494"	-48° 37' 07,3479"	5,75	7114056.891	738209.099	-51
Na data do levantamento ⁵	-26° 04' 22,7408"	-48° 37' 07,3497"	5,75	7114057.157	738209.054	-51
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,001	0,002	0,004			

Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA	
Fator para Conversão (m):	0,07	Incerteza (m): 0,09
Altitude Normal (m):	5,68	

Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

¹ Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCAN).

² O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

³ Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

⁴ A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

⁵ A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

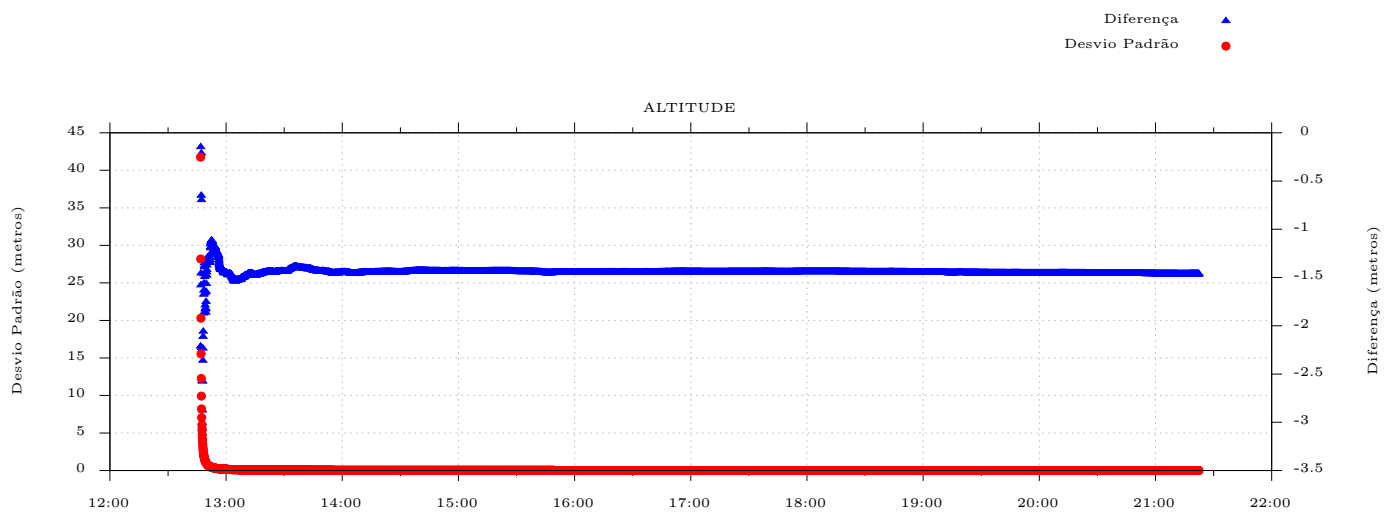
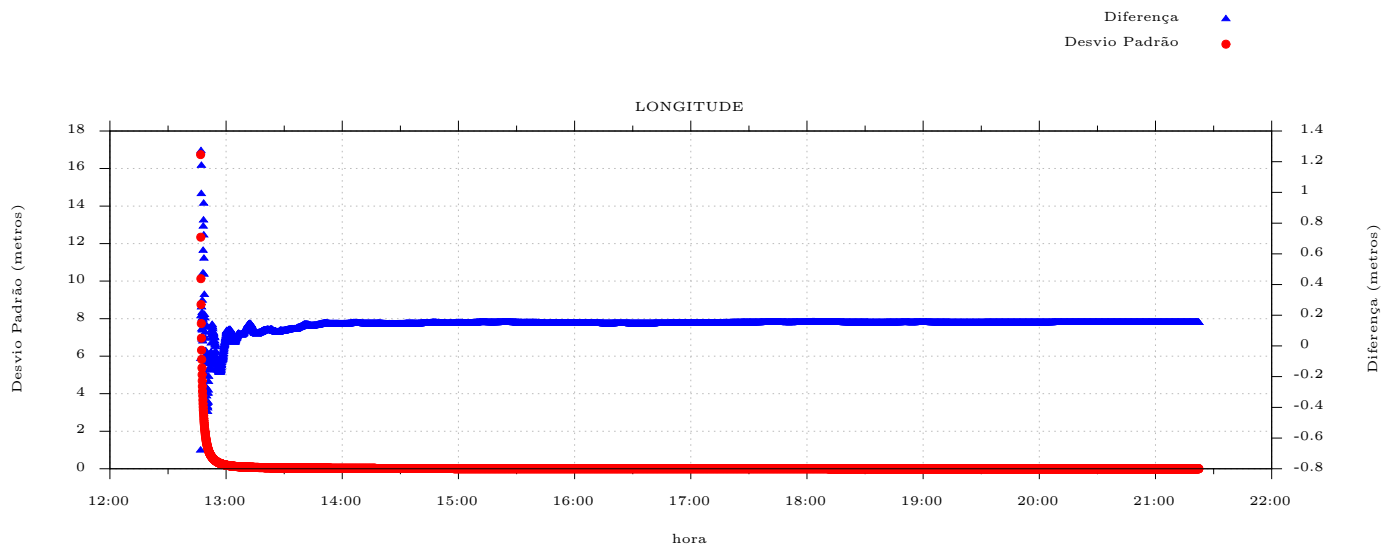
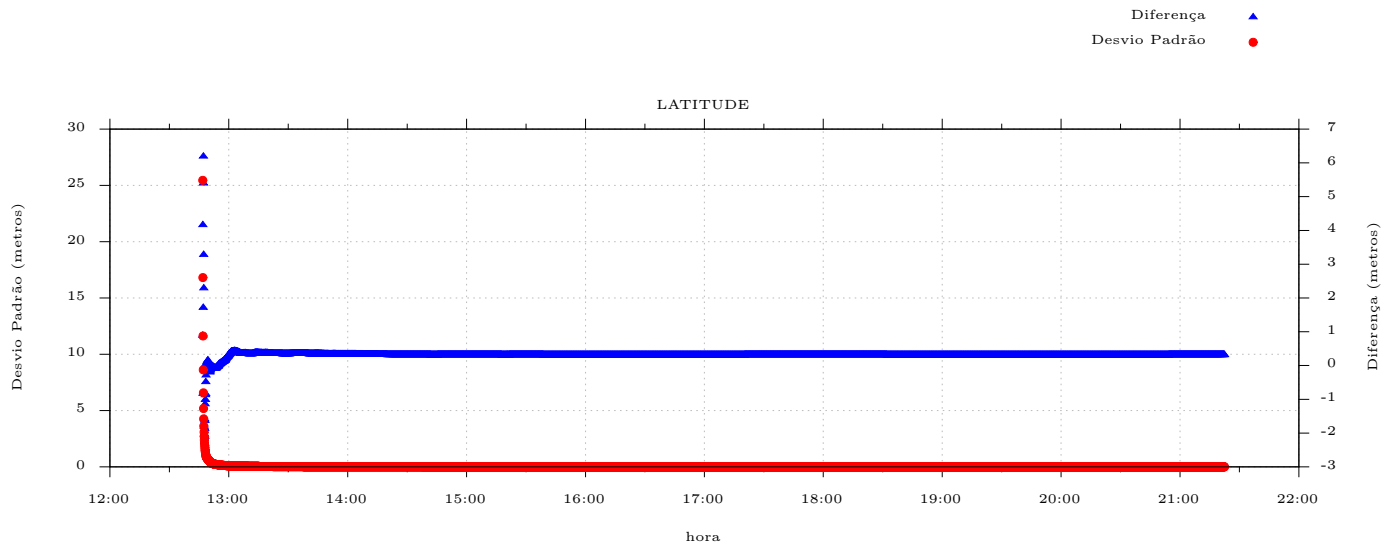
⁶ Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário.

Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: ibge@ibge.gov.br ou pelo telefone 0800-7218181.

Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN)

Processamento autorizado para uso do IBGE.





3.2 Estudo Hidrológico;

Hidrologia segundo a definição contida no Dicionário Aurélio “Hidrologia é o estudo da água nos estados, sólidos, líquido e gasoso, da sua ocorrência, distribuição e circulação na natureza”.

O estudo hidrológico tem por objetivo a obtenção de elementos e o estabelecimento de critérios para a determinação das vazões para o dimensionamento das obras de drenagem novas e verificação de suficiência das obras de drenagem existentes.

Com o estudo hidrológico, buscam-se obter as precipitações mais severas ocorridas ao longo dos anos, e a intensidade das chuvas mais críticas, as quais serão submetidas os dispositivos de drenagem projetados e existentes. A partir dessas informações torna-se possível calcular a vazão a ser recebida por cada dispositivo de drenagem a ser implantado no local e também os existentes.

O Estudo Hidrológico que apresentamos possui os resultados da coleta e processamento dos dados pluviométricos e fluviométricos obtidos de estações meteorológicas de órgão oficiais, com objetivo de definir as vazões e níveis d'água para o dimensionamento das obras de arte e dispositivos de drenagem. Também foi efetuada visita “in-loco”, visando obter junto a funcionários da prefeitura municipal de Itapoá e a moradores mais próximos da obra, informações do histórico das ocorrências mais significativas, tais como:

- Máxima cheia;
- Transbordamento das obras existentes
- Saídas D'agua
- Pontos de alagamentos
- Entre outras.

3.2.1 Coleta de Dados

Para este estudo a consultoria utilizou os seguintes dados:

- Imagem de satélite do Google Earth;
- Cartas digitais IBGE - Esc. 1:50.000;
- Dados Pluviométricos da estação são apresentados a seguir:

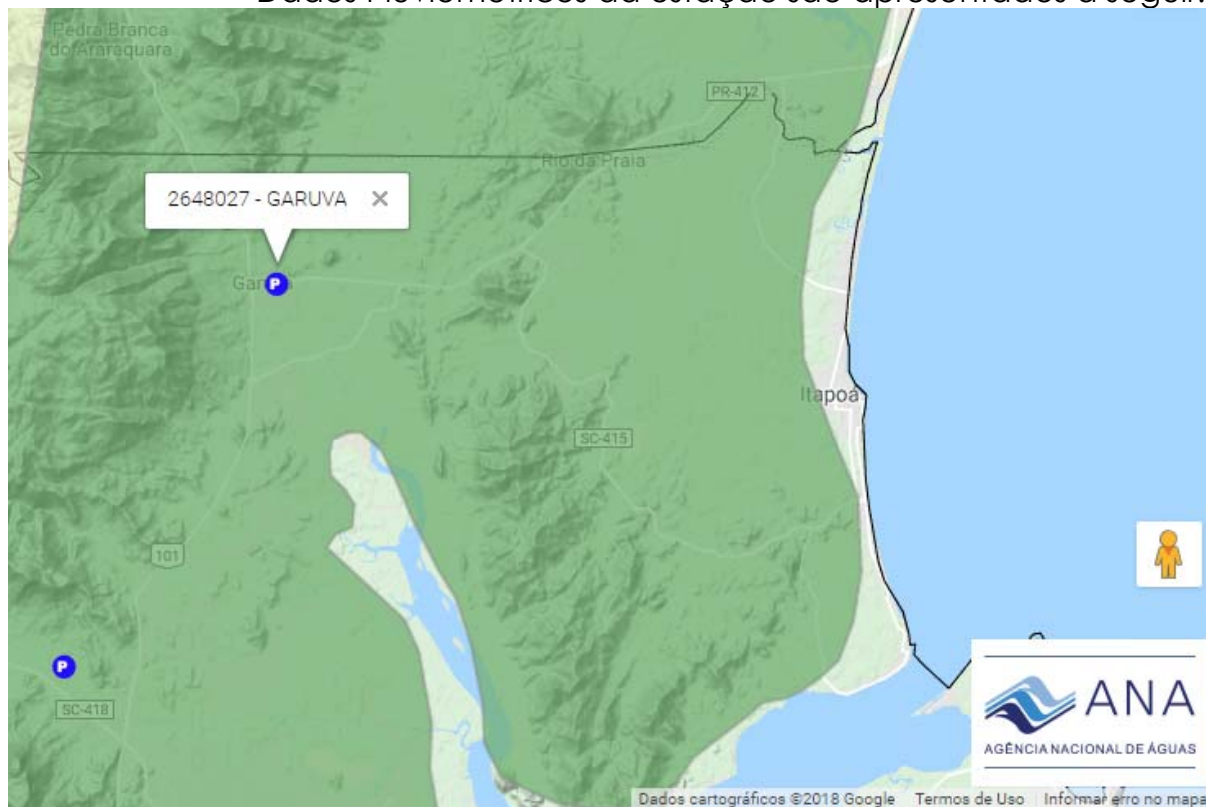


Figura 3-2 – Localização da Estação Pluviométrica

Fonte: Hidroweb

A Figura acima mostra a localização da estação pluviométrica para o trecho em estudo, a distância entre a estação e o traçado do projeto em questão é de aproximadamente 40 Km.

As informações a respeito desta estação são apresentadas na Tabela abaixo, tais informações foram retiradas do Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas - ANA.



Tabela 3-4 – Dados da Estação Analisada para o Trecho

Dados da Estação	
Código	02648027
Nome Estação	GARUVA
Código Adicional	
Bacia	8 - ATLÂNTICO, TRECHO SUDESTE
SubBacia	82 - RIOS NHUNDIAQUARA, ITAPOCU E ..
Rio	
Estado	SANTA CATARINA
Município	GARUVA
Responsável	ANA
Operadora	EPAGRI-SC
Latitude	S 26° 2' 8.16"
Longitude	W 48° 51' 0.00"
Altitude (m)	80.0
Área de Drenagem (Km²)	

Fonte: Hidroweb

Os dados de chuva (Leituras pluviométricas e pluviográficas) podem ser obtidos através da Agência Nacional de Águas ANA no endereço <http://hidroweb.ana.gov.br>.

Foi escolhida a estação pluviométrica de Garuva por estar localizada próxima da área de intervenção do projeto e conter uma série história satisfatória para o dimensionamento dos itens do projeto.

Para projetos desta magnitude é necessário no mínimo uma série de 15 anos, sendo que a referida estação contém uma série de 42 anos, o que possibilitou o descarte de 5 anos que não estavam completos, restando para os cálculos 37 anos.



3.2.2 Pluviometria

Pluviometria é o ramo da climatologia que se ocupa da distribuição das chuvas em diferentes épocas e regiões, representa-se a quantidade de chuva pela altura de água caída e acumulada sobre uma superfície plana e impermeável. Ela é avaliada por meio de estações meteorológicas da ANA, utilizando-se aparelhos chamados *pluviômetros ou pluviógrafos*, conforme sejam simples receptáculos da água precipitada ou registrem essas alturas no decorrer do tempo.

Nesse estudo, visou-se construir uma obra que seja adequada para escoar a vazão de projeto. No caso normal, pode-se correr o risco, assumido após considerações de ordem econômica, de que a estrutura venha a falhar durante a sua vida útil, sendo necessário, então, conhecê-lo.

Para isso analisamos estatisticamente as observações realizadas nos postos hidrométricos, verificando-se com que frequência elas assumiram dada magnitude. Em seguida, podem-se avaliar as probabilidades teóricas de ocorrência das mesmas.

Os dados observados podem ser considerados em sua totalidade, o que constitui uma *série total*, ou apenas os superiores a um certo limite inferior (*série parcial*), ou, ainda, só o máximo de cada ano (*série anual*).

Eles são ordenados em ordem decrescente e a cada um é atribuído o seu número de ordem m (m variando de 1 a n , sendo n = número de anos de observação).

A frequência com que foi igualado ou superado um evento de ordem m (*precipitação maior que 100 mm/d*) é:

Método da Califórnia:

$$F = \frac{m}{n} \rightarrow F = \frac{33}{37} \rightarrow F = 0,89 \text{ ou } 89\%$$

Considerando-a como uma boa estimativa da probabilidade teórica (P) e definindo o tempo de recorrência (período de recorrência,



tempo de retorno) como sendo o intervalo médio de anos em que pode ocorrer ou ser superado um dado evento, tem se a seguinte relação:

$$P = \frac{1}{F} \rightarrow P = \frac{1}{0,89} \rightarrow F = 1,12 \text{ ANOS}$$

Conclusão eventos de precipitações maiores que 100 mm tem a probabilidade de ser igualada ou superada de 89% e o seu tempo de recorrência é de 01 anos.

3.2.2.1 Tipos de Chuva

Precipitação é a queda de água na superfície do solo, não somente no estado líquido – chuva – como também no estado sólido – neve e granizo.

A chuva é resultado do resfriamento que sofre uma massa de ar ao expandir-se, quando se eleva a temperatura, aumentando gradativamente a umidade relativa dessa massa de ar. Atingida a saturação, poderá iniciar-se a condensação e a formação das nuvens ou mesmo a precipitação, que se apresenta tanto mais intensa quanto maior for resfriamento e a quantidade de água contida no ar ascendente.

A ascensão do ar úmido é o processo que produz condensação e precipitações consideráveis; deste modo, as chuvas são classificadas segundo as causas do movimento ascendente, a saber:

- Chuva orográfica – É causada pela elevação do ar ao subir e transpor cadeias de montanhas, produzindo precipitações locais, mais elevadas e frequentes no lado dos ventos dominantes.
- Chuva ciclônica – É causada por ciclones com depressões centrais provocando movimentos atmosféricos ascendentes.
- Chuva de convecção – Resulta dos movimentos ascendentes do ar quente mais leve do que o ar mais denso e frio que o rodeia.



3.2.3 Processamento de Dados Pluviométricos e Pluviográficos

A partir da obtenção dos dados de chuva (Pluviométricos e pluviográficos), foi realizado o processamento com auxílio do software Hidro 1.2 disponibilizado no site <http://hidroweb.ana.gov.br>, para avaliação da precipitação ($P = \text{mm}$) e a intensidade pluviométrica ($I = \text{mm/h}$) relacionado com o tempo adotado no projeto e o cálculo de concentração das bacias.

Com o processamento dos dados indicado acima foi possível obter os seguintes dados: Quadro Resumo das máximas precipitações Mensais, Dos dias de chuva, precipitação total mensal e precipitação máxima de 24 horas; A intensidade pluviométrica/precipitação, relacionadas com o tempo de recorrência (Tr) Adotado no projeto e o tempo de concentração das bacias (Tc), A curva de intensidade x Duração x Frequência.

3.2.3.1 Precipitação Total Mensal

Tabela 3-5 – Tabela do Total de Precipitações

PRECIPITAÇÃO TOTAL MENSAL														Tot al	Méd ia	Míni mo	Máxi mo
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez					
1977	426 ,8	253 ,1	365	223 ,4	49, 7	36, 9	48, 4	90	167 ,8	379 ,2	337 ,4	299 ,6		267 7	223	37	427
1978	273 ,6	275 ,4	140 ,2	46, 8	62, 1	94	113 ,4	95, 9	171	173 ,7	299 ,8	382 ,9		212 9	177	47	383
1979	431 ,2	368 ,1	389 ,9	237 ,8	162 ,6	74	101	146 ,5	355 ,5	189 ,4	306 ,2	300 ,8		306 3	255	74	431
1980	630 ,3	340 ,4	320 ,5	146	86, 2	172 ,8	272 ,4	203 ,8	227 ,1	270 ,8	172 ,2	762 ,8		360 5	300	86	763
1981	673 ,5	279 ,4	443 ,8	134 ,6	259 ,7	44, 2	132 ,3	156 ,6	98, 6	311 ,2	234 ,4	285 ,3		305 4	254	44	674
1982	316 ,7	377 ,6	629 ,3	303 ,2	232 ,8	329 ,4	319 ,6	112 ,4	30	289 ,2	404	265 ,4		361 0	301	30	629
1983	507	433	191 ,8	229 ,4	348 ,3	292 ,2	535 ,3	63, 8	300 ,3	251 ,6	249	309 ,4		371 1	309	64	535
1984	225 ,6	112 ,2	334 ,4	204 ,8	132 ,2	176 ,4	92, 5	198 ,1	97	144	397 ,2	166		228 0	190	93	397
1985	280 ,2	548 ,2	256 ,6	298 ,4	52, 2	36, 8	50, 2	17, 2	168 ,4	131 ,2	233 ,8	208 ,2		228 1	190	17	548
1986	359 ,4	504 ,8	255 ,8	107 ,8	98	13, 2	102 ,2	239	243 ,1	234 ,4	286 ,2	311 ,7		275 6	230	13	505
1987	464 ,8	517 ,6	154 ,4	295	234 ,2	112 ,6	60, 8	79	143	171 ,4	123	217 ,4		257 3	214	61	518

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAPOÁ
PROJETO – AV. DO PRÍNCIPE



1988	588,5	330,8	544,3	323,7	325,8	65	44,7	52	468	211,4	56,3	388,3	339,9	283	45	589
1989	575,5	399,4	442,2	210,7	171,3	49,2	130	16,7	475	119,8	111,2	105,4	280,6	234	17	576
1990	128,2	185,6	311,9	97,9	33,2	67	61	14,5	48,5	81,5	122,2	63,2	236,9	197	15	1282
1991	43,2	46,1	62,8	68,6	65,8	134	55,4	79,6	201,9	322,7	509,4	209,6	179,9	150	43	509
1993	440,2	331,6	246,2	99,8	104,7	99,6	101,9	21,2	342,7	157,2	101,2	219,8	226,6	189	21	440
1994	256	240,4	440,6	180,8	214,9	89,9	171,2	23,5	48,4	241	259	313,9	248,0	207	24	441
1995	573,8	684,5	122,5	78,8	50,7	126,1	215,2	63,5	160,9	172,8	178,8	308	273,6	228	51	685
1996	503,4	359,6	371,2	292,7	44,7	168,8	139,3	54,8	281,6	156,4	242,1	275,1	289,0	241	45	503
1997	461,7	202,3	268,4	42,7	71,8	76,4	56,2	134,9	156,8	414,7	320,7	176,4	238,3	199	43	462
1998	427,8	494,3	318,7	161	21,4	72,1	126,2	380	360,7	280,4	168,6	235,8	304,7	254	21	494
1999	534,2	370,7	408,5	147,5	58,8	118	251,5	43,5	172	275,1	213,6	270,3	286,4	239	44	534
2000	398,1	337,9	164,5	72,8	23,2	111,5	41,9	70,7	223,4	169,6	186,7	351,9	215,2	179	23	398
2001	543,6	731,5	452,4	179,2	237,3	169,4	196	67,4	306,2	221,7	229,7	139,5	347,4	289	67	732
2002	444,5	157,6	227,4	172,6	116,2	97,4	39,2	152,9	191,1	182,9	228,1	262,7	227,3	189	39	445
2003	689,9	208,5	314,4	73,4	65,3	110,2	93	33,6	147,2	112,7	143,2	254,9	224,6	187	34	690
2004	335,5	335,5	164,1	449,6	152,2	88	151,2	49,5	214,2	126,3	161,6	355,8	258,4	215	50	450
2005	347,2	174,7	349,2	200	127,1	104,7	101,1	156,1	368,4	210,1	215,9	265,3	262,0	218	101	368
2006	173,1	307,8	507,1	106,3	33,4	54,5	58,7	47,7	200,4	161,7	461,2	192,4	230,4	192	33	507
2007	474,5	302,4	219	114,8	187,5	30,7	77,6	58,3	121,2	144,9	345,8	250,4	232,7	194	31	475
2008	688,9	572,4	281,2	148,7	74,5	93,5	35	106,2	176,8	455,5	101,0	234,8	387,7	323	35	1010
2009	508	225,1	287,4	235,7	55,3	78,7	246,5	156,2	299,8	183,6	215,9	202,5	269,5	225	55	508
2011	526,4	431,7	550	82,5	53,6	101,8	174,9	399,5	178	213	164,7	244,9	312,1	260	54	550
2012	366,4	206,1	54,3	349,1	207,4	252,2	166,2	36,1	73,3	201,2	291,2	233,5	243,7	203	36	366
2013	357,2	241	238,4	97,7	107,9	245,1	158,9	97,3	162,1	133,9	233,6	182,1	225,5	188	97	357
2014	178,1	163,9	240,4	196,7	94,7	304,2	89,1	70,9	154,2	60,7	93,5	290,7	193,7	161	61	304
2016	273,8	582,2	209,4	167,8	229,4	128,9	132,4	119,6	68,9	337,7	84,2	144,3	247,9	207	69	582
VALOR DE ORDEM MENSAL																
Média	448	341	305	178	126	119	134	106	206	213	254	262				
MÍNIMO	43	46	54	43	21	13	35	15	30	61	56	63				
MÁXIMO	128,2	732	629	450	348	329	535	400	475	456	101,0	763				

Fonte: Hidroweb

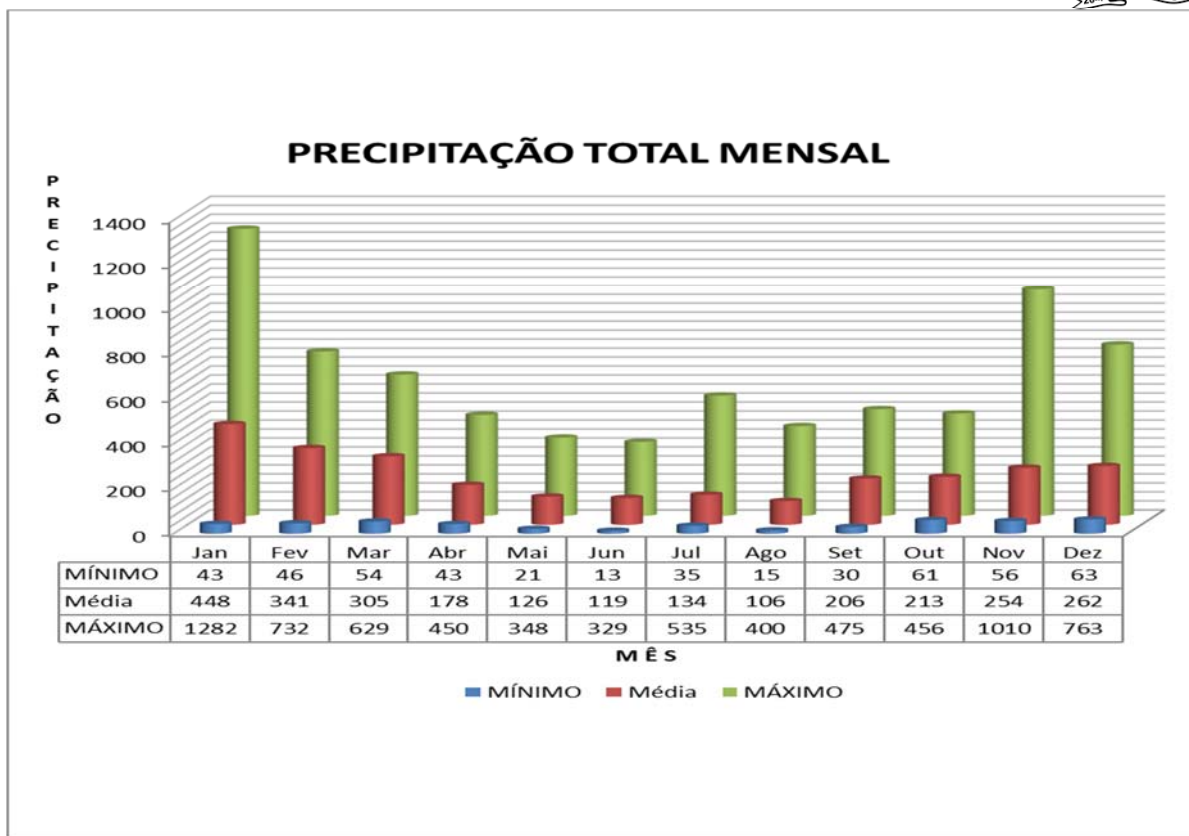


Figura 3-3 – Gráfico da Precipitação Total Mensal

Fonte: Arquivo Pessoal

3.2.3.2 Precipitação Máxima Mensal

Tabela 3-6 – Tabela da Precipitação Máxima Mensal

PRECIPITAÇÃO MÁXIMA MENSAL																
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ag	Set	Out	Nov	Dez	Tot	Mé	Míni	Máxi
1977	85,2	85,8	120,4	33,4	10,3	21,2	30,2	22,6	17,2	93,4	87,2	39	64,6	54	10	120
1978	51	43,2	25,6	13,4	44,6	46	32,4	22	48,2	10,0	52,2	121,6	60,0	50	13	122
1979	116,4	64,6	95,4	70,6	45,6	27,2	27,2	45,2	75	27,8	93,2	102	79,0	66	27	116
1980	198,4	82,8	75	41,2	28,6	33,2	66,2	90	52,4	49,6	45,4	145,8	90,9	76	29	198
1981	150,1	121,4	132,2	30,6	107,6	11,2	44,2	42	25	53,8	57,2	43,2	81,9	68	11	150
1982	68,5	60,8	115,8	111	126,6	89	102,2	30,2	7,8	86,6	59,8	56,2	91,5	76	8	127
1983	92,6	118,2	26	36,2	105,4	109,6	90,2	30,2	80	54,2	64,2	54,4	86,1	72	26	118
1984	33,2	37,6	58,2	84,8	29,2	91,2	23	35	25	34	105	45,2	60,1	50	23	105
1985	79,1	146,4	41,2	85,2	42,6	33,2	24,2	17,2	44,6	29,6	58,6	48,4	65,0	54	17	146
1986	71,4	152,2	79,6	37,6	28,2	6,4	28,2	50,4	70,2	90	65,2	60	73,9	62	6	152

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAPOÁ
PROJETO – AV. DO PRÍNCIPE



1987	60,8	90,4	32,2	50,4	63,2	54,6	18,6	45	52,6	34,4	24	43,6	57,0	47	19	90
1988	140,2	74	110,5	34,5	56,6	17,9	22,7	17,8	69,7	36	10	86	67,6	56	10	140
1989	105	120	98,6	56	56	25	66	3,9	120	27	56	46	78,0	65	4	120
1990	125	125	86,5	23,4	10	25	21	5	28	31,5	46	14,2	54,1	45	5	125
1991	9,2	9,4	12	9,8	21,8	28,2	26	27,2	31,2	75,8	116,4	31	39,8	33	9	116
1993	58,2	53,4	43,8	28	38,6	30,6	52,2	5,7	69	48,2	56,6	44	52,8	44	6	69
1994	60,8	61,6	106,4	46,4	90	25	58,8	11,8	14,3	31,8	110,6	59,4	67,7	56	12	111
1995	72,6	183,3	28,2	34,6	38,6	32,6	134,6	42,4	36	34,3	42,8	88,8	76,9	64	28	183
1996	105,6	100,8	55,2	60	14	37,4	75,2	31,4	66,8	36,6	55,6	76,6	71,5	60	14	106
1997	136,6	30,3	85	12,3	17,2	25,3	19,6	39,2	68,3	98,5	75,4	63	67,1	56	12	137
1998	94	95,5	73,1	32,5	11,7	48,7	38,1	131,4	79	55,5	35,3	77,7	77,3	64	12	131
1999	132,8	91,9	60,6	64,2	17,2	33,3	74,1	14,2	35,2	70,3	66,3	51,8	71,2	59	14	133
2000	63	109,8	31,1	36,4	14,5	42,1	18,7	27,7	56,6	20,5	31,3	88,8	54,1	45	15	110
2001	160,3	147,9	174,7	35,2	49,6	91,5	61,1	16,8	108,5	56,9	28,2	61,7	99,2	83	17	175
2002	96,9	25,6	39	38,7	20,5	34,9	13,2	42,5	43,8	51,4	53	71,3	53,1	44	13	97
2003	225,3	52,1	137,6	18,1	28,5	21,3	45,1	6,8	36,2	18,1	43,4	40,3	67,3	56	7	225
2004	92,3	114,9	37,3	84,4	28,1	29,3	41,4	17,6	104,6	22,7	28,1	72,2	67,3	56	18	115
2005	87,8	58,4	173,5	62	30	40,1	32,5	57	69,1	37,3	48,4	40,7	73,7	61	30	174
2006	67	65	145,4	27,8	13,7	15,3	27,6	17	38,1	52,7	104,1	30,5	60,4	50	14	145
2007	114,1	85,6	40,3	42,8	29	10,3	30,4	19,9	43,7	20,7	124,2	92	65,3	54	10	124
2008	93,2	122,1	54,4	34,3	39,7	34	32,8	33,2	31,9	87,8	225,6	67,9	85,7	71	32	226
2009	123,4	37,9	67,2	91,8	11,7	15	45,3	76,8	56,8	44,4	46,1	33,2	65,0	54	12	123
2011	99,9	123,8	105,8	26,8	17	23	37,9	76,7	72,4	66,9	63,8	46,2	76,0	63	17	124
2012	61,9	73,2	9	78,5	73	97,7	25,3	13,8	25,1	82,8	107,9	55,4	70,4	59	9	108
2013	98,4	47,4	57,6	24,3	44,5	62,2	70,7	24,4	66,4	18	48,6	43,5	60,6	51	18	98
2014	30,9	40	32	49,3	35,6	133,3	19,7	29,2	35	18,9	20,3	78,2	52,2	44	19	133
2016	89,9	103,8	37,3	102,5	66,5	43,4	94,5	37,3	51,1	76,8	18,9	23,3	74,5	62	19	104
VALOR DE ORDEM MENSAL																
MÉDIA	96	85	73	47	41	42	45	34	53	51	64	61				
MÍNIMO	9	9	9	10	10	6	13	4	8	18	10	14				
MÁXIMO	225	183	175	111	127	133	135	131	120	100	226	146				

Fonte: Hidroweb

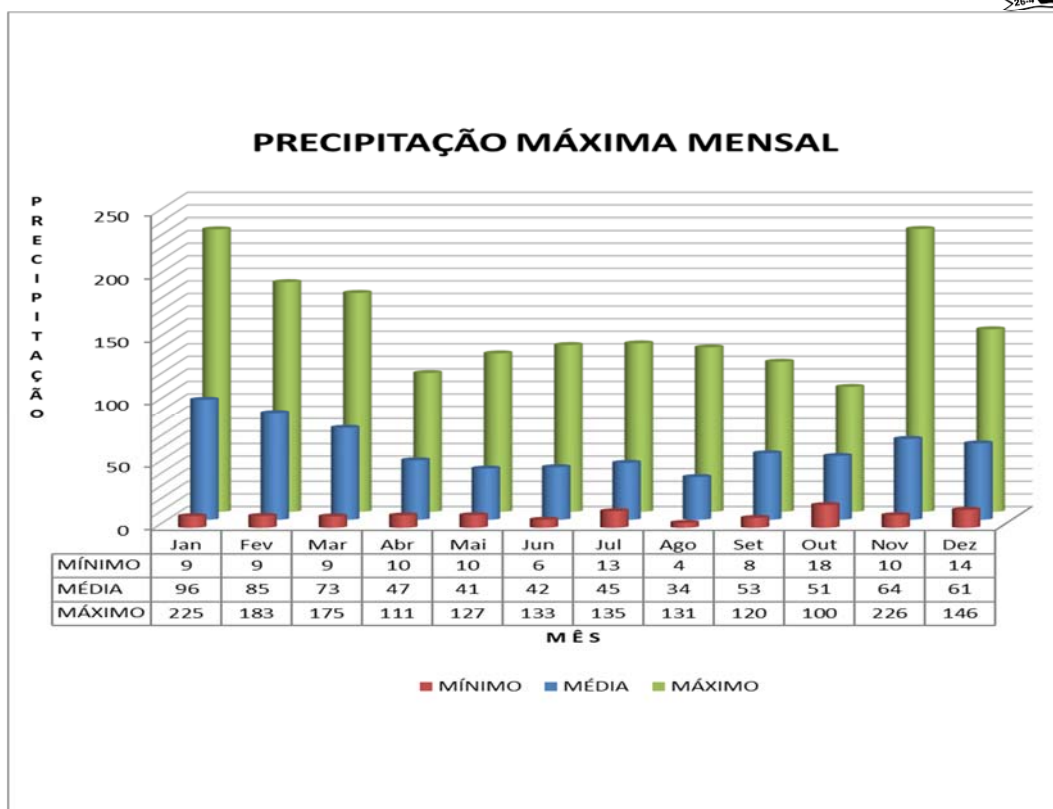


Figura 3-4 – Gráfico da Precipitação máxima mensal
Fonte: Arquivo Pessoal

3.2.3.3 Dias de Chuva

Tabela 3-7 – Tabela dos Dias de Chuva

DIAS DE CHUVA														Tot al	Médi a	Mínim o	Máxim o
Ano	Ja n	Fe v	M ar	Ab r	M ai	Ju n	J ul	Ag o	Se t	Ou t	No v	De z					
1977	22	9	15	16	7	8	5	15	21	21	23	23		185	15	5	23
1978	19	24	10	16	7	9	1	13	15	11	25	20		183	15	7	25
							4										
1979	31	26	28	27	24	11	2	21	25	28	23	31		298	25	11	31
							3										
1980	25	24	25	11	12	10	1	16	20	20	14	27		216	18	10	27
							2										
1981	28	14	24	18	19	13	2	15	18	28	24	26		247	21	13	28
							0										
1982	28	25	31	25	10	26	1	16	12	22	25	23		253	21	10	31
							0										
1983	26	17	25	29	30	22	2	15	26	19	21	20		272	23	15	30
							2										
1984	19	11	20	18	16	10	1	22	11	11	24	19		194	16	10	24
							3										
1985	16	19	18	22	5	2	7	1	13	8	11	8		130	11	1	22
1986	19	17	15	12	9	4	1	14	15	11	17	16		162	14	4	19
							3										
1987	26	19	13	23	17	7	1	7	14	18	12	17		183	15	7	26
							0										

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAPOÁ
PROJETO – AV. DO PRÍNCIPE



1988	23	23	20	21	19	8	7	8	10	17	9	14	179	15	7	23
1989	25	14	19	16	12	8	1	6	19	13	11	13	170	14	6	25
1990	30	4	17	15	10	11	1	5	9	11	12	12	147	12	4	30
1991	9	9	10	11	12	12	8	10	17	15	15	12	140	12	8	17
1993	24	23	24	10	12	11	1	10	22	19	12	25	204	17	10	25
1994	23	23	24	22	14	8	1	7	19	23	18	17	211	18	7	24
1995	27	19	21	5	7	11	1	13	13	17	15	13	171	14	5	27
1996	24	21	23	15	9	16	1	5	20	16	17	15	192	16	5	24
1997	18	20	21	9	12	6	7	11	12	19	18	17	170	14	6	21
1998	25	17	23	16	4	6	1	13	21	20	15	14	187	16	4	25
1999	27	19	22	15	9	18	1	7	13	20	18	20	207	17	7	27
2000	23	21	23	7	6	6	4	9	18	21	22	19	179	15	4	23
2001	19	20	20	18	15	11	1	7	20	14	20	17	194	16	7	20
2002	25	18	18	18	19	16	1	13	13	16	19	25	211	18	11	25
2003	26	16	19	14	11	12	1	11	15	16	12	24	190	16	11	26
2004	25	19	18	19	19	12	1	11	17	15	19	22	211	18	11	25
2005	20	20	18	21	11	9	1	9	26	25	18	20	209	17	9	26
2006	11	18	21	13	10	17	6	11	15	21	22	23	188	16	6	23
2007	24	21	11	17	16	7	8	7	11	19	22	19	182	15	7	24
2008	29	23	19	16	10	15	3	18	22	26	27	17	225	19	3	29
2009	24	16	16	17	11	12	1	11	23	23	16	20	208	17	11	24
2011	24	24	27	17	10	13	2	21	11	20	15	21	223	19	10	27
2012	26	14	16	22	17	15	1	9	12	16	18	22	202	17	9	26
2013	26	24	27	12	14	16	1	17	14	19	22	22	225	19	12	27
2014	21	15	26	25	13	13	1	7	15	11	15	17	193	16	7	26
2015	25	19	28	17		10	1	5	16	30	30	29	226	21	5	30
2016	13	19	21	9	18	12	1	13	13	26	18	21	194	16	9	26
VALOR DE ORDEM MENSAL																
MÉDIA	23	19	20	17	13	11	1	11	16	19	18	19				
MÍNIM O	9	4	10	5	4	2	3	1	9	8	9	8				
MÁXIM O	31	26	31	29	30	26	2	22	26	30	30	31				

Fonte: Hidroweb

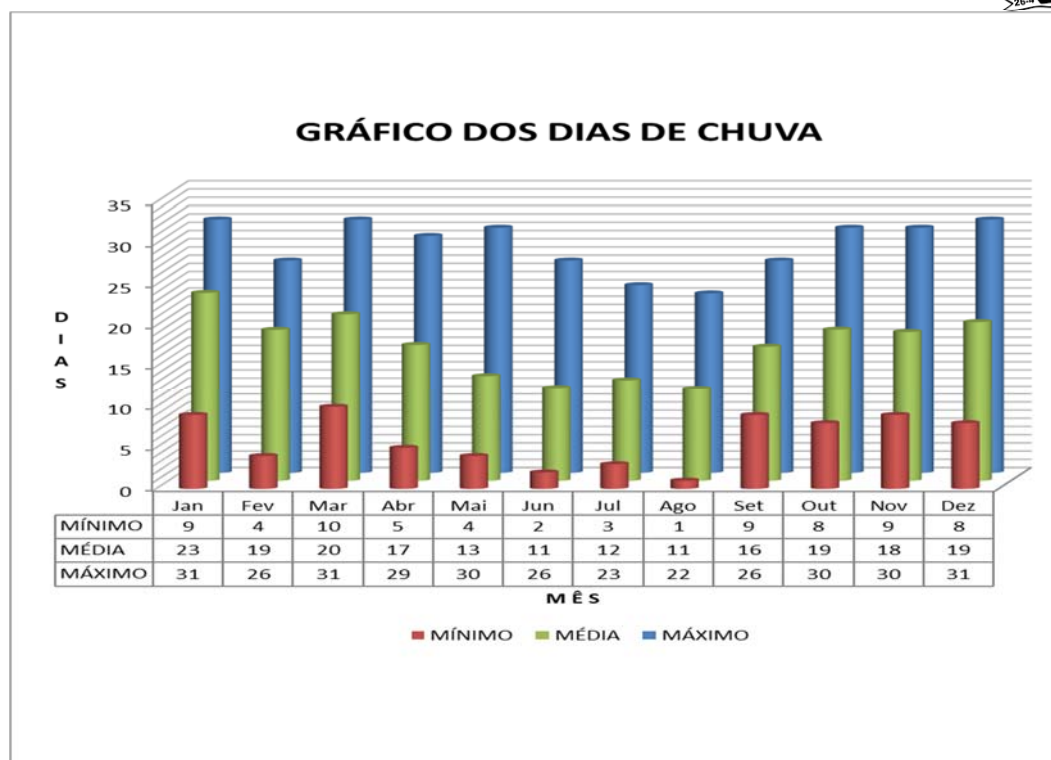


Figura 3-5 – Gráfico dos dias de Chuva

Fonte: Arquivo Pessoal

3.2.4 Relação Intensidade-Duração-Frequência

Analisando os dados de precipitação observa-se que, quanto maior a duração da chuva, menor é a sua intensidade. Também se observa que os maiores valores de intensidade são menos frequentes. Estas relações podem ser traduzidas por curvas de intensidade-duração com determinação da frequência.

Nesse caso utilizamos o método das Isozonas, junto ao roteiro do Eng.º Torgora Torrico, indicados na Instrução de Serviço, onde:

Analisando estatisticamente os dados de precipitações máximas da série histórica (1976 a 2018), desconsiderando os anos que não possuem dados completos, temos 37 anos de registro.

Assim temos:



37	4.897,50	132,36	34,44
Eventos	SOMA	MÉDIA	DESVIO

Podemos assim finalizar a Equação que permite calcular as alturas de chuvas em função do Tempo de Recorrência e duração do evento.

Os valores de K (Fator de Frequência) segundo Lei de Gumbel, corrigem as alturas de precipitação.

Tabela 3-8 – Valores de K (GUMBEL)

Valores de K (GUMBEL)					
Tr -Tempo de Recorrência em anos					
5	10	15	25	50	100
0,845	1,507	1,876	2,344	2,963	3,579

Fonte: Arquivo Pessoal

Com os dados acima foram construídas as curvas de Altura de chuva – Duração – Tempo de Recorrência adotando as relações:

$$H = (t, T)$$

Onde

H = altura da Precipitação em mm

t = Tempo de duração da chuva em hs

T = Tempo de Recorrência, em anos

$$i = \frac{k \cdot T^m}{(t + b)^n}$$

Onde

i = Intensidade média máxima da chuva, em mm

T = Período de retorno em anos

t = Duração da chuva, em minutos

K, m, b, n = parâmetros da equação determinados para cada local.

Transformando os valores conhecidos das chuvas máximas de um dia em chuvas de 24 h, 1 h e 6 min de duração, (Izoma C) temos os valores desagregados de chuva apresentados na tabela abaixo:



Tabela 3-9 – Relação de Intensidade pelo tempo de recorrência

	Média			K		Desvio							
Tr - 5 Anos	132,36	+	(	0,845	x	34,44	)	=	161,47	mm		Max.	1 dia
				1,095	x	161,47		=	176,81	mm		Max.	24 h
				0,401	x	176,81		=	70,90	mm		Max.	1 h
				0,098	x	176,81		=	17,33	mm		Max.	0,1h
Tr - 10 Anos	132,36	+	(	1,507	x	34,44	)	=	184,27	mm		Max.	1 dia
				1,095	x	184,27		=	201,78	mm		Max.	24 h
				0,397	x	201,78		=	80,11	mm		Max.	1 h
				0,098	x	201,78		=	19,77	mm		Max.	0,1h
Tr - 15 Anos	132,36	+	(	1,876	x	34,44	)	=	196,98	mm		Max.	1 dia
				1,095	x	196,98		=	215,70	mm		Max.	24 h
				0,395	x	215,70		=	85,20	mm		Max.	1 h
				0,098	x	215,70		=	21,14	mm		Max.	0,1h
Tr - 25 Anos	132,36	+	(	2,344	x	34,44	)	=	213,10	mm		Max.	1 dia
				1,095	x	213,10		=	233,35	mm		Max.	24 h
				0,392	x	233,35		=	91,47	mm		Max.	1 h
				0,098	x	233,35		=	22,87	mm		Max.	0,1h
Tr - 50 Anos	132,36	+	(	2,963	x	34,44	)	=	234,42	mm		Max.	1 dia
				1,095	x	234,42		=	256,69	mm		Max.	24 h
				0,388	x	256,69		=	99,60	mm		Max.	1 h
				0,098	x	256,69		=	25,16	mm		Max.	0,1h
Tr - 100 Anos	132,36	+	(	3,579	x	34,44	)	=	255,64	mm		Max.	1 dia
				1,095	x	255,64		=	279,93	mm		Max.	24 h
				0,384	x	279,93		=	107,49	mm		Max.	1 h
				0,088	x	279,93		=	24,63	mm		Max.	0,1h

Fonte: Arquivo Pessoal

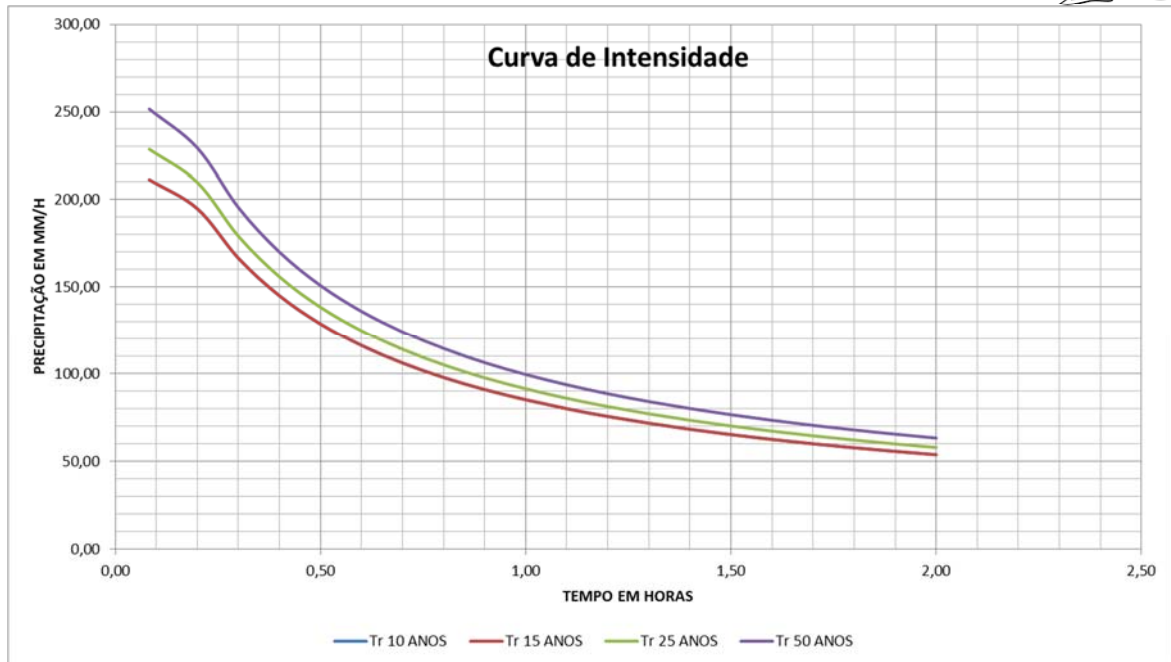


Figura 3-6 – Gráfico de Intensidade da Precipitação
Fonte: Arquivo Pessoal

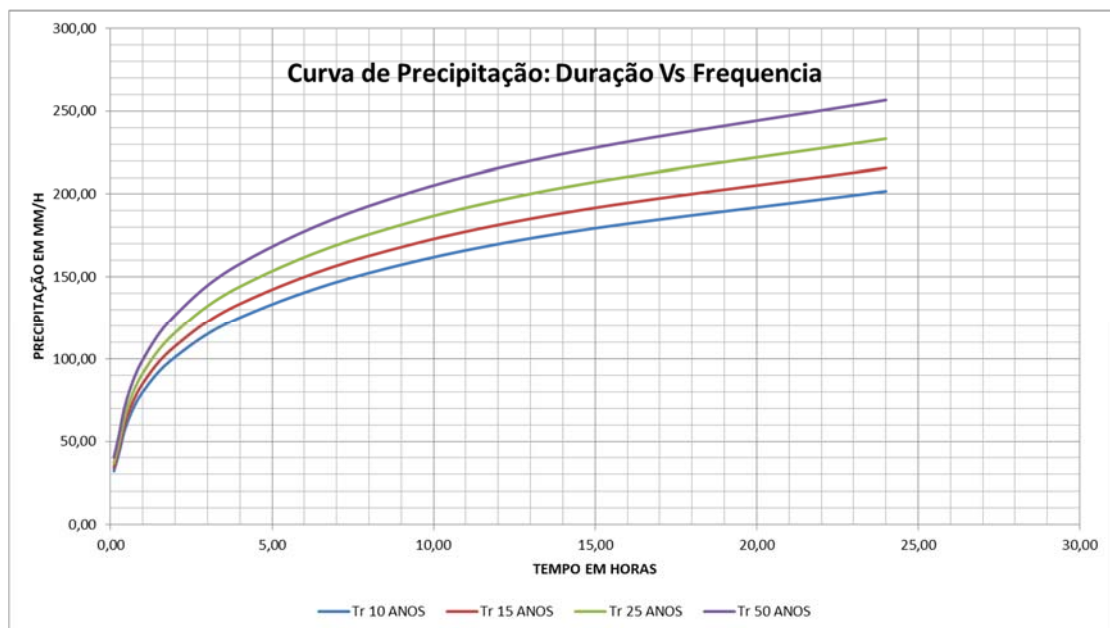


Figura 3-7 – Gráfico de Duração e Frequência da Precipitação
Fonte: Arquivo Pessoal

3.2.5 Tempo de Recorrência



Tempo de Recorrência é o inverso da probabilidade de um determinado evento hidrológico ser igualado ou excedido em um ano qualquer. Ao se decidir, portanto, que uma obra será projetada para uma vazão com período de retorno T anos, automaticamente, decide-se o grau de proteção conferido à população. Trata-se, portanto, de escolher qual o “risco aceitável” pela comunidade.

O tempo de recorrência de uma obra está relacionado à sua importância, ou seja, quanto mais importante à obra, maior deverá ser a segurança dessa obra contra chuvas de elevada magnitude, e, assim, maior deve ser o seu tempo de recorrência.

Sendo assim, com o tempo de recorrência maior, o risco de falhas no sistema de drenagem para essas obras mais importantes tende a ser menor.

Em outras palavras, podemos dizer que o tempo de recorrência " T_r " está relacionado ao grau de proteção a ser conferido à obra, quanto a precipitações de elevada magnitude que ocorrem a cada " T_r " anos.

Níveis altos de segurança implicam, portanto, custos elevados e grandes interferências no ambiente urbano. Minimizar custos e interferências é um objetivo importante em projetos de drenagem urbana, mas não deve ser alcançado pela escolha de períodos de retorno inadequadamente pequenos. Caso isso aconteça, as consequências, muito provavelmente, serão perversas, pois a ocupação das áreas “protegidas” será encorajada pela falsa sensação de segurança que as obras propiciam.

Além disso, vale destacar que, dentro de uma mesma obra, os tempos de recorrência serão diferentes a depender do dispositivo de drenagem projetado. Por exemplo, um bueiro de rodovia com capacidade de vazão insuficiente pode causar a erosão dos taludes junto à boca de jusante, ruptura do aterro por transbordamento das águas, ou inundação de áreas a montante.

Sendo assim, a escolha dos tempos de recorrência será determinada por meio de análises técnico-econômicas, e deverá abranger:



- Tipo, importância e segurança da obra;
- Classe da obra;
- Estimativa de custos de restauração na hipótese de destruição;
- Estimativa de outros prejuízos resultantes de ocorrência de descargas maiores que as de projeto;
- Comparativo de custo entre a obra para diferentes tempos de recorrência;
- Risco para as vidas humanas em face de acidentes provocados pela destruição da obra.

Ressalta-se, por fim, que o tempo de recorrência de projeto deve ser analisado em cada caso particular. Em linhas gerais são adotados pelo DNIT os seguintes valores usuais:

Tabela 3-10 – Tempo de Retorno para Sistemas Urbanos

SISTEMA DE DRENAGEM	CARACTERÍSTICAS	INTERVALOS (ANOS)
Microdrenagem:	Residencial	2 a 5
	Comercial	2 a 5
	Áreas de prédio público	2 a 5
	Aeroporto	5 a 10
	Áreas comerciais e avenidas	5 a 10
Macro drenagem	-	10 a 25
Zoneamento de áreas ribeirinhas	-	5 a 100

Fonte: Adaptado de C.M.Tucci, 2005

Para este estudo será utilizado o Tempo de Recorrência de **5 anos**, atendendo as condições apresentadas acima.

É importante, neste ponto, enfatizar a diferença entre os conceitos de período de retorno e risco.

Entende-se por risco a probabilidade, a possibilidade de uma determinada obra vir a falhar pelo menos uma vez durante sua vida útil. Esse conceito leva em conta que uma obra projetada para um período de retorno T expõe-se, todo o ano, a uma probabilidade $1/T$ de vir a falhar. É intuitivo que, ao longo de sua vida útil, essa obra terá um risco de falha maior do que $1/T$, porque se ficará exposta, repetidamente, a essa probabilidade de insucesso.



Após definido o T_r , calculamos o risco pela expressão a seguir que pode ser deduzida da teoria das probabilidade.

$$R = 100 \cdot \left[1 - \left(1 - \frac{1}{T} \right)^N \right]$$

$$R = 100 \cdot \left[1 - \left(1 - \frac{1}{50} \right)^{50} \right] \rightarrow R = 63,58\%$$

Onde:

R = risco em porcentagem;
T = período de retorno em anos;
N = vida útil da obra em anos.

Tabela 3-11 – Probabilidade de ocorrência em função do período de retorno

T (ANOS)	VIDA ÚTIL DA OBRA (ANOS)				
	2	5	25	50	100
2	75	97	99,9	99,9	99,9
5	36	67	99,9	99,9	99,9
10	19	41	93	99	99,9
25	25	18	64	87	98
50	40	10	40	64	87
100	2	5	22	39	63
500	0,4	1	5	9	18

Fonte: Back, 2002

Tabela 3-12 – Séries de Precipitação Máxima

Ano	Precipitação Máxima Anual	Precipitação Ordenada	m	F	T
1993	69	69	16	4,60	2,00
1987	90	90	11	6,03	2,91
2002	97	97	25	6,46	1,28
2013	98	98	35	6,56	0,91
2016	104	104	37	6,92	0,86
1984	105	105	8	7,00	4,00
1996	106	106	19	7,04	1,68
2012	108	108	34	7,19	0,94
2000	110	110	23	7,32	1,39
1994	111	111	17	7,37	1,88
2004	115	115	27	7,66	1,19



1979	116	116	3	7,76	10,67
1991	116	116	15	7,76	2,13
1983	118	118	7	7,88	4,57
1989	120	120	13	8,00	2,46
1977	120	120	1	8,03	32,00
1978	122	122	2	8,11	16,00
2009	123	123	32	8,23	1,00
2011	124	124	33	8,25	0,97
2007	124	124	30	8,28	1,07
1990	125	125	14	8,33	2,29
1982	127	127	6	8,44	5,33
1998	131	131	21	8,76	1,52
1999	133	133	22	8,85	1,45
2014	133	133	36	8,89	0,89
1997	137	137	20	9,11	1,60
1988	140	140	12	9,35	2,67
2006	145	145	29	9,69	1,10
1985	146	146	9	9,76	3,56
1981	150	150	5	10,01	6,40
1986	152	152	10	10,15	3,20
2005	174	174	28	11,57	1,14
2001	175	175	24	11,65	1,33
1995	183	183	18	12,22	1,78
1980	198	198	4	13,23	8,00
2003	225	225	26	15,02	1,23
2008	226	226	31	15,04	1,03

Fonte: Arquivo Pessoal

3.2.6 Estudo da Bacia Hidrográfica

Segundo Paulo Sampaio Wilken, "A bacia contribuinte de um curso de água ou bacia de drenagem é a área receptora da precipitação que alimenta parte ou todo o escoamento do curso de água e de seus afluentes".

Do ponto de vista hidrológico, o escoamento de um curso de água ou deflúvio, pode ser considerado como um produto do ciclo hidrológico, influenciando por dois grupos de fatores:

- Fatores Climáticos: Incluem os efeitos da chuva e da evapotranspiração, os quais apresentam variações ao longo do ano, de acordo com a climatologia local.
- Fatores Fisiológicos: Relativos às características da bacia contribuinte e do leito dos cursos de água.



Os limites de uma bacia contribuinte podem ser definidos pelos divisores de água ou espigões que a separam das bacias adjacentes ou no caso de áreas urbanas por diversos motivos a área de contribuição pode sofrer algumas alterações do seu caminho natural.

De acordo com a literatura a bacia hidrográfica em áreas urbanas deve ser definida observando-se as ruas adjacentes ao local do projeto, conforme pode ser observado na fig. abaixo.

3.2.7 *Planta da Bacia de Contribuição:*



A área da bacia foi obtida através de mosaicagem da imagem SRTM SG-22-Z-B disponível em <https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/relevobr/download/sc/sg-22-z-b.htm> com a utilização de software de geoprocessamento. Após o download a carta foi importada no Software Auto Cad Civil 3D 2021, e a partir das curvas de nível da carta o programa pode gerar sua própria superfície o que facilitou na hora de delimitar a bacia de contribuição.

Uma vez que a bacia foi calculada de forma automatizada pelo software obtemos uma grande precisão e eliminamos os erros operacionais.

Características da Bacia de Contribuição:

- Forma **Retangular**
- Topografia **Plana**
- Vegetação **Rasa, com algumas áreas sem edificação**
- Declividade média da bacia **1,67%**

O estudo hidrológico mostra que há uma diferença marcante entre a pequena e a grande bacia de drenagem, que não depende exclusivamente do seu tamanho. Para uma pequena bacia de drenagem, os caudais são principalmente influenciados pelas condições climáticas da localidade, físicas do solo e da cobertura sobre a qual o homem tem algum controle; assim, no seu estudo hidrológico é dada maior atenção à própria bacia.

Para uma bacia grande, o efeito do armazenamento no leito do curso d'água torna-se muito pronunciado, de tal modo que nela predomina o estudo hidrológico do curso d'água efetuando-se medidas diretas dos caudais em pontos predeterminados e estudos estatísticos das vazões, os quais são muitas vezes estendidos e extrapolados. No caso de bacias pequenas, ao contrário das bacias grandes, as medidas diretas não têm valor significativo porque o homem, alterando no tempo as condições físicas da



cobertura do solo, por onde a água se escoar, modifica as condições de escoamento independentemente de variações dos fatores climáticos locais.

3.2.8 *Tempo de Concentração*

É o intervalo de tempo entre o início da precipitação e o instante em que toda a bacia contribui para a vazão na seção estudada.

Existem várias fórmulas indicadas para a determinação dos tempos de concentração das bacias hidrográficas. No Manual de Projeto de Engenharia- capítulo III- Hidrologia – DNER recomenda-se que o projetista deverá escolher a fórmula do tempo de concentração tendo em vista:

- a) a mais compatível com a forma da bacia;
- b) a mais adaptável à região do interesse da rodovia;
- c) a que contenha o maior número de elementos físicos: declividade de talvegue, natureza do solo, recobrimento vegetal, etc.;
- d) a distinção entre áreas rurais e urbanas.

Para esse caso optamos por executar os cálculos pelo método de Kirpich, indicado para o método racional que é o método de cálculo da vazão de projeto para bacia de contribuição adotada neste estudo.

O tempo de concentração é calculado pela expressão:

$$T_c = \left(\frac{0,294 \cdot L}{\sqrt{i}} \right)^{0,77}$$

Onde:

T_c = Tempo de Concentração em hora

L = Extensão do talvegue principal, em Km

i = Declividade efetiva do talvegue em %



3.2.9 Coeficiente de Deflúvio

Coeficiente de deflúvio ou coeficiente de escoamento superficial ou ainda coeficiente de “run-off”, é a relação entre o volume de água escoado superficialmente e o volume precipitado.

A água de chuva precipitada sobre a superfície de uma bacia hidrográfica tem uma parcela considerável de seu volume retida através das depressões do terreno (mais ou menos dependendo da geomorfologia), da vegetação, da interceptação para uso na agricultura, consumo humano e infiltração no solo que formam e alimentam os lençóis freáticos. O percentual do volume restante que escoar até o local da área em estudo é chamado de coeficiente de deflúvio.

A tabela de coeficiente de deflúvio a ser utilizada deverá ser compatível com o método de cálculo de vazão e da área da bacia.

Tabela 3-13 – Valores de Coeficiente de Deflúvio para regiões

OCUPAÇÃO DO SOLO	(C)
DE EDIFICAÇÃO MUITO DENSE: partes centrais, densamente construídas de uma cidade com rua e calçadas pavimentadas.	0,70 a 0,95
DE EDIFICAÇÃO NÃO MUITO DENSE: partes adjacentes ao centro, de menor densidade de habitações, mas com rua e calçadas pavimentadas.	0,60 a 0,70
DE EDIFICAÇÃO COM POUCAS SUPERFÍCIES LIVRES: partes residenciais com construções cerradas, ruas pavimentadas.	0,50 a 0,60
DE EDIFICAÇÃO COM MUITAS SUPERFÍCIES LIVRES: partes residenciais com ruas macadamizadas ou pavimentadas, mas com muitas áreas verdes.	0,25 a 0,50
DE SUBÚRBIO COM ALGUMA EDIFICAÇÃO: partes de arrabaldes e subúrbios com pequena densidade de construções.	0,10 a 0,25
DE MATAS, PARQUES E CAMPOS DE ESPORTES: partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques ajardinados e campos de esporte sem pavimentação.	0,05 a 0,20

Fonte: WILKEN, 1978 APPUD PORTO, 1995.

Após uma análise mais criteriosa constatamos que todas as bacias estudadas nesse projeto estão classificadas com área de EDIFICAÇÃO COM POUCAS SUPERFÍCIES LIVRES, porém ainda várias ruas encontram-se sem pavimentação por este motivo optamos por escolher como Coeficiente de Deflúvio $C = 0,50$.



3.2.10 Área Mínima

Define-se como área mínima, a porção bidimensional de solo, a partir da qual, qualquer área menor que esta não implicará na redução do diâmetro da tubulação mínima normalmente adotado que é de Ø 0,40m, diâmetro este que se mostra eficiente na manutenção das obras.

Portanto, a área mínima, é função do diâmetro mínimo estipulado para ser usado no projeto. Para este caso, utilizou-se como diâmetro mínimo Ø 0,40m para as galerias pluviais longitudinais, e Ø 0,30m para as travessias, onde haverá função exclusiva de esgotamento de uma ou no máximo duas caixas coletoras.

3.2.11 Resumo das Bacias Hidrográficas

Após os estudos da bacia hidrográfica chegamos aos seguintes resultados a respeito da bacia.

Tabela 3-14 – Resumo das Bacias Hidrográficas

Características das Bacias				
Bacia	Área (ha)	Referencia	Coef. Deflúvio (C)	Intensidade Pluviométrica
A.C.-01	0,05	CX-01	0,50	173,300
A.C.-02	0,06	CX-02	0,50	173,300
A.C.-03	0,05	CX-03	0,50	173,300
A.C.-04	0,07	CX-04	0,50	173,300
A.C.-05	0,07	CX-05	0,50	173,300
A.C.-06	0,07	CX-06	0,50	173,300
A.C.-07	0,06	CX-07	0,50	173,300
A.C.-08	0,04	CX-08	0,50	173,300
A.C.-09	0,13	CX-09	0,50	173,300
A.C.-10	0,07	CX-10	0,50	173,300
A.C.-11	0,06	CX-11	0,50	173,300
A.C.-12	0,06	CX-12	0,50	173,300
A.C.-13	0,06	CX-13	0,50	173,300



A.C.-14	0,07	CX-14	0,50	173,300
A.C.-15	0,12	CX-15	0,50	173,300
A.C.-16	0,15	CX-16	0,50	173,300
A.C.-17	0,18	CX-17	0,50	173,300
A.C.-18	0,19	CX-18	0,50	173,300
A.C.-19	0,20	CX-19	0,50	173,300
A.C.-20	0,23	CX-20	0,50	173,300
A.C.-21	0,60	CX-21	0,50	173,300
A.C.-22	0,20	CX-22	0,50	173,300
A.C.-23	0,10	CX-23	0,50	173,300
A.C.-24	0,07	CX-24	0,50	173,300
Total	2,96			

Fonte: Arquivo Pessoal

3.3 Estudo de Geotécnico;

O Estudo Geotécnico foi desenvolvido de forma a se conhecer as características dos materiais constituintes do subleito, classificar os materiais de corte e fundações de aterros, determinando suas características físico-mecânicas, estudando e indicando os materiais a serem utilizados na terraplanagem, pavimentação, drenagem e obras de arte correntes.

Os trabalhos desenvolvidos se basearam nos dados fornecidos pelos estudos topográficos, no projeto geométrico e no exame in loco do trecho em estudo.

Com base no estudo topográfico e projeto geométrico foram programados os locais e profundidades das sondagens para pesquisas do subleito, bem como os ensaios a serem realizados.

3.3.1 Investigações Geotécnicas

Os estudos geotécnicos foram iniciados com a programação das investigações geotécnicas, elaborada a partir dos estudos preliminares e visando complementar as sondagens e ensaios executados para o Projeto



Básico. Foram programadas investigações de sub-superfície ao longo do eixo e nas áreas potenciais a ocorrência de solos e materiais possíveis de serem utilizados na construção. Na Tabela abaixo são apresentados os tipos e finalidade das investigações realizadas.

Tabela 3-15 – Investigações Geotécnicas Utilizadas

INVESTIGACOES	FINALIDADE
Poços de inspeção	Caracterização do subsolo através da identificação visual da estratigrafia
Ensaio de caracterização	Determinação de Índices físicos e granulometria
Ensaio de compactação	Determinação das características do solo na compactação para emprego no controle de compactação
Ensaio de CBR e Expansão	Determinação da capacidade de suporte do solo do subleito e da variação da massa específica durante a saturação
Densidade	Determinação do fator de homogeneização para compensação dos volumes de corte e aterro

Fonte: Arquivo Pessoal

Para a execução das sondagens e ensaios de campo e de laboratório foram adotadas as normas do Departamento Nacional de Infraestrutura Terrestre - DNIT e da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, a saber:

- Análise granulométrica por peneiramento (DNER-ME 080/94) e sedimentação (DNER-ME 051/94)
- Teor de umidade - (DNER-ME 213/94);
- Compactação na energia do Proctor Normal e do Proctor Intermediário (DNER-ME 129/94);
- Expansão (DNER-ME 029/94);
- Índice de Suporte Califórnia - ISC (DNER-ME 049/94);

Para o projeto executivo foram programadas, 3 poços de inspeção para caracterização do subleito, totalizando 3 investigações no eixo.

A investigação confirma a indicação preliminar de que o trecho em que a Av. do Príncipe está inserida trata-se de região com características geotécnicas homogêneas, no que tange a granulometria, em que prevalece quase que em toda a extensão, material argiloso pouco siltoso.



O estudo estatístico dos resultados dos ensaios de laboratório e dos ensaios de campo (**Tabela abaixo**) corrobora a conclusão acima, pois apresenta pequenos desvios-padrão, indicando que numa distribuição normal de frequências, teríamos uma curva de pequena amplitude. Uma curva como esta reflete a homogeneidade das amostras.

Tabela 3-16 – Resumo dos Ensaios Geotécnicos

Estaca KM	Lado	Furo	Amostra	Material	CBR	Expansão
0+020	EX	1874	1	Areia Marrom Clara	8,92	0,00
0+200	EX	1875	1	Areia Cinza Clara	9,07	0,00
0+430	EX	1876	1	Areia Cinza Clara	9,07	0,00

Fonte: Arquivo Pessoal

Os resultados acima evidenciam, portanto, que na área em estudo predomina material argiloso de granulometria fina e pouco siltoso. Com umidade natural bastante alta nas épocas secas, durante as quais as investigações foram levadas a cabo, não foi identificado nível d'água nos furos de sondagens executados.

3.3.2 Cálculo do ISC de Projeto

Como a Terraplanagem envolve o uso de solos, houve por bem tratar estatisticamente todos os solos, apesar das amostras apresentarem as mesmas características físicas e mecânicas, dentro dos critérios estabelecidos nas Especificações Gerais para Obras Rodoviárias do DNIT.

Todos os valores foram tratados estatisticamente, calculados a média aritmética e o desvio destas amostras. A determinação dos intervalos de aceitação dos valores computados foi feita através de:

Limite superior: $(X + t.S)$

Limite inferior: $(X - t.S)$



Onde:

X = Média aritmética dos valores analisados

S = Desvio Padrão

t = Variável em função do nº de amostras analisadas

N = N.º de amostras

Tabela 3-17 – Valores de “t”

Valores de t	
N	t
3	0,1
5	0,15
6	0,2
7 a 19	0,25
> 20	0,3

Fonte: DNIT 2006

Tabela 3-18 – Limites do CBR

Limite Superior			
x	t	s	LS
9,02	0,1	0,09	9,03
Limite Inferior			
x	t	s	LS
9,02	0,1	0,09	9,01

Fonte: Arquivo Pessoal

Como todos os valores estão dentro do intervalo calculados não foi preciso nova análise.

Os valores estatísticos encontrados foram:

$$ISCp = X - K \cdot S / (N)^{1/2}$$

K = 1,29 – Valor do coeficiente usado é aquele relativo ao intervalo de confiança de 90%.

Tabela 3-19 – Cálculo do ISC de Projeto

x	k	s	n	ISCp
9,02	1,29	0,09	3	9,00

Fonte: Arquivo Pessoal



3.3.3 Características do Materiais para Aterro

As especificações do DEINFRA/DNIT orientam que para emprego em aterros, o solo deve apresentar as seguintes características:

- Corpo de aterro: CBR>6% e EXP<4%
- Camadas finais de aterro (60 cm finais): CBR>8% e EXP<2%

3.4 Estudo de Tráfego;

O Estudo de Tráfego tem como objetivo obter, através de métodos sistemáticos de coleta, dados relativos ao comportamento deste tráfego ao longo da vida útil desta via no que se refere ao pedestre, o veículo, a via e finalmente o meio ambiente. O Estudo de Tráfego foi desenvolvido com base na Instrução de Serviço IS-02 do DER/SC e teve por objetivo caracterizar o tráfego existente e previsto para o trecho, durante toda a vida útil do projeto, fornecendo os parâmetros e embasamentos a serem empregados no dimensionamento das soluções de geometria, pavimentação, sinalização e outros.

Por meio dos estudos de tráfego é possível conhecer o número de veículos que circulam por uma via em um determinado, período, suas velocidades, suas ações mútuas, os locais onde seus condutores desejam estacioná-los, os locais onde se concentram os acidentes de trânsito, etc. Permitem a determinação quantitativa da capacidade das vias e, em consequência, o estabelecimento dos meios construtivos necessários à melhoria da circulação ou das características de seu projeto.

Para a estimativa dos volumes de tráfego atual e futuro no trecho efetuaram-se contagens volumétricas e classificatórias, cujos resultados foram devidamente tratados para a obtenção dos dados desejados.



3.4.1 Dados do Tráfego

Os dados do tráfego local foram obtidos através de contagens volumétrico-classificatórias realizadas nas proximidades da estaca 0+0,00 do trecho em estudo, nos dois movimentos principais. Os resultados destas pesquisas foram devidamente tratados para a obtenção da demanda no que diz respeito ao tráfego gerado e principalmente ao tráfego futuro.

As contagens volumétrico-classificatórias foram realizadas durante três dias consecutivos, no período de 13 horas em dois dias e, 24 horas em um dia. A contagem de 24 horas possibilitou a determinação do Fator de Expansão Horária – Fh, a ser aplicado sobre os volumes de 13 horas.

Tabela 3-20 – Posto de Contagem de Tráfego

POSTO	LOCALIZAÇÃO	DATA	HORÁRIO
P1	Estaca 0+0,00	10/05/2022	6:00 às 19:00 (13 horas)
		11/05/2022	0:00 às 24:00 (24 horas)
		12/05/2022	6:00 às 19:00 (13 horas)

Fonte: Arquivo Pessoal

Sobre os volumes de 24 horas foram aplicados os Fatores de Sazonalidade Diária – Fd e Sazonalidade Mensal – Fm, para a definição do Tráfego Médio Diário Anual - TMDA, no ano da contagem.

O ano-base foi considerado para a abertura do tráfego foi o de 2022 e, conseqüentemente, 2032 como o 10º ano.

Tabela 3-21 – Resumo da Contagem de Tráfego

DIAS HORÁRIO	SENTIDO TRÁFEGO	VP	ÓN	CS	CD	RSR
TERÇA –FEIRA	CRESCENTE	112	6	8	6	0
6:00H ÀS 19:00H	DECRESCENTE	95	6	9	3	0
QUARTA –FEIRA	CRESCENTE	135	6	12	8	1
0:00H ÀS 24:00H	DECRESCENTE	142	6	13	6	1
QUINTA –FEIRA /	CRESCENTE	96	6	9	5	0
6:00H ÀS 19:00H	DECRESCENTE	85	6	11	11	1

Fonte: Arquivo Pessoal

Onde:



- ♦ VP =>Automóveis (veículos pequenos)
- ♦ ON =>Ônibus
- ♦ CS =>Caminhões Rodado Simples
- ♦ CD =>Caminhões Rodados Duplos
- ♦ RSR =>Reboque ou Semi- Reboque

O fator de expansão horária foi calculado a partir da contagem de 24 horas, comparados com os volumes no período de 13 horas do mesmo dia. A seguir são apresentados os fatores de expansão no Quadro abaixo.

Tabela 3-22 – Fator de Expansão Horária

DIAS	VP	ÓN	CS	CD	RSR	TOTAL
HORÁRIO						
QUARTA –FEIRA	206	12	25	14	2	259
6:00H ÀS 19:00H						
QUARTA –FEIRA /	277	12	25	14	2	330
0:00H ÀS 24:00H						
Fh	1,34	1	1	1	1	1,27

Fonte: Arquivo Pessoal

Multiplicando o fator de expansão horária nos demais dias de contagem do tráfego, tem-se o Quadro abaixo.

Tabela 3-23 – Volume para 24 Horas

DIAS	SENTIDO TRÁFEGO	VP	ÓN	CS	CD	RSR
HORÁRIO						
TERÇA –FEIRA	CRESCENTE	150	6	8	6	0
6:00H ÀS 19:00H	DECRESCENTE	127	6	9	3	0
QUARTA –FEIRA	CRESCENTE	181	6	12	8	1
0:00H ÀS 24:00H	DECRESCENTE	190	6	13	6	1
QUINTA –FEIRA /	CRESCENTE	129	6	9	5	0
6:00H ÀS 19:00H	DECRESCENTE	114	6	11	11	1

Fonte: Arquivo Pessoal



Fazendo-se a soma para os dois movimentos e a médias entre os 3 dias de contagem tem-se o Quadro abaixo que mostra o resumo da TMDA (Tráfego Médio Diário Anual) para cada veículo.

Tabela 3-24 – Tráfego Médio Diário Anual

TDMA - 2022	
Automóveis	297
Ônibus	12
Caminhão Simples	21
Caminhão Duplo	13
Semi-Reboque	1
TOTAL	344

Fonte: Arquivo Pessoal

Projeção de tráfego para o trecho

Sobre o Tráfego Médio Diário Anual (TMDA) foi aplicado às taxas de crescimento anual para determinação do Tráfego Futuro. O Quadro abaixo mostra a taxa de crescimento anual:

Tabela 3-25 – Taxa de Crescimento

PERÍODO	TAXA DE CRESCIMENTO %		
	AUTOMÓVEIS	ÔNIBUS	CAMINHÕES
2022-2027	4,03	4,5	4,34
2027-2032	3,63	4,05	3,9
2032-2037	3,27	3,65	3,51
2037-2042	3,15	3,48	3,42

Fonte: Arquivo Pessoal

Usando-se o Quadro acima pode-se estimar o tráfego para os próximos anos de acordo com cada período. Sendo a abertura da rodovia



considerada para 2016 para um período de 10 anos. O Quadro abaixo mostra o cálculo do tráfego projetado.

Tabela 3-26 – Tráfego Projetado

ANO	VP	ÓN	CS	CD	RSR
2022	309	13	22	14	1
2023	321	13	23	14	1
2024	334	14	24	15	1
2025	348	14	25	15	1
2026	360	15	26	16	1
2027	374	15	27	17	1
2028	387	16	28	17	1
2029	401	17	29	18	1
2030	416	17	30	19	1
2031	429	18	31	19	1
2032	443	19	32	20	2

Fonte: Arquivo Pessoal

Parâmetro N

Depois de feita a contagem de tráfego e calculada a TMDA, foi estimado o tráfego para os próximos anos, e calculado o número N.

O número N foi calculado pela metodologia da USACE, o Quadro acima mostra o fator veículo da metodologia. O Quadro abaixo mostra o cálculo do número N.

Tabela 3-27 – Fator de Veículo

MÉTODO USACE	VP	ÓN	CS	CD	RSR
	0	0,79	1,149	4,767	12,078

Fonte: Arquivo Pessoal



Tabela 3-28 – Cálculo do Número “N”

ANO	365*Fp*Fr	NÚMERO DE N - USACE		
		$\sum (Vi * Fvi)$	ANUAL	ACUMULADO
2022	182,5	112,346	20503,0583	20503,05835
2023	182,5	117,237	21395,7838	41898,84216
2024	182,5	122,342	22327,3837	64226,22588
2025	182,5	127,669	23299,5511	87525,77699
2026	182,5	132,665	24211,3284	111737,1054
2027	182,5	137,856	25158,7903	136895,8956
2028	182,5	143,251	26143,3336	163039,2293
2029	182,5	148,857	27166,4098	190205,6391
2030	182,5	154,682	28229,5272	218435,1663
2031	182,5	160,131	29223,9063	247659,0726
2032	182,5	165,772	30253,3167	277912,3893

Fonte: Arquivo Pessoal



4 PROJETOS

4.1 Projeto Geométrico

Esta fase denominada de Projeto Executivo objetiva detalhar e consolidar o que foi apresentado e discutido na fase Preliminar de Pavimentação da Av. Príncipe, o presente especifica o segmento da região de Itapoá.

Este segmento, denominado de área de intervenção do projeto, tem uma extensão total de 451,40m.

Com a proposição acima descrita, os trabalhos foram desenvolvidos com o objetivo de enquadrar a rua dentro dos limites existente, respeitando as edificações lindeiras, com a função de atender o tráfego de local. Acima de tudo, para permitir a expansão ocupacional futura das áreas lindeiras, sem prejudicar a qualidade de trânsito da rua.

O eixo proposto para pavimentação foi traçado tendo em vista os muros existentes, procurou-se onde houvesse maior disponibilidade de espaço lateral.

4.1.1 Elementos da Seção Transversal

A plataforma da pista pavimentada é composta dos seguintes elementos:

- Pista de Rolamento 2 faixas de tráfego com 3,00 m cada.
- Calçada Nos dois Lados da via com 1,90 m LE e 1,60 m LD.
- Estacionamento No lado esquerdo da via com 2,50 m.



4.1.2 Faixa de Domínio

Por estar inserida numa região urbanizada, a faixa de domínio, de forma geral, é o limite dos muros.

4.2 Projeto de Terraplenagem

O projeto em questão objetiva a orientação dos serviços da terraplenagem e distribuição de materiais. A seguir, apresenta-se as diretrizes básicas que nortearam este projeto.

4.2.1 Cortes

Devido a qualidade do material encontrado no sub-leito, não foi necessária a utilização de empréstimo de jazidas, afim de suprir a deficiência de materiais para a execução das calçadas, corpo de aterro e camadas finais de aterros.

4.2.2 Aterros

Para as calçadas, corpo de aterro e camada final de terraplenagem, deverão ser empregados materiais proveniente do corte.

Sendo que para as área onde serão executadas as calçadas deve-se compactar com equipamento apropriado sem controle do grau de compactação, para a camada de corpo de aterro esta deve ser lançada



em camadas inferiores a 0,30 metros e aplicada a compactação até atingir a energia de 95% do proctor Normal, para a camada final de terraplenagem esta deve ser lançada em camadas inferiores a 0,20 metros e aplicada a compactação até atingir a energia de 100% do proctor Normal.

4.2.3 Taludes

Denomina-se talude a superfície inclinada ou vertical, proveniente dos trabalhos de terraplenagem e que limita o terreno natural com o corpo da estrada. É também chamado de saia de corte ou de aterro.

Entende-se por estabilidade de um talude a capacidade que esse possui de permanecer inalterado após a sua execução, resistindo à ação do intemperismo.

A inclinação do talude é definida com base em considerações técnico-econômicas.

Após a análise das seções transversais, verificamos que os taludes de corte e aterro são de pequena ordem e que não extrapolam a altura de 5,00 metros.

Por este motivo aplicamos no projeto o que recomenda o Manual do DNIT “*A prática rodoviária aconselha, para os cortes, um talude máximo de 1:1 (V:H) e, para os aterros compactados, a inclinação máxima de 2:3 (V:H)*”.

4.2.4 Serviços Preliminares

Previamente as operações de corte e aterro, deverão ser executadas as operações de preparação da área destinada a implantação do corpo estradal, o que compreende: a remoção da camada vegetal



superficial e árvores, arbustos, tocos, entulhos e quaisquer outros considerados prejudiciais.

4.2.5 Determinação de Volumes

A metodologia utilizada para o cálculo de volumes foi a planimetria das seções transversais gabaritadas pelo processo de integração gráfica, cujos valores de área foram transportadas a planilhas abaixo.

O cálculo do volume é elaborado a partir das área das secções transversais, pela aplicação do método da média das área conforme fórmula abaixo:

$$V = \frac{A1 + A2}{2} \times \frac{L}{2}$$

O resultado é o volume dos prismas correspondentes as estacas em estudo.

4.2.6 Recomendações

Deverão ser seguidas as Instruções de Serviço do DNIT e as Especificações Complementares que fazem parte integrante deste projeto.

Tabela 4-1 – Especificações de Serviço

SERVIÇOS	ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO
Serviços Preliminares	104/2009
Caminho de Serviço	105/2009
Corte	106/2009
Empréstimo	107/2009
Aterro	108/2009

Fonte: Arquivo Pessoal



4.3 Projeto de Drenagem

O Projeto de drenagem será desenvolvido com os dados obtidos dos estudos Hidrológicos e Topográficos, compreendendo o dimensionamento, a verificação hidráulica, a funcionalidade e o posicionamento das obras e dispositivos.

Este projeto tem como objetivo apresentar soluções para captação e condução da água que precipitam e escoam na área de abrangência do projeto. Nos segmentos com meio fio ou calçadas que confinam as águas pluviais, a drenagem pluvial está sendo coletada com caixas coletoras com boca de lobo e galerias de concreto.

4.3.1 Metodologia

Os trabalhos foram desenvolvidos segundo as diretrizes e instruções relacionadas a seguir (IPR-726):

- IS-203: Instrução de Serviço para Estudos Hidrológicos;
- IS-210: Instrução de Serviço para Projeto de Drenagem.

4.3.2 Situação da Drenagem Existente

Para este projeto não foi considerada a drenagem existente, pois não suprimiu as necessidades mínimas exigidas.

4.3.3 Dispositivos de Drenagem



Para adequar o escoamento superficial da água, utilizou-se os dispositivos de drenagem superficial apresentados no Álbum de Projetos-tipos de Dispositivos de drenagem - DNIT.

Verificou-se a necessidade dos seguintes dispositivos:

- Meio-fio
- Caixas coletoras com boca de lobo e grelha de concreto
- Caixas de ligação e passagem - CLP;
- Galerias de concreto para águas pluviais.

4.3.4 Cálculo da Vazão das Bacias

Para o cálculo da vazão da bacia hidrográfica, foi escolhido o método racional que para bacias que não apresentam complexidade e que tenham até 2 km² de área de drenagem, é usual que a vazão de projeto seja determinada pelo Método Racional. Esse método foi introduzido em 1889 e é largamente utilizado nos Estados Unidos e em outros países. Embora tenha sido frequentemente sujeito a críticas acadêmicas por sua simplicidade, nenhum outro método foi desenvolvido dentro de um nível de aceitação geral. O Método Racional, adequadamente aplicado, pode conduzir a resultados satisfatórios em projetos de drenagem urbana que tenham estruturas hidráulicas como galerias, bueiros etc., e ainda para estruturas hidráulicas projetadas em pequenas áreas rurais.

O Método é dado pela seguinte fórmula:

$$Q = 0,0028 . C . I . A$$

Onde:

Q = m³/s

A = há

I = mm/h

C = Coeficiente de deflúvio.



Conforme recomenda a literatura foram checadadas algumas condições para o emprego deste método como:

- ✓ Planimetria da bacia para determinação de sua área. É importante notar que, em áreas urbanas, nem sempre a área da bacia é determinada pelo seu divisor de águas, sendo de ocorrência relativamente comum a transposição de águas pluviais de bacias vizinhas através de tubos e galerias;
- ✓ Existência de uma relação intensidade-duração-frequência representativa do regime de chuvas intensas na área;
- ✓ Escolha de um coeficiente de escoamento superficial representativo das condições futuras da bacia;
- ✓ Determinação do tempo de concentração, ou seja, o tempo de percurso da água desde o ponto mais distante da bacia hidrográfica até a seção de interesse. Após o tempo de concentração, toda a área da bacia estará contribuindo para o escoamento, desde que a duração da chuva excedente seja no mínimo igual ao tempo de concentração.

4.3.5 *Dimensionamento Hidráulico*

Foi utilizado o método de dimensionamento de condutos livres (canais), em condições de escoamento permanente e uniforme, feito com o auxílio de equações empíricas, também foi utilizado o software hidrom, desenvolvido pelo professor e doutor em hidrologia Alvaro José Back e também o software canal, elaborado pela Universidade Federal de Viçosa.

4.3.6 *Coeficiente de Rugosidade de Manning*

A rugosidade pode ser determinada, porém, é um coeficiente que já foi objeto de vários estudos e podendo ser obtido de várias tabelas de literatura de estudos hidráulicos.



Tabela 4-2 – Coeficiente de Manning

TIPO DE CANAL		n		
	DESCRIÇÃO	Mínimo	Médio	Máximo
CONCRETO	Acabado a colher de pedreiro	0,011	0,013	0,015
	Acabado a desempenadeira	0,013	0,015	0,016
	Acabado com areia grossa	0,015	0,012	0,020
	Sem acabamento	0,014	0,017	0,020
	Lançado com seção regularizada	0,016	0,019	0,023
	Lançado com seção ondulada	0,018	0,022	0,025
	Sobre rocha bem escavada	0,017	0,020	0,023
	Sobre rocha irregular	0,022	0,027	0,030

Fonte: Drenagem e Controle da Erosão Urbana (Chow, V.T), Champagnat, 1997.

Para o coeficiente de rugosidade de Manning (n) foram consideradas a seguinte indicação, conforme o livro de Gestão de águas pluviais urbanas: “a prática usual no Brasil é utilizar um coeficiente de rugosidade de Manning, de 0,013 para o cálculo de canais e galerias. Porém, esse valor é adequado para tubos de concreto novos, mas não é representativo das reais condições de funcionamento de condutos reais. Depois de poucos anos de funcionamento, as condições dos condutos/canais e das juntas começam a se deteriorar, e, mesmo em canais com boas condições de manutenção, é inevitável a presença de sedimentos e outros materiais que aumentam a resistência ao escoamento das águas.

Porém, pelos considerados do parágrafo anterior, um n de Manning de 0,015 a 0,016 é bem mais adequado para simular as condições de funcionamento da rede de drenagem durante a sua vida útil.

Consultando a literatura a respeito de dimensionamentos de canais se obteve como coeficiente de rugosidade de Manning - n para Concreto acabado a desempenadeira:

- ✓ Mínimo = 0,013;
- ✓ Normal = 0,015;
- ✓ Máximo = 0,016;

4.3.7 Relação de Enchimento



As galerias serão projetadas como condutos livres e deverão ser obedecidas em projeto as seguintes condições:

Tabela 4-3 – Relação Y/D

<i>Tipo de conduto</i>	<i>Relação de enchimento</i>
Galerias e ramais circulares	$Y/D \leq 0,85$
Galerias retangulares fechadas	$Y/D \leq 0,90$
Canaletas retangulares abertas	$Y/D \leq 0,80$
Canaletas circulares abertas (meia calha)	$Y/D \leq 0,30$

Fonte: Drenagem e Controle da Erosão Urbana (Chow, V.T), Champagnat, 1997.

4.3.8 *Equação de Dimensionamento*

As seguintes equações foram utilizadas para a determinação das dimensões mais apropriadas do canal:

4.3.8.1 Equação de Manning – Velocidade

$$V = [1/n (R_H)^{2/3} (i)^{1/2}]$$

Onde:

V – Velocidade média (m/s);

n – Coeficiente de rugosidade de Manning;

R_H – Raio hidráulico (m);

i – Declividade média (m/m);

4.3.8.2 Raio Hidráulico – R_H



O raio hidráulico sendo uma grandeza linear e característico típico do escoamento foi definido como sendo o quociente da área molhada pelo perímetro molhado da seção do escoamento. Dada por:

$$R_H = [A_m / P_m] ,$$

Onde:

R_H – Raio hidráulico (m);

A_m – Área molhada (m²);

P_m – Perímetro molhado (m);

4.3.8.3 Declividade Média

A declividade média – i – do trecho do canal (galeria) executado dada pelo quociente entre o desnível do fundo do canal (diferença de cotas de montante e jusante – h) e o seu comprimento (L), medido no plano horizontal. Obtido:

$$i = [h / L]$$

Onde:

i – Declividade média (m/m);

h – Diferença de cotas (m);

L – Comprimento do trecho em estudo;

4.4 Projeto de Pavimentação:

Para a execução da proposta de pavimentação foram cumpridas as seguintes etapas:

- Classificação do tipo de tráfego
- Classificação do Sub-Leito.
- Dimensionamento do pavimento



4.4.1 Classificação do tipo de tráfego

No presente método de dimensionamento, foi considerado que a carga máxima legal no Brasil é de 8,2 toneladas por eixo simples de rodagem duplo (82kN/ESRD).

A rua a ser pavimentada foi classificada predominante como **via local e coletora**, tendo como previsto **tráfego médio**, uma vida de projeto de **10 anos**, um volume de tráfego inicia na faixa mais carregada de **401 a 1500 veículos leves** e de **21 a 100 de caminhões e ônibus** e tendo como **N característico igual a 5×10^5** conforme quadro de classificação das vias e parâmetros de tráfego abaixo.

4.4.2 Quadro de Classificação das vias e parâmetros de tráfego

Tabela 4-4 – Quadro 01

Função predominante	Tráfego previsto	Vida de projeto	Volume inicial faixa mais carregada		Equivalente / Veículo	N	N característico
			Veículo Leve	Caminhão/ Ônibus			
Via local	LEVE	10	100 a 400	4 a 20	1,50	$2,70 \times 10^4$ a $1,40 \times 10^5$	10^5
Via Local e Coletora	MÉDIO	10	401 a 1500	21 a 100	1,50	$1,40 \times 10^5$ a $6,80 \times 10^5$	5×10^5
Vias Coletoras e Estruturais	MEIO PESADO	10	1501 a 5000	101 a 300	2,30	$1,4 \times 10^6$ a $3,1 \times 10^6$	2×10^6
	PESADO	12	5001 a 10000	301 a 1000	5,90	$1,0 \times 10^7$ a $3,3 \times 10^7$	2×10^7
	MUITO PESADO	12	> 10000	1001 a 2000	5,90	$3,3 \times 10^7$ a $6,7 \times 10^7$	5×10^7
Faixa Exclusiva de Ônibus	VOLUME MÉDIO	12		< 500		$3 \times 10^6^{(1)}$	10^7
	VOLUME PESADO	12		> 500		5×10^7	5×10^7



4.4.3 Classificação do Sub-Leito

Para a classificação do Sub-Leito foi utilizado o ensaio de ISC, o índice de Suporte Califórnia (ISC ou CBR - Califórnia Bearing Ratio) é a relação, em percentagem, entre a pressão exercida por um pistão de diâmetro padronizado necessária à penetração no solo até determinado ponto (0,1" e 0,2") e a pressão necessária para que o mesmo pistão penetre a mesma quantidade em solo-padrão de brita graduada.

Através do ensaio de CBR é possível conhecer qual será a expansão de um solo sob um pavimento quando estiver saturado, e fornece indicações da perda de resistência do solo com a saturação.

Apesar de ter um caráter empírico, o ensaio CBR é mundialmente difundido e serve de base para o dimensionamento de pavimentos flexíveis.

No caso em questão, foram feitas 05 amostragens em pontos diferentes ao longo da via a ser pavimentada, e foi calculado no estudo geotécnico o CBR de projeto = 9,00.

4.4.4 Estrutura do Pavimento

Os pavimentos de blocos pré-moldados de concreto para vias urbanas são, nesta Instrução de Projeto, dimensionados por dois métodos de cálculo preconizados pela ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland, aqui transcritos, sendo o seu entendimento e a sua aplicação ilustrados com exemplos práticos.

Os métodos utilizam-se, basicamente, de dois gráficos de leitura direta, fornecendo as espessuras necessárias das camadas constituintes do pavimento de blocos pré-moldados.



A escolha do método de dimensionamento do pavimento da via ficará entre as duas opções propostas a seguir, em função do número "N" de solicitações do eixo simples padrão.

Salientamos, entretanto, que a presente diretriz tem como objetivo principal a execução de pavimentos de vias submetidas até tráfego médio. O uso deste procedimento em vias de tráfego pesado deverá ser acompanhado de estudos mais detalhados, ficando a critério da projetista a definição da metodologia e do procedimento de dimensionamento a adotar, desde que aprovado pelo órgão competente.

Os métodos citados devem ser utilizados respeitando as seguintes considerações:

I. Procedimento A (ABCP – ET 27)

Sua utilização é mais recomendada para vias com as seguintes características:

- Vias de tráfego **muito leve e leve** com "N" característico típico de até 10^5 de solicitações do eixo simples padrão por **não necessitar de utilização da camada de base**, gerando, portanto estruturas esbeltas e economicamente mais viáveis em relação ao procedimento B.
- Vias de tráfego meio pesado e pesado com "N" típico superior a $1,5 \times 10^6$ em função de bases cimentadas, sendo tecnicamente mais adequado do que o procedimento B

II. Procedimento B (PCA – Portland Cement Association)

Sendo mais indicado para o dimensionamento de vias de tráfego médio e meio pesado com "N" típico entre 10^5 e $1,5 \times 10^6$ solicitações, em função da utilização de bases granulares que geram estruturas mais seguras, adotando o princípio de que as camadas do pavimento a partir do subleito sejam colocadas em ordem crescentes de resistência, de modo que a deformação por cisalhamento e por solicitação dos materiais reduza a um mínimo as deformações verticais permanentes.



O Quadro Prioridade de utilização dos procedimentos de dimensionamento ilustra a aplicação dos procedimentos descritos

III. Quadro de Prioridade (p) de utilização dos procedimentos de dimensionamento

Tabela 4-5 – Quadro 02

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

IV. Conclusão

A espessura do pavimento a ser construído foi dimensionado através do Procedimento A (ABCP – ET 27), calculada em função do índice de suporte Califórnia representativo da camada de subleito.

4.4.5 Dimensionamento do Pavimento

1. Procedimento A

Este procedimento foi adaptado pela ABCP 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 direta, fornecendo as espessuras necessárias das camadas constituintes do pavimento.

A Figura 1 fornece as espessuras necessárias de sub-base em função do valor de CBR do subleito e do número "N" de solicitações.

A Figura 2, por sua vez, mostra a espessura da base cimentada em função do número "N".



Para tráfego com $N < 1,5 \times 10^6$, a camada de base não é necessária.

Para tráfego com $1,5 \times 10^6 \leq N < 1,0 \times 10^7$, a espessura mínima da camada de base cimentada será de 10 cm.

Para tráfego $N \geq 10^7$, a espessura de base cimentada será determinada através da figura 2.

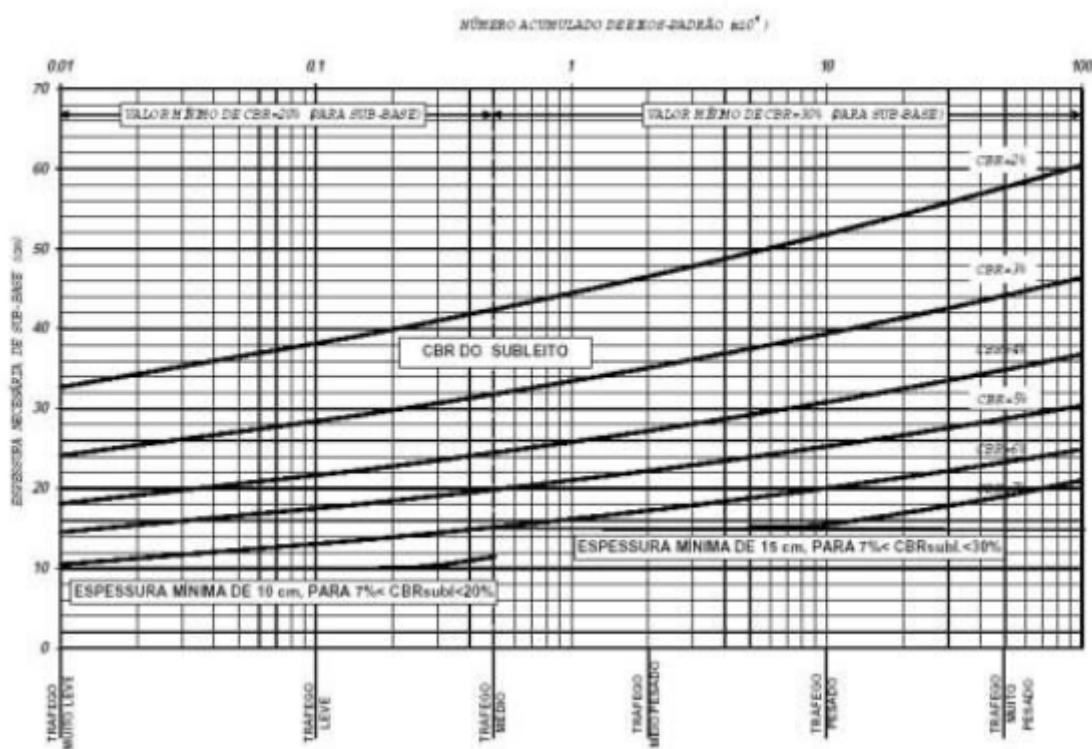


Figura 4-1 – Espessura necessária de sub-base (reproduzindo do boletim técnico nº 27 da ABCP)

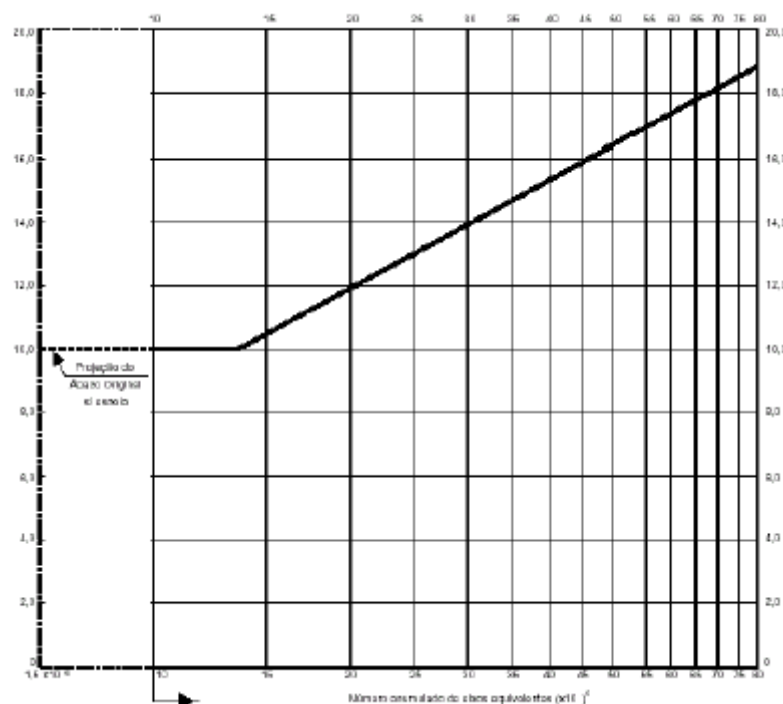


Figura 4-2- Espessura da Base Cimentada em função do Número “N”

2. Observações Gerais

a) Camada de revestimento sub-base

Quando o $N < 5 \times 10^5$, o material de sub-base deve apresentar um valor de CBR $\geq 20\%$; se o subleito natural apresentar CBR $\geq 20\%$, fica dispensada a utilização da camada de sub-base.

Quando o $N \geq 5 \times 10^5$, o material da sub-base deve apresentar um valor de CBR $\geq 30\%$; se o subleito apresentar CBR $\geq 30\%$, fica dispensada a utilização de camada de sub-base.

b) Camada de revestimento

Os blocos de concreto pré-moldados devem atender às especificações de materiais contidas nas orientações das normas brasileiras NBR 9780 e NBR 9781 - Peças de concreto para pavimentação, as quais fornecem informações precisas aos fabricantes, projetistas e usuários desse tipo de pavimento no que concerne a materiais utilizados, características



geométricas das peças, métodos de ensaio, além de procedimentos de inspeção, aceitação e rejeição das peças.

Dessas normas, cabe ressaltar alguns itens importantes, tais como:

- **Espessura e resistência dos blocos de revestimento**

A espessura dos blocos do revestimento será de 6 a 10 cm em função do tráfego solicitante, conforme Quadro **Espessura e resistência dos blocos de revestimento**

- **Quadro Espessura e resistência dos blocos de revestimento:**

Tabela 4-6 – Quadro 03

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

- **Forma e dimensões**

As peças de concreto pré-moldadas mais utilizadas em pavimentação urbana são as definidas como sendo de formato geométrico regular, com comprimento máximo de 40 cm, largura mínima de 10 cm e altura mínima de 6 cm, devendo também ser estabelecida uma relação de forma entre as dimensões. As variações máximas permissíveis nas dimensões são de 3 mm no comprimento e largura e de 5 mm na altura das peças. Blocos com outras formas poderão ser contemplados, desde que atendam ao estabelecido nesta norma.

4.4.6 Aplicação Procedimento B

- **Dados iniciais**



Via pública a ser pavimentada com blocos pré-moldados de concreto, classificada como via de Tráfego Médio ($NTIPICO = 5 \times 10^5$) em relação à expectativa de solicitações do eixo padrão, para um período de 10 anos. Os estudos geotécnicos indicaram valor de $CBRP = 9,00\%$. Portanto, haverá a necessidade de adoção de uma camada de sub-base com $CBR \geq 20\%$.

- Determinação da espessura da sub-base (eSB)

Da Figura 1, obtêm-se 15 cm com material de $CBR=30\%$;

- Determinação da camada da base

Para o valor de $NTIPICO = 5 \times 10^5$, portanto inferior a $1,5 \times 10^6$, não é necessária a camada de base.

- Camada de assentamento de areia compactada fica com 6 cm;
- Camada de rolamento com blocos pré-moldados definida em função de tráfego, conforme Quadro 3, em 8,0 cm.
- Seção Típica:

BLOCOS	8,0 CM
AREIA	6,0 CM
SUB-BASE $CBR \geq 30\%$	15,0 CM
SUBLEITO $CBR \geq 5\%$	20,0 CM

4.5 Projetos De Acessibilidade

Este documento estabelece critérios e parâmetros técnicos a serem observados quanto ao projeto, construção, instalação e adaptação do meio urbano e rural, e de edificações às condições de acessibilidade.

No estabelecimento desses critérios e parâmetros técnicos foram consideradas diversas condições de mobilidade e de percepção do ambiente, com ou sem a ajuda de aparelhos específicos, como próteses, aparelhos de apoio, cadeiras de rodas, bengalas de rastreamento, sistemas



assistivos de audição ou qualquer outro que venha a complementar necessidades individuais.

Este documento visa proporcionar a utilização de maneira autônoma, independente e segura do ambiente, edificações, mobiliário, equipamentos urbanos e elementos à maior quantidade possível de pessoas, independentemente de idade, estatura ou limitação de mobilidade ou percepção.

As áreas técnicas de serviço ou de acesso restrito, como casas de máquinas, barriletes, passagem de uso técnico etc., não necessitam ser acessíveis.

As edificações residenciais multifamiliares, condomínios e conjuntos habitacionais necessitam ser acessíveis em suas áreas de uso comum. As unidades autônomas acessíveis são localizadas em rota acessível.

NOTA Para serem considerados acessíveis, todos os espaços, edificações, mobiliários e equipamentos urbanos que vierem a ser projetados, construídos, montados ou implantados, bem como as reformas e ampliações de edificações e equipamentos urbanos, atendem ao disposto nesta Norma.

4.5.1 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

- ✓ ABNT NBR 5410, Instalações elétricas de baixa tensão
- ✓ ABNT NBR 9077, Saídas de emergência em edifícios
- ✓ ABNT NBR 10152, Níveis de ruído para conforto acústico – Procedimento
- ✓ ABNT NBR 10283, Revestimentos eletrolíticos de metais e plásticos sanitários – Requisitos e métodos de ensaio
- ✓ ABNT NBR 10898, Sistema de iluminação de emergência
- ✓ ABNT NBR 11003, Tintas – Determinação da aderência
- ✓ ABNT NBR 11785, Barra antipânico – Requisitos
- ✓ ABNT NBR 13434 (todas as partes), Sinalização de segurança contra incêndio e pânico



- ✓ ABNT NBR 13713, Instalações hidráulicas prediais – Aparelhos automáticos acionados mecanicamente e com ciclo de fechamento automático – Requisitos e métodos de ensaio
- ✓ ABNT NBR 14718, Guarda-corpos para edificação
- ✓ ABNT NBR 15097 (todas as partes), Aparelho sanitário de material cerâmico
- ✓ ABNT NBR 15250, Acessibilidade em caixa de auto-atendimento bancário
- ✓ ABNT NBR 15599, Acessibilidade – Comunicação na prestação de serviços
- ✓ ABNT NBR ISO 9386 (todas as partes), Plataformas de elevação motorizadas para pessoas com mobilidade reduzida – Requisitos para segurança, dimensões e operação
- ✓ ABNT NBR NM 313, Elevadores de passageiros – Requisitos de segurança para construção e instalação – Requisitos particulares para a acessibilidade das pessoas, incluindo pessoas com deficiência ABNT NBR IEC 60529, Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos (código IP)
- ✓ ASTM C609-07, Measurement of light reflectance value and small color differences between pieces of ceramic tile

4.5.2 Termos, definições

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os seguintes termos, definições e abreviaturas:

- **ACESSIBILIDADE:** possibilidade e condição de alcance, percepção e entendimento para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como outros serviços e instalações abertos ao público, de uso público ou privado de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, por pessoa com deficiência ou mobilidade reduzida.
- **ACESSÍVEL:** Espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias ou elemento que possa ser alcançado, acionado, utilizado e vivenciado por qualquer pessoa.
- **ADAPTÁVEL:** Espaço, edificação, mobiliário, equipamento urbano ou elemento cujas características possam ser alteradas para que se torne acessível
- **ADAPTADO:** Espaço, edificação, mobiliário, equipamento urbano ou elemento cujas características originais foram alteradas posteriormente para serem acessíveis.
- **ADEQUADO:** Espaço, edificação, mobiliário, equipamento urbano ou elemento cujas características foram originalmente planejadas para serem acessíveis.



- **AJUDA TÉCNICA:** Produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivem promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou mobilidade reduzida, visando a sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social.

NOTA Esse termo também pode ser denominado "tecnologia assistiva".

- **ÁREA DE APROXIMAÇÃO:** Espaço sem obstáculos, destinado a garantir manobra, deslocamento e aproximação de todas as pessoas, para utilização de mobiliário ou elemento com autonomia e segurança.
- **ÁREA DE CIRCULAÇÃO:** Espaço livre de obstáculos, destinado ao uso de todas as pessoas.
- **ÁREA DE DESCANSO:** Área adjacente e interligada às áreas de circulação interna ou externa às edificações, destinada a usuários que necessitem de paradas temporárias para posterior continuação do trajeto.
- **ÁREA DE REFÚGIO OU RESGATE:** Área com acesso direto para uma saída, destinada a manter em segurança pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida, enquanto aguardam socorro em situação de sinistro.
- **ÁREA DE TRANSFERÊNCIA:** Espaço livre de obstáculos, correspondente no mínimo a um módulo de referência, a ser utilizado para transferência por pessoa com deficiência ou mobilidade reduzida, observando as áreas de circulação e manobra.
- **CALÇADA:** Parte da via, normalmente segregada e em nível diferente, não destinada à circulação de veículos, reservada ao trânsito de pedestres e, quando possível, à implantação de mobiliário, sinalização, vegetação, placas de sinalização e outros fins.
- **CALÇADA REBAIXADA:** Rampa construída ou implantada na calçada, destinada a promover a concordância de nível entre estes e o leito carroçável.
- **CONTRASTE:** Diferença perceptível visual, tátil ou sonora.
- **DESENHO UNIVERSAL:** Concepção de produtos, ambientes, programas e serviços a serem utilizados por todas as pessoas, sem necessidade de adaptação ou projeto específico, incluindo os recursos de tecnologia assistiva.

NOTA O conceito de desenho universal tem como pressupostos: equiparação das possibilidades de uso, flexibilidade no uso, uso simples e intuitivo, captação da informação, tolerância ao erro, mínimo esforço físico, dimensionamento de espaços para acesso, uso e interação de todos os usuários. É composto por sete princípios, descritos no Anexo A.

- **ELEMENTO:** Qualquer dispositivo de comando, acionamento, comutação ou comunicação, como, por exemplo, telefones, intercomunicadores, interruptores, torneiras, registros, válvulas, botoeiras, painéis de comando, entre outros.
- **EQUIPAMENTO URBANO:** Todos os bens públicos e privados, de utilidade pública, destinados à prestação de serviços necessários ao funcionamento da cidade, em espaços públicos e privados.
- **FAIXA ELEVADA:** Elevação do nível do leito carroçável composto de área plana elevada, sinalizada com faixa para travessia de pedestres e rampa



de transposição para veículos, destinada a nivelar o leito carroçável às calçadas em ambos os lados da via.

- **FAIXA DE TRAVESSIA DE PEDESTRES:** Sinalização transversal ao leito carroçável, destinada a ordenar e indicar os deslocamentos dos pedestres para a travessia da via.
- **FATORES DE IMPEDÂNCIA:** Elementos ou condições que possam interferir no fluxo de pedestres, como, por exemplo, mobiliário urbano, entradas de edificações junto ao alinhamento, vitrines junto ao alinhamento, vegetação, postes de sinalização, entre outros.
- **FOCO DE PEDESTRES:** Indicação luminosa de permissão ou impedimento de locomoção na faixa apropriada.
- **GUIA DE BALIZAMENTO:** Elemento edificado ou instalado junto aos limites laterais das superfícies de piso, destinado a definir claramente os limites da área de circulação de pedestres.
- **IMPRATICABILIDADE:** Condição ou conjunto de condições físicas ou legais que possam impedir a adaptação de edificações, mobiliário, equipamentos ou elementos à acessibilidade.
- **LINHA-GUIA:** Qualquer elemento natural ou edificado que possa ser utilizado como referência de orientação direcional por todas as pessoas, especialmente as com deficiência visual.
- **LOCAL DE REUNIÃO:** Espaço interno ou externo que acomode grupo de pessoas reunidas para atividades de lazer, cultural, política, social, educacional, religiosa ou para consumo de alimentos e bebidas.
- **MOBILIÁRIO URBANO:** Conjunto de objetos existentes nas vias e nos espaços públicos, superpostos ou adicionados aos elementos de urbanização ou de edificação, de forma que sua modificação ou seu traslado não provoque alterações substanciais nesses elementos, como semáforos, postes de sinalização e similares, terminais e pontos de acesso coletivo às telecomunicações, fontes de água, lixeiras, toldos, marquises, bancos, quiosques e quaisquer outros de natureza análoga.
- **PASSEIO:** Parte da calçada ou da pista de rolamento, neste último caso separada por pintura ou elemento físico, livre de interferências, destinada à circulação exclusiva de pedestres e, excepcionalmente, de ciclistas.
- **PISO TÁTIL:** Piso caracterizado por textura e cor contrastantes em relação ao piso adjacente, destinado a constituir alerta ou linha-guia, servindo de orientação, principalmente, às pessoas com deficiência visual ou baixa visão. São de dois tipos: piso tátil de alerta e piso tátil direcional.
- **RAMPA:** Inclinação da superfície de piso, longitudinal ao sentido de caminamento, com declividade igual ou superior a 5 %.
- **REFORMA:** Intervenção física em edificação, mobiliário, equipamento urbano ou elemento, que implique a modificação de suas características estruturais e funcionais.
- **ROTA ACESSÍVEL:** Trajeto contínuo, desobstruído e sinalizado, que conecte os ambientes externos ou internos de espaços e edificações, e que possa ser utilizado de forma autônoma e segura por todas as pessoas, inclusive aquelas com deficiência e mobilidade reduzida. A rota acessível pode



incorporar estacionamentos, calçadas rebaixadas, faixas de travessia de pedestres, pisos, corredores, escadas e rampas, entre outros.

- **ROTA DE FUGA:** Trajeto contínuo, devidamente protegido, constituído por portas, corredores, antecâmaras, passagens externas, balcões, vestíbulos, escadas, rampas ou outros dispositivos de saída ou combinações destes, a ser percorrido pelo usuário, em caso de sinistro de qualquer ponto da edificação, até atingir uma área segura.
- **SERVIÇO ASSISTIDO:** Apoio para auxiliar qualquer pessoa com dificuldade de circular no ambiente ou de utilizar algum equipamento.
- **USO COMUM:** Espaços, salas ou elementos, externos ou internos, disponíveis para o uso de um grupo específico de pessoas (por exemplo, salas em edifício de escritórios, ocupadas geralmente por funcionários, colaboradores e eventuais visitantes).
- **USO PÚBLICO:** Espaços, salas ou elementos externos ou internos, disponíveis para o público em geral. O uso público pode ocorrer em edificações ou equipamentos de propriedade pública ou privada.
- **USO RESTRITO:** Espaços, salas ou elementos internos ou externos, disponíveis estritamente para pessoas autorizadas (por exemplo, casas de máquinas, barriletes, passagem de uso técnico e outros com funções similares).
- **VESTIÁRIOS:** Cômodo para a troca de roupa, podendo ser em conjunto com banheiros ou sanitários

NOTA Os termos barreiras, pessoa com deficiência e pessoa com mobilidade reduzida estão definidos em legislação vigente.

4.6 Projetos de Sinalização:

4.6.1 Sinalização Horizontal;

A sinalização horizontal tem a finalidade de transmitir e orientar os usuários sobre as condições de utilização adequada da via, compreendendo as proibições, restrições e informações que lhes permitam adotar comportamento adequado, de forma a aumentar a segurança e ordenar os fluxos de tráfego.

A sinalização horizontal é classificada segundo sua função:

- Ordenar e canalizar o fluxo de veículos;
- Orientar o fluxo de pedestres;



- Orientar os deslocamentos de veículos em função das condições físicas da via, tais como, geometria, topografia e obstáculos;
- Complementar os sinais verticais de regulamentação, advertência ou indicação, visando enfatizar a mensagem que o sinal transmite;
- Regular os casos previstos no Código de Trânsito Brasileiro (CTB).

Em algumas situações a sinalização horizontal atua, por si só, como controladora de fluxos.

Pode ser empregada como reforço da sinalização vertical, bem como ser complementada com dispositivos auxiliares.

4.6.1.1 A Importância da sinalização horizontal:

- Permite o melhor aproveitamento do espaço viário disponível, maximizando seu uso;
- Aumenta a segurança em condições adversas tais como: neblina, chuva e noite;
- Contribui para a redução de acidentes;
- Transmite mensagens aos condutores e pedestres.

Apresenta algumas limitações:

- Reduzir a durabilidade, quando sujeita a tráfego intenso;
- Visibilidade deficiente, quando sob neblina, pavimento molhado, sujeira, ou quando houver tráfego intenso.

4.6.1.2 Padrão de formas:

A sinalização horizontal é constituída por combinações de traçado e cores que definem os diversos tipos de marcas viárias.



Contínua: corresponde às linhas sem interrupção, aplicadas em trecho específico de pista;

Tracejada ou Seccionada: corresponde às linhas interrompidas, aplicadas em cadência, utilizando espaçamentos com extensão igual ou maior que o traço;

Setas, Símbolos e Legendas: correspondem às informações representadas em forma de desenho ou inscritas, aplicadas no pavimento, indicando uma situação ou complementando a sinalização vertical existente.

4.6.1.3 Padrão de cores:

Amarela, utilizada para:

- Separar movimentos veiculares de fluxos opostos;
- Regularizar ultrapassagem e deslocamento lateral;
- Delimitar espaços proibidos para estacionamento e/ou parada;
- Demarcar obstáculos transversais à pista (lombada).

Branca, utilizada para:

- Separar movimentos veiculares de mesmo sentido;
- Delimitar áreas de circulação;
- Delimitar trechos de pistas, destinados ao estacionamento regulamentado de veículos em condições especiais;
- Regularizar faixas de travessias de pedestres;
- Regularizar linha de transposição e ultrapassagem;
- Demarcar linha de retenção e linha de “Dê a preferência” ;
- Inscrever setas, símbolos e legendas.

Vermelha, utilizada para:

- Demarcar ciclovias ou ciclofaixas;



- Inscrever símbolo (cruz).

Azul, utilizada como base para:

Inscrever símbolo em áreas especiais de estacionamento ou de parada para embarque e desembarque para pessoas portadoras de deficiência física.

Preta, utilizada para:

Proporcionar contraste entre a marca viária/inscrição e o pavimento, (utilizada principalmente em pavimento de concreto) não constituindo propriamente uma cor de sinalização.

A utilização das cores deve ser feita obedecendo-se aos critérios abaixo e ao padrão Munsell indicado ou outro que venha a substituir, de acordo com as normas da ABNT.

Tabela 4-7 – Cores padrão Munsell

Cor	Tonalidade
Amarela	10 YR 7,5/14
Branca	N 9,5
Vermelha	7,5 R 4/14
Azul	5 PB 2/8
Preta	N 0,5

4.6.1.4 Dimensões

As larguras das linhas longitudinais são definidas pela sua função e pelas características físicas e operacionais da via.

As linhas tracejadas e seccionadas, são dimensionadas em função do tipo de linha e/ou da velocidade regulamentada para a via.



A largura das linhas transversais e o dimensionamento dos símbolos e legendas são definidos em função das características físicas da via, do tipo de linha e/ou da velocidade regulamentada para a via.

4.6.1.5 Materiais

Diversos materiais podem ser empregados na execução da sinalização horizontal. A escolha do material mais apropriado para cada situação deve considerar os seguintes fatores: natureza do projeto (provisório ou permanente), volume e classificação do tráfego (VDM), qualidade e vida útil do pavimento, frequência de manutenção, dentre outros.

Na sinalização horizontal podem ser utilizadas tintas, massas plásticas de dois componentes, massas termoplásticas, plásticos aplicáveis a frio, películas pré-fabricadas, dentre outros.

Para proporcionar melhor visibilidade noturna a sinalização horizontal deve ser sempre retrorrefletiva.

4.6.1.6 Aplicação e manutenção da sinalização

Para a aplicação de sinalização em superfície com revestimento asfáltico ou de concreto novos, deve ser respeitado o período de cura do revestimento. Caso não seja possível, a sinalização poderá ser executada com material temporário, tal como tinta de durabilidade reduzida;

A superfície a ser sinalizada deve estar seca, livre de sujeira, óleos, graxas ou qualquer outro material que possa prejudicar a aderência da sinalização ao pavimento;



Na reaplicação da sinalização deve haver total superposição entre a antiga e a nova marca/inscrição viária. Caso não seja possível, a marca/inscrição antiga deve ser definitivamente removida.

4.6.1.7 Classificação

A sinalização horizontal é classificada em:

Marcas Longitudinais - separam e ordenam as correntes de tráfego;

Marcas Transversais - ordenam os deslocamentos frontais dos veículos e disciplinam os deslocamentos de pedestres;

Marcas de Canalização - orientam os fluxos de tráfego em uma via;

Marcas de Delimitação e Controle de Parada e/ou Estacionamento
- delimitam e propiciam o controle das áreas onde é proibido ou regulamentado o estacionamento e/ou a parada de veículos na via;

Inscrições no Pavimento - melhoram a percepção do condutor quanto as características de utilização da via.

4.6.1.7.1 Marcas Longitudinais

As marcas longitudinais separam e ordenam as correntes de tráfego, definindo a parte da pista destinada à circulação de veículos, a sua divisão em faixas de mesmo sentido, a divisão de fluxos opostos, as faixas de uso exclusivo ou preferencial de espécie de veículo, as faixas reversíveis, além de estabelecer as regras de ultrapassagem e transposição.

- As marcas longitudinais amarelas, contínuas simples ou duplas, têm poder de regulamentação, separam os movimentos veiculares de fluxos



opostos e regulamentam a proibição de ultrapassagem e os deslocamentos laterais, exceto para acesso a imóvel lindeiro;

- As marcas longitudinais amarelas, simples ou duplas seccionadas ou tracejadas, não têm poder de regulamentação, apenas ordenam os movimentos veiculares de sentidos opostos;

- As marcas longitudinais brancas contínuas são utilizadas para delimitar a pista (linha de bordo) e para separar faixas de trânsito de fluxos de mesmo sentido. Neste caso, têm poder de regulamentação de proibição de ultrapassagem e transposição;

- As marcas longitudinais brancas, seccionadas ou tracejadas, não têm poder de regulamentação, apenas ordenam os movimentos veiculares de mesmo sentido.

De acordo com a sua função as Marcas Longitudinais são subdivididas nos seguintes tipos:

- Linhas de divisão de fluxos opostos (LFO);
- Linhas de divisão de fluxos de mesmo sentido (LMS);
- Linha de bordo (LBO);
- Linha de continuidade (LCO).
- Marcas longitudinais específicas

4.6.1.7.2 Marcas Transversais

As marcas transversais ordenam os deslocamentos frontais dos veículos e os harmonizam com os deslocamentos de outros veículos e dos pedestres, assim como informam os condutores sobre a necessidade de reduzir a velocidade e indicam travessia de pedestres e posições de parada.

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

- Linha de Retenção (LRE);



- Linhas de Estímulo à Redução de Velocidade (LRV);
- Linha de “Dê a preferência” (LDP);
- Faixa de Travessia de Pedestres (FTP);
- Marcação de Cruzamentos Rodociclovitários (MCC);
- Marcação de Área de Conflito (MAC);

A **MAC** indica aos condutores a área da pista em que **não devem** parar os veículos, prejudicando a circulação.

- Marcação de Área de Cruzamento com Faixa Exclusiva (MAE);
- Marcação de Cruzamento Rodoferroviário (MCF).

4.6.1.7.3 Marcas De Canalização

As Marcas de Canalização são utilizadas para orientar e regulamentar os fluxos de veículos em uma via, direcionando-os de modo a propiciar maior segurança e melhor desempenho, em situações que exijam uma reorganização de seu caminhamento natural.

Possuem a característica de transmitir ao condutor uma mensagem de fácil entendimento quanto ao percurso a ser seguido, tais como:

- quando houver obstáculos à circulação;
- interseções de vias quando varia a largura das pistas;
- mudanças de alinhamento;
- acessos;
- pistas de transferências e entroncamentos;
- interseções em rotatórias.

4.6.1.7.4 Marcas De Delimitação E Controle De Estacionamento E/ Ou Parada



As Marcas de delimitação e controle de estacionamento e/ou parada delimitam e proporcionam melhor controle das áreas onde é proibido ou regulamentado o estacionamento e a parada de veículos, quando associadas à sinalização vertical de regulamentação. Nos casos previstos no CTB, essas marcas têm poder de regulamentação. De acordo com sua função as marcas de delimitação e controle de estacionamento e parada são subdivididas nos seguintes tipos:

- Linha de indicação de proibição de estacionamento e/ou parada (LPP);
- Marca delimitadora de Parada de veículos específicos (MVE);
- Marca delimitadora de Estacionamento regulamentado (MER).

4.6.1.7.5 Inscrições no Pavimento

As inscrições no pavimento melhoram a percepção do condutor quanto às condições de operação da via, permitindo-lhe tomar a decisão adequada, no tempo apropriado, para as situações que se lhes apresentarem.

Possuem função complementar ao restante da sinalização, orientando e, em alguns casos, advertindo certos tipos de operação ao longo da via.

As inscrições no pavimento podem ser de três tipos:

- Setas direcionais;
- Símbolos;
- Legendas.

4.6.1.8 Sinalização Horizontal a Base de Tinta Acrílica

I. Especificações Técnicas.



Esta especificação fixa as condições exigidas da empresa contratada, quanto à tinta à base de resina acrílica a ser utilizada na demarcação viária.

II. Documentos Complementares.

Na aplicação desta especificação é necessário consultar as seguintes Normas da ABNT:

- NBR 11862;
- NBR-15438;
- NBR-16184;
- NBR 7396;

III. Requisitos para a Tinta Acrílica, NBR 11862

A tinta deve ser fornecida para uso em superfície de pavimento de concreto asfáltico e /ou de blocos sextavados de concreto (bloket), após a abertura do recipiente, não deverá apresentar sedimentos, natas ou grumos. Deve ser suscetível de rejuvenescimento mediante aplicação de nova camada e deve estar apta a ser aplicada nas seguintes condições:

- Temperatura entre 5°C e 40°C;
- Umidade relativa do ar até 80%;

A tinta deve estar em condições de ser aplicada por máquinas apropriadas e ter a consistência especificada, sem ser necessária a adição de outro aditivo qualquer. Pode ser aplicada em espessuras, quando úmida, variáveis de 0,4 a 0,9mm; A tinta quando aplicada na quantidade especificada, deve recobrir perfeitamente o pavimento e permitir a liberação do tráfego no período máximo de tempo de 30 minutos.

A tinta deve manter integralmente a sua coesão e cor, após aplicação no pavimento; a tinta aplicada, após secagem física total, deve apresentar plasticidade e características de adesividade ao pavimento, e produzir película seca, fosca e de aspecto uniforme, sem apresentar fissuras, gretas ou descascamento durante o período de vida útil.



A tinta para demarcação viária a base de resina acrílica deve atender aos Requisitos Quantitativos e Qualitativos conforme as tabelas da NBR 11862 da ABNT.

Deve atender às disposições da NBR 15438/06.

IV. Requisitos Específicos

Requisitos quantitativos para tinta branca e amarela pela NBR 11 862

Tabela 4-8 – Quantitativos Tinta Acrílica

Requisitos – Tinta Acrílica	Mínimo	Máximo
Consistência	80	95
Estabilidade	-	5
Matéria não Volátil	62,8	-
Pigmento	40	50
Veículo não Volátil	38	-
Tempo de Secagem	-	20
Resistência a Abrasão	80	-
Massa específica	1,30	1,45
Brilho	-	20

Fonte: Arquivo DETRAN

Requisitos quantitativos para tinta branca e amarela pela NBR 12 935

Tabela 4-9 – Quantitativos Resina Livre

Requisitos – Resina livre	Mínimo	Máximo
Consistência	75	95
Estabilidade	-	10
Tempo de Secagem	-	20
Resistência a Abrasão	60	-
Massa específica	1,35	-
Brilho	-	20

Fonte: Arquivo DETRAN

Requisitos qualitativos para tinta branca e amarela pela NBR 11 862:



Tabela 4-10 – Qualitativo Tinta Acrílica

Requisitos – Tinta Acrílica	
Resistência à água	Inalterada
Sangramento	Ausente
Flexibilidade	Inalterada
Integridade	Inalterada
Resistência ao calor	Inalterada
Identificação do veículo não volátil	O espectrograma de infravermelho deve apresentar bandas características predominantes de resinas acrílicas e estireno.
Resistência ao intemperismo – 400 h - cor - integridade	Leve alteração Inalterada

Fonte: Arquivo DETRAN

Tabela 4-11 – Qualitativo Resina Livre

Requisitos – Resina livre	
Cor (notação Munsell)	N 9,5 (tolerância N 9,0)
Branca	
Amarela	10 YR 7,5/14 (tolerância 10 YR 6,5/14 e 8,5 YR 7,5/14)
Preta	N 0,5
Azul	5 PB 2/8 (tolerância 2,5 PB 4/10 e 10 B 4/8)
Vermelha	7,5 R 4/14 (tolerância 7,5 R 5/10 e 5,5 R 5/12)
Resistência à luz (100 h)	Cor levemente alterada
Resistência à água	Inalterada
Sangramento	Ausente
Flexibilidade	Inalterada
Integridade	Inalterada
Resistência ao calor	Inalterada

Fonte: Arquivo DETRAN

A retrorrefletorização inicial mínima da sinalização deverá ser de 250 mcd/lux.m² para o branco e 150 mcd/lux.m² para o amarelo, sendo que esses valores devem se manter por um período não inferior a 30 dias após conclusão do serviço e se manter com 80% dos valores iniciais no período compreendido entre 30 e 60 dias.

As microesferas devem ser distribuídas uniformemente sobre a superfície da faixa e devem estar suficientemente ancoradas, ou seja, com 60% do seu diâmetro imerso no material.

4.6.2 Sinalização Vertical;



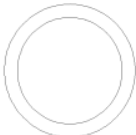
É um subsistema da sinalização viária cujo meio de comunicação está na posição vertical, normalmente em placa, fixado ao lado ou suspenso sobre a pista, transmitindo mensagens de caráter permanente e, eventualmente, variáveis, através de legendas e/ou símbolos pré-reconhecidos e legalmente instituídos.

4.6.2.1 Sinalização de regulamentação

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

A forma padrão do sinal de regulamentação é a circular, e as cores são vermelha, preta e branca.

Tabela 4-12 – Características dos Sinais de Regulamentação

Forma	Cor	
	Fundo	Branca
  OBRIGAÇÃO/ RESTRIÇÃO PROIBIÇÃO	Símbolo	Preta
	Tarja	Vermelha
	Orla	Vermelha
	Letras	Preta

Fonte: Arquivo DENATRAN

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

Tabela 4-13 – Características dos Sinais de Regulamentação

Sinal		Cor	
Forma	Código		
	R-1	Fundo	Vermelha
		Orla interna	Branca
		Orla externa	Vermelha
		Letras	Branca
	R-2	Fundo	Branca
		Orla	Vermelha

Fonte: Arquivo DENATRAN

Devem ser observadas as dimensões mínimas dos sinais, conforme o ambiente em que são implantados, considerando-se que o aumento no tamanho dos sinais implica em aumento nas dimensões de orlas, tarjas e símbolos.

4.6.2.2 Sinalização de Advertência

Tem por finalidade alertar os usuários da via para condições potencialmente perigosas, indicando sua natureza.

A forma padrão dos sinais de advertência é quadrada, devendo uma das diagonais ficar na posição vertical. À sinalização de advertência estão associadas as cores amarela e preta.

Tabela 4-14 – Características dos Sinais de Advertência

Forma	Cor	
	Fundo	Amarela
	Símbolo	Preta
	Orla interna	Preta
	Orla externa	Amarela
	Legenda	Preta

Fonte: Arquivo DENATRAN



Devem ser observadas as dimensões mínimas dos sinais, conforme a via em que são implantados, considerando-se que o aumento no tamanho dos sinais implica em aumento nas dimensões de orlas e símbolos.

4.6.2.3 Sinalização de Indicação

Tem por finalidade identificar as vias 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 caráter informativo ou educativo.

A sinalização de indicação está dividida nos seguintes grupos:

- Placas de identificação
- Placas de orientação de destino
- Placas educativas
- Placas de serviços auxiliares
- Placas de atrativos turísticos
- Placas de postos de fiscalização

A sinalização de indicação possui caráter informativo ou educativo.

As formas, os elementos, as cores e as dimensões mínimas que constituem a sinalização de indicação são objeto de Resolução nº 160/04 do CONTRAN e devem ser rigorosamente seguidos, para que se obtenha o melhor entendimento por parte do usuário.

Tabela 4-15 - Referente ao padrão e respectivo código de cada cor.

Cor	Padrão	Código
Branca	Munsell	N 9,5
Preta	Munsell	N 0,5
Verde	Munsell	10 G 3/8
Azul	Munsell	5 PB 2/8
Amarela	Munsell	10 YR 7,5/14
Marrom	Munsell	5 YR 6/14



4.6.3 Sinalização de Obras;

A execução de serviços de manutenção do pavimento e de obras em rodovias, em especial, assim como a ocorrência de situações de emergência, são fatores que determinam o surgimento de problemas de fluidez e segurança na circulação de veículos. Situações deste tipo constituem-se em fatos imprevistos para quem está dirigindo ao longo da rodovia, em condições de velocidade relativamente constantes.

Além de um adequado planejamento para a execução desses tipos de obras e do desenvolvimento de projetos de desvio de trânsito, cuidado especial deve ser dado à sinalização para que se obtenha um controle seguro do fluxo de tráfego.

Seguindo esse pressuposto, uma sinalização para as obras em rodovias deve:

- Advertir, com a necessária antecedência, a existência de obras ou situações de emergência adiante e a situação que se verificará na pista de rolamento;
- Regulamentar a velocidade e outras condições para a circulação segura;
- Canalizar e ordenar o fluxo de veículos junto à obra, de modo a evitar movimentos conflitantes, evitar acidentes e minimizar congestionamento;
- Fornecer informações corretas, claras e padronizadas aos usuários da via.

I. Condições Determinantes

A sinalização deve estar sempre adaptada às características da obras e da rodovia onde será implantada. Deve apresentar boa legibilidade, visibilidade e credibilidade. Dessa forma, as condições básicas que determinam a escolha do tipo e quantidade de sinais e dispositivos e suas características.

II. Duração da obra



A sinalização provisória deve ter características próprias, conforme o tempo necessário à execução das obras, que podem ser de curta ou longa duração.

Para as obras de curta duração, os dispositivos de sinalização devem, também, ser os mais portáteis possíveis, admitindo-se, porém, dispositivos fixos e de maior porte. Para as de longa duração, a portabilidade perde importância como fator determinante na escolha dos dispositivos.

O fato gerador da necessidade da intervenção pode, também, ocorrer de forma não prevista (casos emergenciais), tais como desmoronamentos, acidentes ou erosão da pista. Nos casos de emergências, recomenda-se a utilização de dispositivos portáteis, possibilitando uma rápida implantação ou desativação da sinalização.

III. Mobilidade da obra

A sinalização de obras também se caracterizará por uma maior ou menor necessidade de adoção de dispositivos portáteis, conforme o evento determine a implantação de canteiros de obras móveis ou fixos.

IV. Interferência no tráfego

A localização da obra na pista de rolamento determina a alteração da circulação de forma específica, conforme a situação bloqueie acostamento, faixas à direita, à esquerda, no centro ou toda a pista. Isso implica em variações na forma de sinalizar o trecho em obras, com o objetivo de canalizar adequadamente o fluxo de veículos.

V. Características da rodovia

Além da variação na localização da obra na pista, a característica do trecho da rodovia em obras também determinará a variação da sinalização, particularmente, nas seguintes condições:



- Rodovia de pista única, com uma ou duas faixas de circulação por sentido;
- Rodovia de pista dupla (com canteiro central), com duas ou mais faixas de circulação por sentido;
- Trecho de rodovia apresentando melhores ou piores condições de visibilidade.

VI. Legibilidade e visibilidade

Tendo em vista a condição de imprevisibilidade da situação provocada pela ocorrência de obras ou emergências, a sinalização a ser implantada deve apresentar legibilidade e visibilidade. Para tanto, a sinalização provisória deve:

- Apresentar dimensões e características padronizadas;
- Ser implantada com critérios uniformes;
- Apresentar bom estado de conservação;
- Estar adaptada às condições atmosféricas, devendo ser sempre retrorrefletiva ou acompanhada de dispositivos luminosos, quando os canteiros de obras permanecerem ativados durante o período noturno ou estiverem implantados em locais sujeitos à neblina;
- Ser objeto de manutenção, enquanto perdurar a situação temporária.

VII. Credibilidade

Como toda a sinalização de trânsito, a relativa a obras deve informar ao usuário a exata situação decorrente da implantação do canteiro de obras. Assim, o conjunto de sinais deve ser implantado de forma a transmitir com clareza e precisão as condições que serão encontradas adiante, tais como: a localização da obra, as consequências na circulação e o fim do trecho em obras.

A informação precisa através da sinalização, da real situação verificada, é fundamental para credibilidade das mensagens transmitidas e para a predisposição de obediência a determinações e orientações. Assim, é de fundamental importância informar o fim do trecho em obras, quando a condição normal da pista voltar a ocorrer.



4.6.3.1 Sinalização Vertical de Obras

Os dispositivos de sinalização vertical regularmente utilizados quando da ocorrência de obras, serviços de manutenção e conservação ou ainda de situações de emergências em rodovias.

A sinalização vertical temporária, utilizada quando da execução de obras, é composta principalmente de sinais de advertência e de regulamentação. Sinais de indicação são necessários quando a localização das obras determina a necessidade de desvios de fluxos de veículos.

A aplicação conjunta desses sinais tem por objetivo advertir os usuários sobre as condições do tráfego na via, regulamentar a circulação de trânsito e fornecer indicações necessárias ao seu deslocamento.

I. Cores

Os sinais verticais temporários são apresentados com as seguintes cores:

- Sinais de regulamentação: fundo branco, orla e tarja vermelhas e símbolos pretos, com exceção do sinal de parada obrigatória R-1;
- Sinais de advertência: fundo laranja e orla, legendas e símbolos pretos;
- Sinais de indicação: fundo laranja e orla, legendas e símbolos pretos.

II. Dimensões

Os sinais temporários de regulamentação e advertência devem ter as seguintes dimensões:

- 1,20 m para rodovias de classe 0 e IA;
- 1,00 m para rodovias de classe IB;
- 0,80 m para rodovias de classe II, III e IV.

Essas medidas se referem a:

- Distância entre lados opostos, no sinal de Parada Obrigatória, R-1;
- Lado do sinal Dê a Preferência, R-2;
- Diâmetro de sinais circulares de regulamentação;
- Lado do quadrado dos sinais de advertência.



Os sinais temporários de indicação de obras devem ter dimensões compatíveis com o número de faixas e com a classe da rodovia, empregando altura de letra apropriada na diagramação das legendas.

III. Posicionamento das placas

O posicionamento das placas de sinalização de obras pode variar conforme o período de duração das obras e se as obras são em um local específico ou se são móveis, como por exemplo, a execução de pintura de faixas.

No caso de obras de longa duração, num local específico, as placas de sinalização de obras podem ser instaladas na margem da via, conforme o estabelecido no Manual de Sinalização Rodoviária do

DNIT, ou até mesmo na própria pista, dependendo da situação.

No caso de obras móveis, de reparos de curta duração ou emergências, as placas de sinalização podem ser colocadas sobre cavaletes ou suportes móveis, dispostos da maneira mais apropriada para garantir a segurança de usuários, trabalhadores e a integridade dos dispositivos.

IV. Materiais utilizados

As placas de sinalização de obras podem ser confeccionadas em chapas de aço, de alumínio ou outro material especificado no Manual de Sinalização Rodoviária e nas Especificações de Serviço do DNIT, desde que recobertas por película retrorrefletiva.

V. Sinalização Vertical de Advertência de Obras

Os sinais de advertência utilizados nesta obra apresentam, em sua maioria, a forma quadrada com uma diagonal na horizontal.

VI. Sinal A-24: Obras

Adverte o condutor de veículos da existência, adiante, de obras no leito ou junto à rodovia.

Deve ser utilizado para advertir da existência de trecho da rodovia com execução de obras na pista, acostamento e/ou sobre canteiros divisórios.

O sinal A-24 deve ser, sempre, o primeiro da sequência da sinalização de obras. Portanto, deve ser colocado na área de pré-sinalização, antecedendo os demais sinais de advertência ou regulamentação. Deve vir acompanhado de informação complementar, do tipo “A ... m” , quando a obra for executada na pista ou acostamento.



Figura 4-3 - Sinal A-24: Obras

VII. Sinalização Vertical de Regulamentação

O conjunto completo de placas de sinalização vertical de regulamentação encontra-se no Manual de Sinalização Rodoviária do DNIT. Estas placas se destinam a regulamentar as condições de circulação na via. Nesta subseção são apresentados os sinais de regulamentação utilizados na sinalização de obras ou emergências.

VIII. Sinal R-7: Proibido ultrapassar

Assinala ao condutor do veículo que é proibido realizar a operação de ultrapassagem no trecho regulamentado.

Deve ser utilizado nas seguintes condições:

- Quando os serviços de execução das obras não permitam a ultrapassagem segura dos veículos;
- Ser colocado na área de pré-sinalização, em vias de pista única e sentido duplo de circulação;
- Na área de atividade, no caso de desvios com faixa única por sentido de tráfego.

Em desvios extensos, deve ser repetida a cada 500 m, para relembrar ao condutor do veículo a restrição de ultrapassagem.



Figura 4-4 - Sinal R-7: Proibido ultrapassar

IX. Sinal R-19: Velocidade máxima permitida

Regulamenta o limite máximo de velocidade em que o veículo pode circular. A velocidade indicada deve ser observada a partir do local onde for colocada a placa até onde houver outra que a modifique.

Deve ser utilizado sempre que haja necessidade de controle de velocidade, em função do potencial de periculosidade no segmento em obra.

Deve ser colocado nas seguintes condições e quantidades:

- Quantas forem necessárias, na área de pré-sinalização, para reduzir a velocidade dos veículos na aproximação do trecho em obras;
- Na área de atividade, para regulamentar a velocidade na passagem pelo local da obra; e
- Após o final das obras, para retomar a regulamentação da velocidade normal da via.

Em desvios extensos, deve ser repetida a cada 500 m, para reforçar a restrição ao condutor do veículo.



Figura 4-5 - Sinal R-19: Velocidade máxima permitida

X. Sinalização Vertical de Indicação de Obras

A execução de obras ou a ocorrência de situações de emergência em rodovias podem determinar:

- O bloqueio total da pista e/ou acostamento; e
- A necessidade de se implantar sinalização que oriente os motoristas a circularem por desvios para o acostamento ou para pista variante provisória.

Nestes casos, utiliza-se a sinalização vertical de indicação. As placas devem seguir os critérios da seção 8 do Manual De Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias, serem apresentadas na forma retangular e serem confeccionadas com as seguintes cores: fundo laranja e letras, setas e tarjas pretas.

XI. Sinal de acostamento em obras a metros

Adverte o condutor da existência de obras ou serviços no acostamento.

Deve ser utilizado sempre houver reparos no acostamento propriamente dito ou serviços que exijam a presença de homens e/ou máquinas no acostamento, tais como limpeza da faixa de domínio.



Figura 4-6 - Sinal de acostamento em obras a metros

XII. Sinal de fim de obras

Adverte o condutor do veículo do término do trecho em obras na via.

Dever ser utilizado nas seguintes condições:

- Sempre que o condutor do veículo possa retornar à condição normal de tráfego na via;
- Ser colocado imediatamente após o trecho em obras, na área de sinalização de fim das obras.

XIII. Projetos – Tipo

Segue abaixo seção tipo de sinalização de obra com bloqueio do acostamento que será aplicado nesta obra.

Projeto - Tipo Nº 02 : Sinalização de Obras - Bloqueio do Acostamento
Pista Simples (1 faixa por sentido)

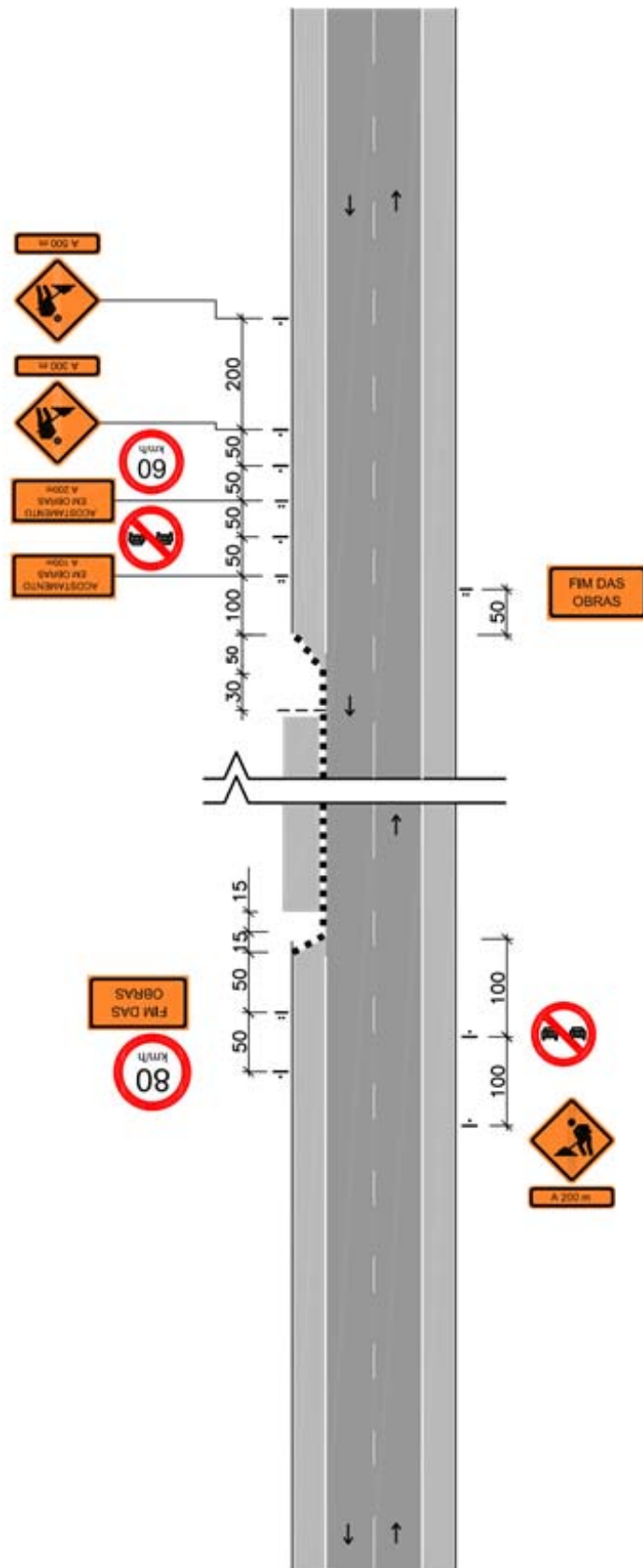


Figura 4-7 - Sinalização de Obra – Bloqueio do Acostamento



Legenda:

- | | |
|--------------------------|----------------------------|
| ▲ cone ou cilindro | ◀ iluminação interminente |
| ■ barreira classe I e II | 🚩 bandeira apoiada em cone |
| ▬ barreira classe III | · placa em coluna simples |
| → sentido de circulação | : placa em coluna dupla |

- Nota: 1—As barreiras classe I, II e III podem ser substituídas por barreiras plásticas ou tapumes;
2—Cotas em metros
3—O espaçamento máximo recomendável entre cones, cilindros e entre barreiras é de:
· 15 m, na canalização para mudança de faixa de tráfego
· 30 m, na canalização em tangente

Figura 4-8 - Sinalização de Obra – Legenda



5 RELATÓRIO FOTOGRÁFICO





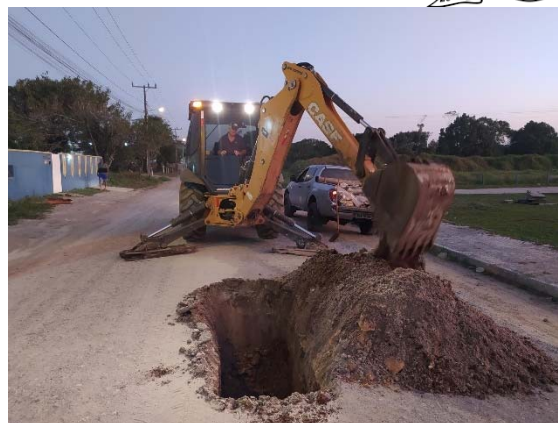


Figura 5-2 – Estaca 0,00+200

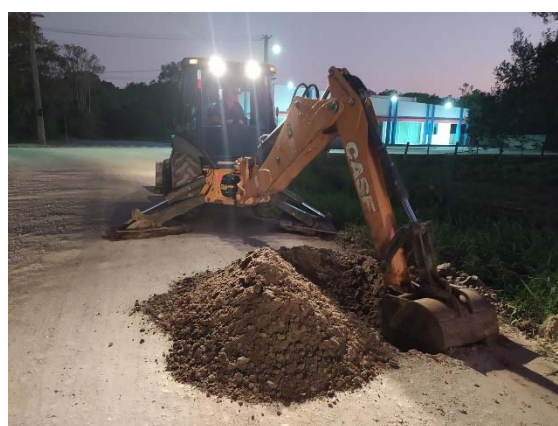


Figura 5-3 – Estaca 0,00+420

5.1 Sondagem

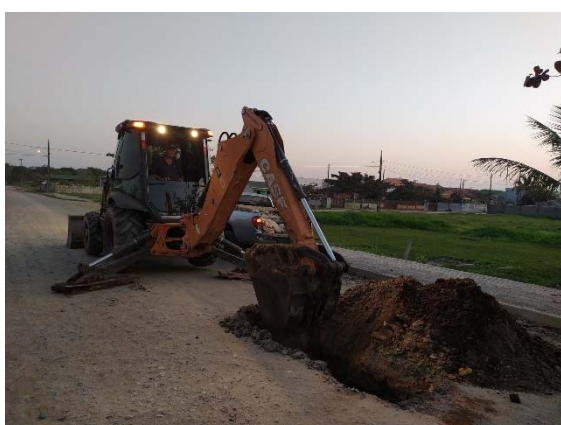


Figura 5-1 – Estaca 0,00+020



6 BOLETINS DE SONDAGEM

COMPACTAÇÃO, ISC, EXP, HOT E DENS. MÁX



Serviço: Material de Sondagem

Furo: 1876 EX

Prof.: 0,40 A 0,70

Material: Areia Cinza Clara

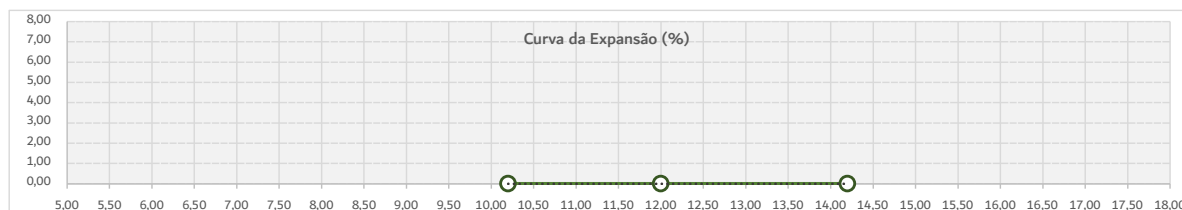
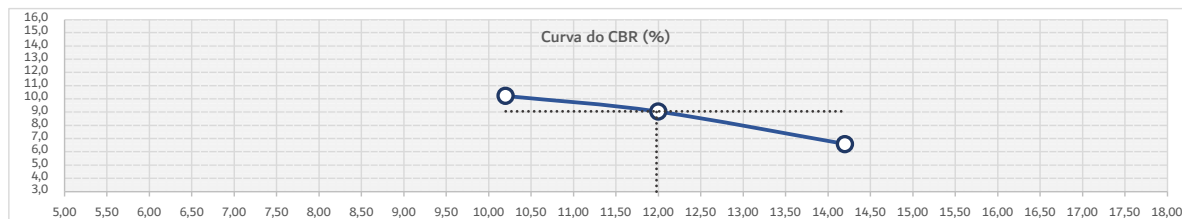
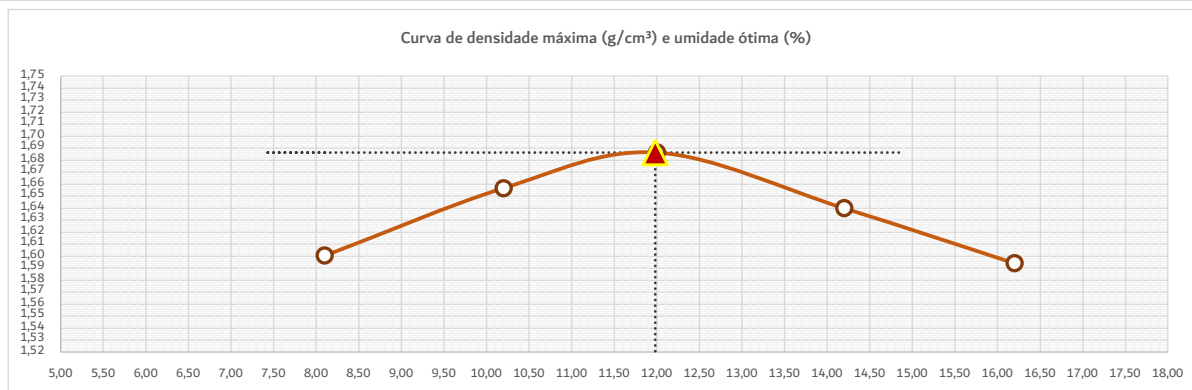
Cliente: Itapoá

Local: Av. Príncipe

Data: 09/08/2022

CARACTERÍSTICAS		AMOSTRA		UMIDADE NATURAL	
Energia de Compactação	Normal	Peso da amostra úmida		Cápsula N°:	48
Disco Espaçador (Pol)	2"	Ph (g) = 6000,0		Cápsula + Solo Úmido (g)	112,82
Dens. Máxima (Kg/cm³)	1,686	Peso da amostra seca		Cápsula + Solo Seco (g)	105,13
Cilindro	Horas	Ps (g) = 5526,0		Peso da Cápsula (g)	15,01
Proctor	C.B.R.	Peso da água		Água (g)	7,69
Umidade Ótima (%)	11,98	Água (g) = 474,0		Solo Seco (g)	90,12
C.B.R. (%)	9,07	Média		Umidade %	8,53
Expansão (%)	0,00				8,58

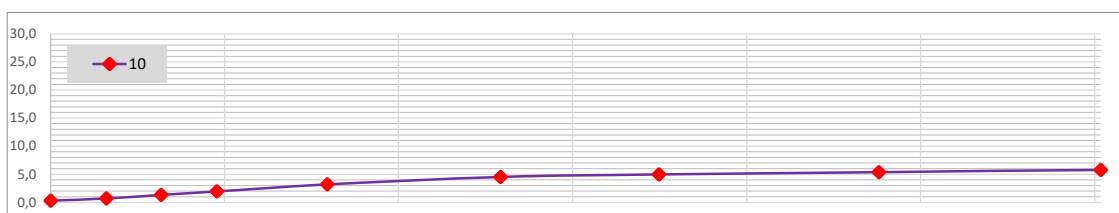
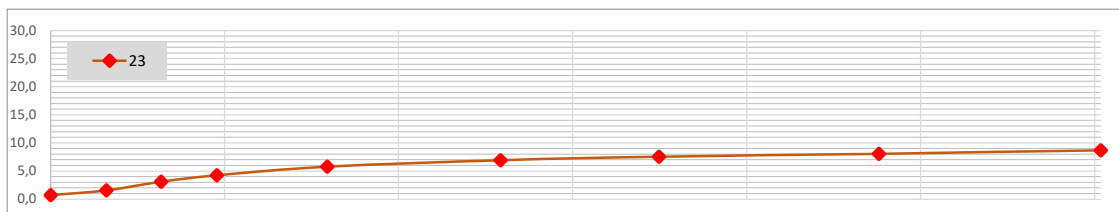
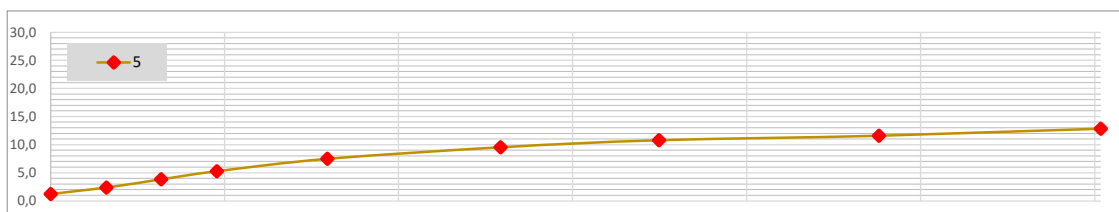
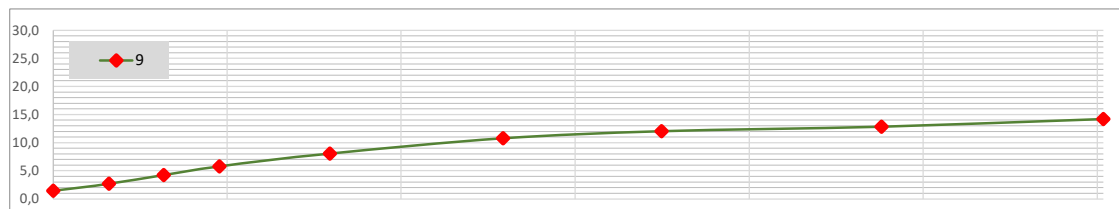
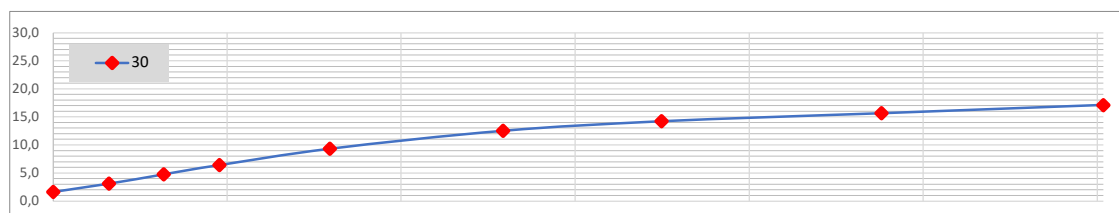
Descrição				Cilindro N°	Cilindro N°	Cilindro N°	Cilindro N°	Cilindro N°	Cilindro N°
				30	9	5	23	10	15
Água	g	a	-	300	420	540	660	780	900
	%	b	-	5,0	7,0	9,0	11,0	13,0	15,0
Solo úmido + Cilindro	g	c	-	9343,0	8344,0	8591,0	9987,0	8340,0	8456,0
Peso do Cilindro	g	d	-	5292,0	4143,0	4233,0	5584,0	4066,0	4240,0
Solo úmido	g	e	d - e	4051,0	4201,0	4358,0	4403,0	4274,0	4216,0
Volume do Cilindro	cm³	f	-	2341,5	2301,3	2307,4	2351,1	2307,4	2302,5
Massa Específica Aparente Úmida	g/cm³	g	e / f	1,730	1,825	1,889	1,873	1,852	1,831
Cápsula	n°	h	-	23	28	67	45	48	51
Solo úmido + cápsula	g	i	-	104,58	106,56	110,36	105,12	111,72	109,65
Solo Seco + Cápsula	g	j	-	98,00	98,25	99,84	93,84	98,22	95,56
Peso da Água	g	l	i - j	6,58	8,31	10,52	11,28	13,50	14,09
Peso da Cápsula	g	m	-	16,37	16,66	11,98	14,29	15,01	17,08
Solo Seco	g	n	j - m	81,63	81,59	87,86	79,55	83,21	78,48
Umidade	g	o	l / n	8,10	10,20	12,00	14,20	16,20	18,00
Massa Específica Aparente Seca	g/cm³	o	g / (1+o)	1,600	1,657	1,686	1,640	1,594	1,552



Anel Dinamométrico		1032			Área do Pistão:			19,32			Constante:			0,10379		
Cilindro		30			9			5			23			10		
Altura do Cilindro (cm)		12,77			12,700			12,700			12,890			12,700		
Data	Hora	L (mm)	Dif. (mm)	Exp. %	L (mm)	Dif. (mm)	Exp. %	L (mm)	Dif. (mm)	Exp. %	L (mm)	Dif. (mm)	Exp. %	L (mm)	Dif. (mm)	Exp. %
09/08/2022	13:57:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10/08/2022	13:57:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11/08/2022	13:57:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12/08/2022	13:57:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13/08/2022	13:57:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

T	Penet.	Cilindro	30		Cilindro	9		Cilindro	5		Cilindro	23		Cilindro	10	
Min.	mm	L (mm)	Pressão (Kg/m²)		L (mm)	Pressão (Kg/m²)		L (mm)	Pressão (Kg/m²)		L (mm)	Pressão (Kg/m²)		L (mm)	Pressão (Kg/m²)	
			Calc.	Corr.		Calc.	Corr.		Calc.	Corr.		Calc.	Corr.		Calc.	Corr.
0,5	0,63	16	1,7	1,7	14	1,5	1,5	12	1,2	1,2	7	0,7	0,7	3	0,3	0,3
1,0	1,27	30	3,1	3,1	26	2,7	2,7	23	2,4	2,4	15	1,6	1,6	7	0,7	0,7
1,5	1,90	46	4,8	4,8	41	4,3	4,3	37	3,8	3,8	30	3,1	3,1	13	1,3	1,3
2,0	2,54	62	6,4	6,4	56	5,8	5,8	51	5,3	5,3	41	4,3	4,3	19	2,0	2,0
3,0	3,81	90	9,3	9,3	78	8,1	8,1	72	7,5	7,5	56	5,8	5,8	31	3,2	3,2
4,0	5,80	121	12,6	12,6	104	10,8	10,8	92	9,5	9,5	67	7,0	7,0	44	4,6	4,6
6,0	7,62	137	14,2	14,2	116	12,0	12,0	104	10,8	10,8	73	7,6	7,6	48	5,0	5,0
8,0	10,15	151	15,7	15,7	124	12,9	12,9	112	11,6	11,6	78	8,1	8,1	52	5,4	5,4
10,0	12,70	165	17,1	17,1	137	14,2	14,2	124	12,9	12,9	84	8,7	8,7	56	5,8	5,8

CBR'		70,31		9,15		8,27		7,53		6,05		2,80	
CBR"		105,46		11,91		10,24		9,05		6,59		4,33	



LIMITES FÍSICOS



Serviço: Material de Sondagem Furo: 1876 EX Prof.: 0,40 A 0,70 Material: Areia Cinza Clara
 Cliente: Itapoá
 Local: Av. Príncipe Data: 09/08/2022

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Peneira n.	Abertura	Retido (g)	Passando (g)	% que Passa da Amostra total	Amostra para Granulometria					
3"	76,2		996,32	100,00%	Amostra Total Úmida (g)		1.000,00			
2 1/2"	63,5		996,32	100,00%	Solo Seco Retido na #10 (g)		8,40			
2"	50,8		996,32	100,00%	Solo Úmido Pass. #10 (g)		991,60			
1 1/2"	38,1		996,32	100,00%	Solo S. Pass. #10 (g)		987,92			
1"	25,4	0,00	996,32	100,00%	Amostra Total Seca (g)		996,32			
3/4"	19,1	0,00	996,32	100,00%	Umidade Higroscópica					
1/2"	12,7	0,00	996,32	100,00%						
3/8"	9,5	0,00	996,32	100,00%	Cápsula Nº:	3	9			
4	4,8	3,26	993,06	99,67%	Cápsula+Solo Úmido(g)	83,57	71,42			
10	2,0	5,14	987,92	99,16%	Cápsula+Solo Seco(g)	83,32	71,21			
Peneiramento Fino					Peso da Cápsula (g)			16,72	14,46	
Peso da Amostra Úmida			100,00	Peso da Amostra Seca		99,63	Água (g)		0,25	0,21
Peneira		Amostra Seca (g)		Porcentagem que Passa			Solo Seco (g)		66,60	56,75
N.	Abertura	Retido	Passante	Amostra Parcial		Amostra Total	Umidade %		0,38	0,37
10	2,000	0								
40	0,420	0,67	98,96	99,33%		98,49%				
200	0,075	94,81	4,15	4,16%		4,13%	Média		0,37	

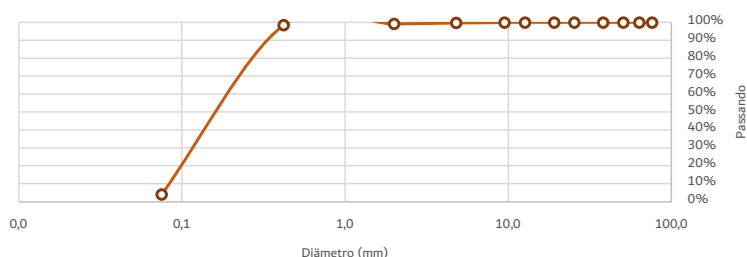
ENSAIOS FÍSICOS

LÍMITE DE LIQUEZ	Cápsula	Solo Úmido + Cápsula	Solo Seco + Cápsula	Peso da Cápsula	Peso da Água	Peso do Solo Seco	% de Água	Número de Golpes	Constante	LL Calculado	LL Adotado
	169	0,00	0,00	6,79	0,00	-6,79	0,00	52			
	132	0,00	0,00	7,91	0,00	-7,91	0,00	41			
	161	0,00	0,00	5,61	0,00	-5,61	0,00	30	1,029	0,00	0,00
	148	0,00	0,00	8,66	0,00	-8,66	0,00	21	0,973	0,00	
	101	0,00	0,00	7,67	0,00	-7,67	0,00	11			
LÍMITE DE PLASTICIDADE	Cápsula	Solo Úmido + Cápsula	Solo Seco + Cápsula	Peso da Cápsula	Peso da Água	Peso do Solo Seco	% de Água				
	160	0,00	0,00	5,99	0,00	-5,99	0,00				
	103	0,00	0,00	8,05	0,00	-8,05	0,00				
	146	0,00	0,00	8,44	0,00	-8,44	0,00				
	130	0,00	0,00	8,12	0,00	-8,12	0,00				
	121	0,00	0,00	7,65	0,00	-7,65	0,00				
				0,00							

RESUMO DOS ENSAIOS

Pedregulho > 4,8 mm 0,33%
 Areia Grossa 4,8 a 2,0 mm 0,52%
 Areia Média 2,0 a 0,42 mm 0,67%
 Areia Fina 0,42 a 0,074 mm 94,36%
 Passando no #200 4,13%
 Limite Liqueidez 0,00
 Limite Plasticidade 0,00
 Índice Plasticidade 0,00
 Índice de Grupo 0
 Classificação H.R.B. A3

DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA



Etapa	Preparação	Granulometria	LL	LP	Cálculos
	DNER ME - 041/94	DNER ME - 080/94	DNER ME - 122/94	DNER ME - 082/94	
Data					
Operador					

COMPACTAÇÃO, ISC, EXP, HOT E DENS. MÁX



Serviço: Material de Sondagem

Furo: 1875 EX

Prof.: 0,40 A 0,70

Material: Areia Cinza Clara

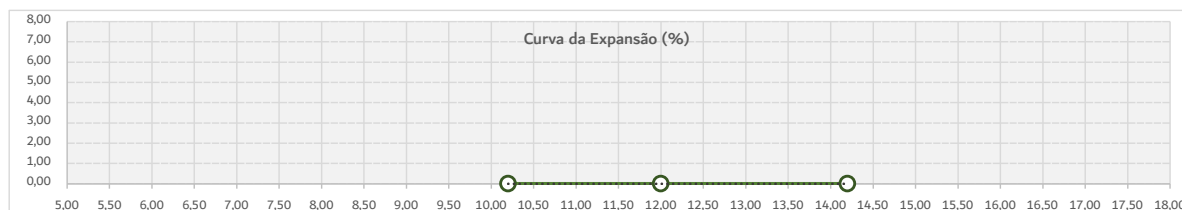
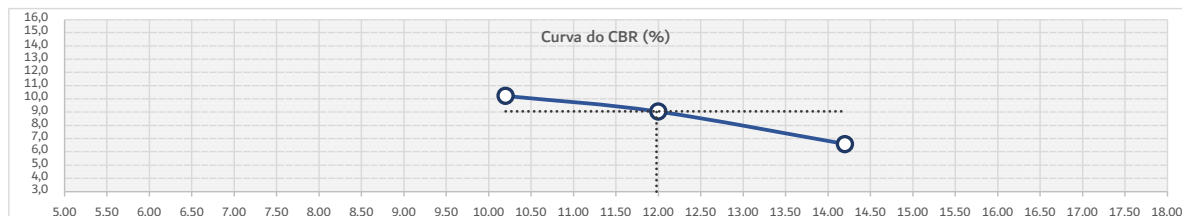
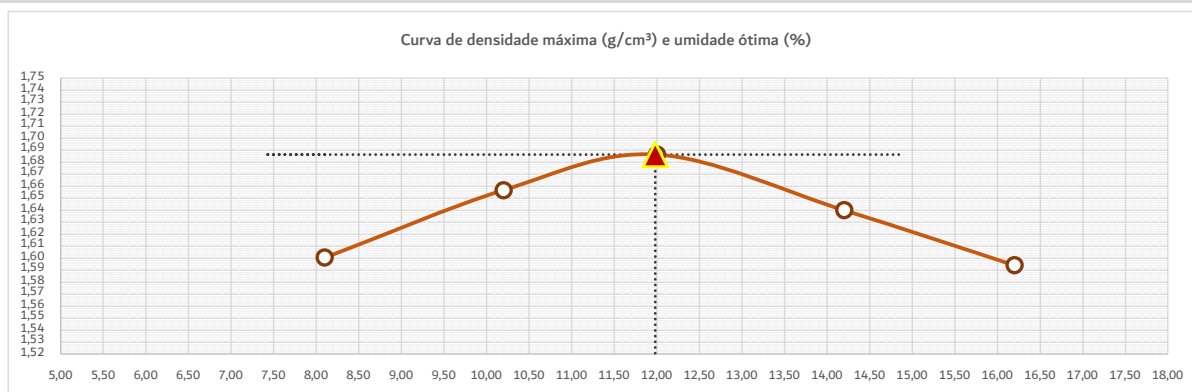
Cliente: Itapoá

Local: Av. Príncipe

Data: 09/08/2022

CARACTERÍSTICAS		AMOSTRA		UMIDADE NATURAL	
Energia de Compactação	Normal	Peso da amostra úmida		Cápsula Nº:	48
Disco Espaçador (Pol)	2"	Ph (g) = 6000,0		Cápsula + Solo Úmido (g)	112,82
Dens. Máxima (Kg/cm³)	1,686	Peso da amostra seca		Cápsula + Solo Seco (g)	105,13
Cilindro	Horas	Ps (g) = 5526,0		Peso da Cápsula (g)	15,01
Proctor	C.B.R.	Peso da água		Água (g)	7,69
Umidade Ótima (%)	11,98	Água (g) = 474,0		Solo Seco (g)	90,12
C.B.R. (%)	9,07	Média		Umidade %	8,53
Expansão (%)	0,00				8,58

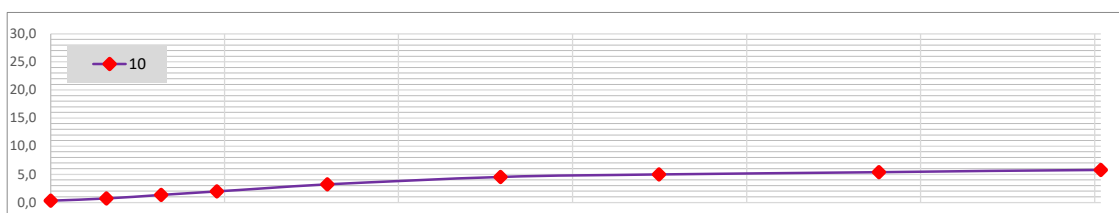
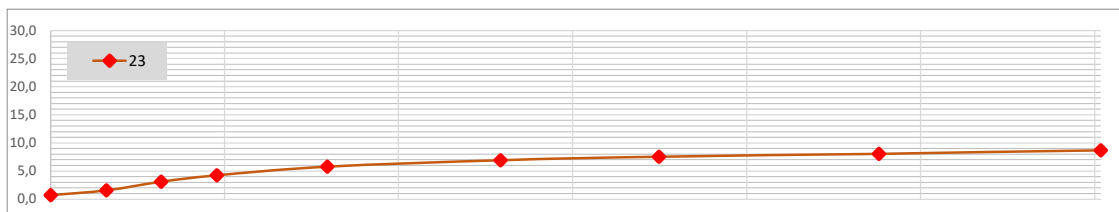
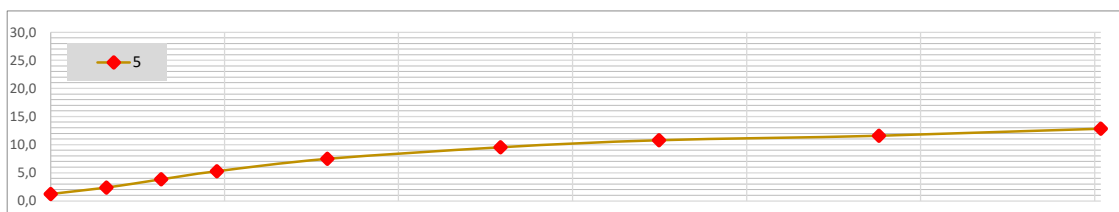
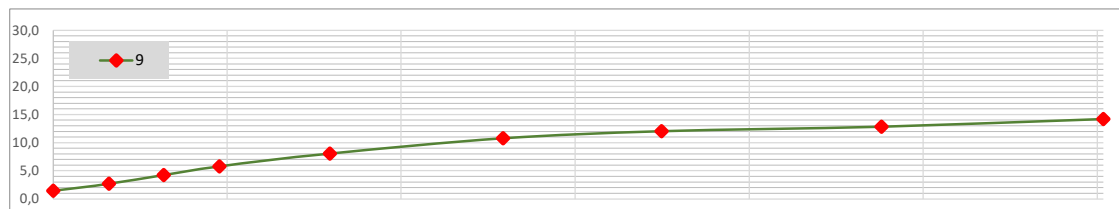
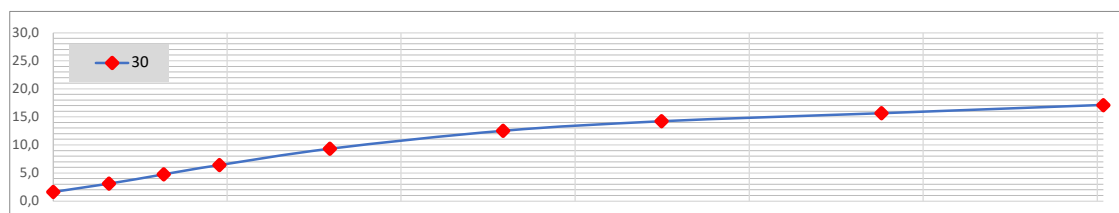
Descrição				Cilindro Nº	Cilindro Nº	Cilindro Nº	Cilindro Nº	Cilindro Nº	Cilindro Nº
				30	9	5	23	10	15
Água	g	a	-	300	420	540	660	780	900
	%	b	-	5,0	7,0	9,0	11,0	13,0	15,0
Solo úmido + Cilindro	g	c	-	9343,0	8344,0	8591,0	9987,0	8340,0	8456,0
Peso do Cilindro	g	d	-	5292,0	4143,0	4233,0	5584,0	4066,0	4240,0
Solo úmido	g	e	d - e	4051,0	4201,0	4358,0	4403,0	4274,0	4216,0
Volume do Cilindro	cm³	f	-	2341,5	2301,3	2307,4	2351,1	2307,4	2302,5
Massa Específica Aparente Úmida	g/cm³	g	e / f	1,730	1,825	1,889	1,873	1,852	1,831
Cápsula	nº	h	-	23	28	67	45	48	51
Solo úmido + cápsula	g	i	-	104,58	106,56	110,36	105,12	111,72	109,65
Solo Seco + Cápsula	g	j	-	98,00	98,25	99,84	93,84	98,22	95,56
Peso da Água	g	l	i - j	6,58	8,31	10,52	11,28	13,50	14,09
Peso da Cápsula	g	m	-	16,37	16,66	11,98	14,29	15,01	17,08
Solo Seco	g	n	j - m	81,63	81,59	87,86	79,55	83,21	78,48
Umidade	g	o	l / n	8,10	10,20	12,00	14,20	16,20	18,00
Massa Específica Aparente Seca	g/cm³	o	g / (1+o)	1,600	1,657	1,686	1,640	1,594	1,552



Anel Dinamométrico		1032			Área do Pistão:			19,32			Constante:			0,10379		
Cilindro		30			9			5			23			10		
Altura do Cilindro (cm)		12,77			12,700			12,700			12,890			12,700		
Data	Hora	L (mm)	Dif. (mm)	Exp. %	L (mm)	Dif. (mm)	Exp. %	L (mm)	Dif. (mm)	Exp. %	L (mm)	Dif. (mm)	Exp. %	L (mm)	Dif. (mm)	Exp. %
09/08/2022	13:57:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10/08/2022	13:57:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11/08/2022	13:57:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12/08/2022	13:57:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13/08/2022	13:57:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

T	Penet.	Cilindro	30		Cilindro	9		Cilindro	5		Cilindro	23		Cilindro	10	
Min.	mm	L (mm)	Pressão (Kg/m²)		L (mm)	Pressão (Kg/m²)		L (mm)	Pressão (Kg/m²)		L (mm)	Pressão (Kg/m²)		L (mm)	Pressão (Kg/m²)	
			Calc.	Corr.		Calc.	Corr.		Calc.	Corr.		Calc.	Corr.		Calc.	Corr.
0,5	0,63	16	1,7	1,7	14	1,5	1,5	12	1,2	1,2	7	0,7	0,7	3	0,3	0,3
1,0	1,27	30	3,1	3,1	26	2,7	2,7	23	2,4	2,4	15	1,6	1,6	7	0,7	0,7
1,5	1,90	46	4,8	4,8	41	4,3	4,3	37	3,8	3,8	30	3,1	3,1	13	1,3	1,3
2,0	2,54	62	6,4	6,4	56	5,8	5,8	51	5,3	5,3	41	4,3	4,3	19	2,0	2,0
3,0	3,81	90	9,3	9,3	78	8,1	8,1	72	7,5	7,5	56	5,8	5,8	31	3,2	3,2
4,0	5,80	121	12,6	12,6	104	10,8	10,8	92	9,5	9,5	67	7,0	7,0	44	4,6	4,6
6,0	7,62	137	14,2	14,2	116	12,0	12,0	104	10,8	10,8	73	7,6	7,6	48	5,0	5,0
8,0	10,15	151	15,7	15,7	124	12,9	12,9	112	11,6	11,6	78	8,1	8,1	52	5,4	5,4
10,0	12,70	165	17,1	17,1	137	14,2	14,2	124	12,9	12,9	84	8,7	8,7	56	5,8	5,8

CBR'		70,31		9,15		8,27		7,53		6,05		2,80	
CBR"		105,46		11,91		10,24		9,05		6,59		4,33	



LIMITES FÍSICOS



Serviço: Material de Sondagem Furo: 1875 EX Prof.: 0,40 A 0,70 Material: Areia Cinza Clara
 Cliente: Itapoá
 Local: Av. Príncipe Data: 09/08/2022

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Peneira n.	Abertura	Retido (g)	Passando (g)	% que Passa da Amostra total	Amostra para Granulometria		
3"	76,2		996,32	100,00%	Amostra Total Úmida (g)		1.000,00
2 1/2"	63,5		996,32	100,00%	Solo Seco Retido na #10 (g)		8,40
2"	50,8		996,32	100,00%	Solo Úmido Pass. #10 (g)		991,60
1 1/2"	38,1		996,32	100,00%	Solo S. Pass. #10 (g)		987,92
1"	25,4	0,00	996,32	100,00%	Amostra Total Seca (g)		996,32
3/4"	19,1	0,00	996,32	100,00%	Umidade Higroscópica		
1/2"	12,7	0,00	996,32	100,00%			
3/8"	9,5	0,00	996,32	100,00%			
4	4,8	3,26	993,06	99,67%	Cápsula Nº.:	3	9
10	2,0	5,14	987,92	99,16%	Cápsula+Solo Úmido(g)	83,57	71,42
					Cápsula+Solo Seco(g)	83,32	71,21
Peneiramento Fino					Peso da Cápsula (g)	16,72	14,46
Peso da Amostra Úmida			100,00	Peso da Amostra Seca	99,63	Água (g)	0,25
Peneira		Amostra Seca (g)		Porcentagem que Passa		Solo Seco (g)	0,21
N.	Abertura	Retido	Passante	Amostra Parcial	Amostra Total	Umidade %	0,37
10	2,000	0				Média	0,37
40	0,420	0,67	98,96	99,33%	98,49%		
200	0,075	94,81	4,15	4,16%	4,13%		

ENSAIOS FÍSICOS

LIMITE DE LIQUEZ	Cápsula	Solo Úmido + Cápsula	Solo Seco + Cápsula	Peso da Cápsula	Peso da Água	Peso do Solo Seco	% de Água	Número de Golpes	Constante	LL Calculado	LL Adotado
	169	0,00	0,00	6,79	0,00	-6,79	0,00	52			
	132	0,00	0,00	7,91	0,00	-7,91	0,00	41			
	161	0,00	0,00	5,61	0,00	-5,61	0,00	30	1,029	0,00	0,00
	148	0,00	0,00	8,66	0,00	-8,66	0,00	21	0,973	0,00	
	101	0,00	0,00	7,67	0,00	-7,67	0,00	11			

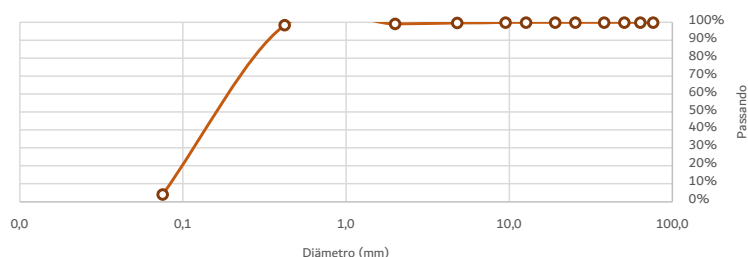
LIMITE DE PLASTICIDADE	Cápsula	Solo Úmido + Cápsula	Solo Seco + Cápsula	Peso da Cápsula	Peso da Água	Peso do Solo Seco	% de Água
	160	0,00	0,00	5,99	0,00	-5,99	0,00
	103	0,00	0,00	8,05	0,00	-8,05	0,00
	146	0,00	0,00	8,44	0,00	-8,44	0,00
	130	0,00	0,00	8,12	0,00	-8,12	0,00
	121	0,00	0,00	7,65	0,00	-7,65	0,00

R² = #N/A

RESUMO DOS ENSAIOS

Pedregulho > 4,8 mm 0,33%
 Areia Grossa 4,8 a 2,0 mm 0,52%
 Areia Média 2,0 a 0,42 mm 0,67%
 Areia Fina 0,42 a 0,074 mm 94,36%
 Passando no #200 4,13%
 Limite Liqueidez 0,00
 Limite Plasticidade 0,00
 Índice Plasticidade 0,00
 Índice de Grupo 0
 Classificação H.R.B. A3

DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA



Etapa	Preparação	Granulometria	LL	LP	Cálculos
Data	DNER ME - 041/94	DNER ME - 080/94	DNER ME - 122/94	DNER ME - 082/94	
Operador					

COMPACTAÇÃO, ISC, EXP, HOT E DENS. MÁX



Serviço: Material de Sondagem

Furo: 1874 EX

Prof.: 0,20 A 0,50

Material: Areia Marrom Clara

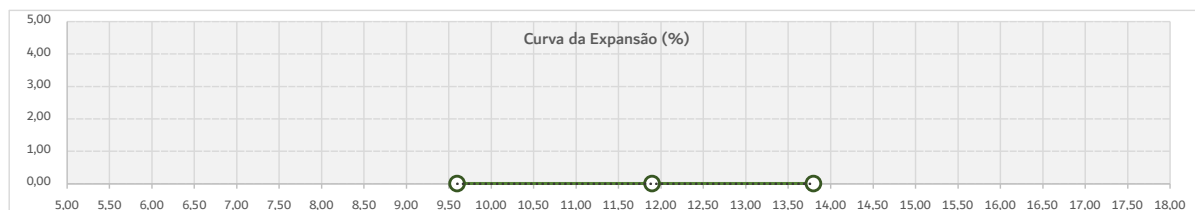
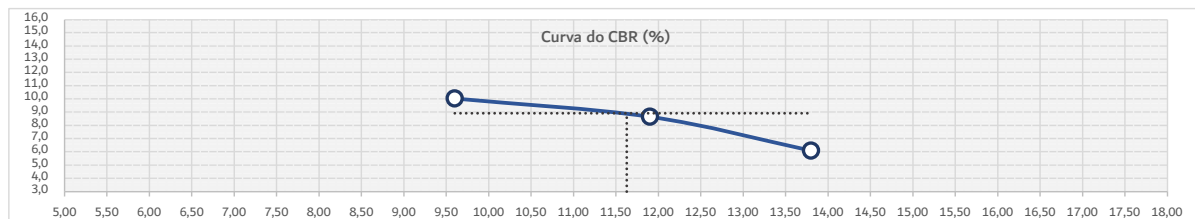
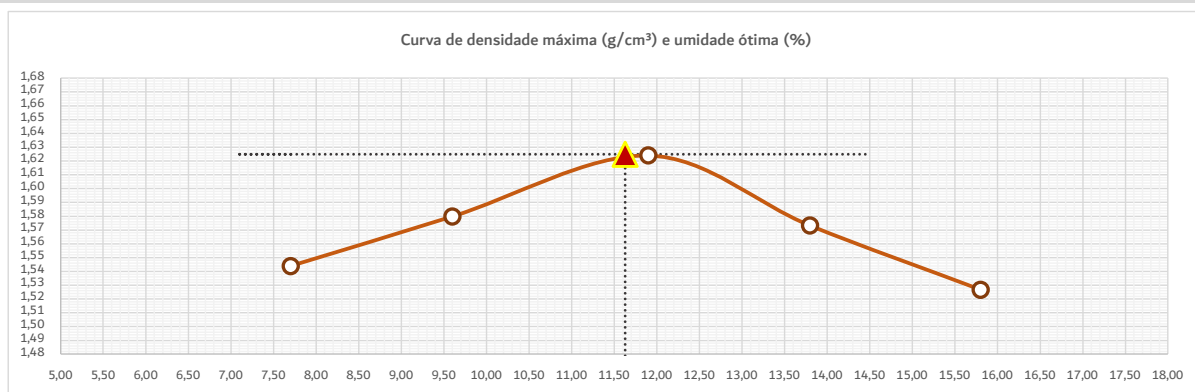
Cliente: Itapoá

Local: Av. do Príncipe

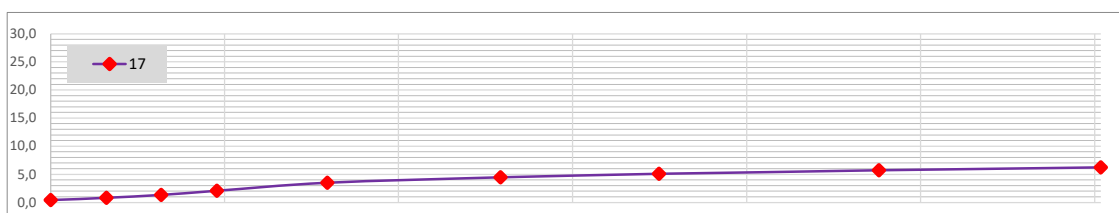
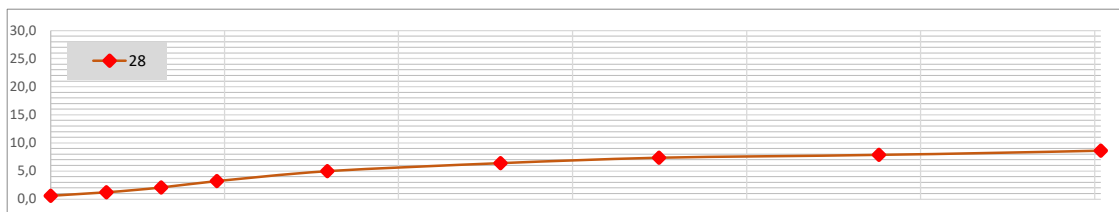
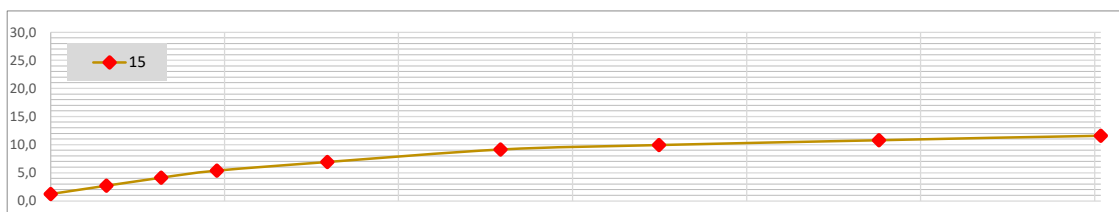
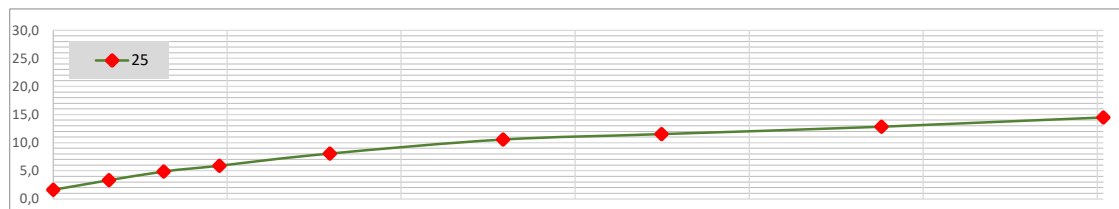
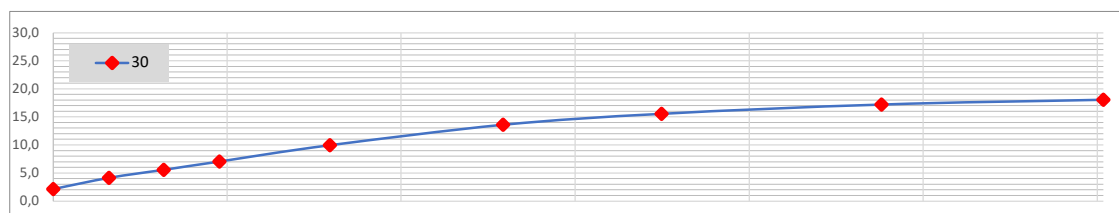
Data: 09/08/2022

CARACTERÍSTICAS		AMOSTRA		UMIDADE NATURAL	
Energia de Compactação	Normal	Peso da amostra úmida		Cápsula Nº:	51
Disco Espaçador (Pol)	2"	Ph (g) = 6000,0		Cápsula + Solo Úmido (g)	102,57
Dens. Máxima (Kg/cm³)	1,625	Peso da amostra seca		Cápsula + Solo Seco (g)	95,70
Cilindro	Horas	Ps (g) = 5516,1		Peso da Cápsula (g)	17,08
Proctor	C.B.R.	Peso da água		Água (g)	6,87
Umidade Ótima (%)	11,63	Água (g) = 483,9		Solo Seco (g)	78,62
C.B.R. (%)	8,92	Média		Umidade %	8,74
Expansão (%)	0,00				8,81

Descrição				Cilindro Nº	Cilindro Nº	Cilindro Nº	Cilindro Nº	Cilindro Nº	Cilindro Nº
				30	25	15	28	17	9
Água	g	a	-	200	320	440	560	680	800
	%	b	-	3,3	5,3	7,3	9,3	11,3	13,3
Solo úmido + Cilindro	g	c	-	9185,0	8608,0	8424,0	9579,0	9511,0	8174,0
Peso do Cilindro	g	d	-	5292,0	4592,0	4240,0	5421,0	5363,0	4143,0
Solo úmido	g	e	d - e	3893,0	4016,0	4184,0	4158,0	4148,0	4031,0
Volume do Cilindro	cm³	f	-	2341,5	2319,5	2302,5	2322,6	2346,4	2301,3
Massa Específica Aparente Úmida	g/cm³	g	e / f	1,663	1,731	1,817	1,790	1,768	1,752
Cápsula	nº	h	-	24	33	14	35	28	41
Solo úmido + cápsula	g	i	-	92,25	95,74	90,01	100,16	103,95	105,58
Solo Seco + Cápsula	g	j	-	86,66	88,81	82,07	89,76	92,01	92,21
Peso da Água	g	l	i - j	5,59	6,93	7,94	10,40	11,94	13,37
Peso da Cápsula	g	m	-	13,86	16,85	15,54	14,64	16,66	16,46
Solo Seco	g	n	j - m	72,80	71,96	66,53	75,12	75,35	75,75
Umidade	g	o	l / n	7,70	9,60	11,90	13,80	15,80	17,70
Massa Específica Aparente Seca	g/cm³	o	g / (1+o)	1,544	1,580	1,624	1,573	1,527	1,488



Anel Dinamométrico		1032			Área do Pistão:			19,32			Constante:			0,10379		
Cilindro		30			25			15			28			17		
Altura do Cilindro (cm)		12,77			12,700			12,690			12,700			12,780		
Data	Hora	L	Dif.	Exp.	L	Dif.	Exp.	L	Dif.	Exp.	L	Dif.	Exp.	L	Dif.	Exp.
09/08/2022	13:10:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10/08/2022	13:10:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11/08/2022	13:10:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12/08/2022	13:10:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13/08/2022	13:10:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T	Penet.	Cilindro 30			Cilindro 25			Cilindro 15			Cilindro 28			Cilindro 17		
Min.	mm	L	Pressão (Kg/m²)		L	Pressão (Kg/m²)		L	Pressão (Kg/m²)		L	Pressão (Kg/m²)		L	Pressão (Kg/m²)	
		(mm)	Calc.	Corr.	(mm)	Calc.	Corr.	(mm)	Calc.	Corr.	(mm)	Calc.	Corr.	(mm)	Calc.	Corr.
0,5	0,63	21	2,2	2,2	16	1,7	1,7	12	1,2	1,2	6	0,6	0,6	4	0,4	0,4
1,0	1,27	40	4,2	4,2	32	3,3	3,3	26	2,7	2,7	12	1,2	1,2	8	0,8	0,8
1,5	1,90	54	5,6	5,6	47	4,9	4,9	40	4,2	4,2	20	2,1	2,1	13	1,3	1,3
2,0	2,54	68	7,1	7,1	57	5,9	5,9	52	5,4	5,4	31	3,2	3,2	20	2,1	2,1
3,0	3,81	96	10,0	10,0	78	8,1	8,1	67	7,0	7,0	48	5,0	5,0	34	3,5	3,5
4,0	5,80	131	13,6	13,6	102	10,6	10,6	88	9,1	9,1	62	6,4	6,4	43	4,5	4,5
6,0	7,62	150	15,6	15,6	111	11,5	11,5	96	10,0	10,0	71	7,4	7,4	49	5,1	5,1
8,0	10,15	166	17,2	17,2	124	12,9	12,9	104	10,8	10,8	76	7,9	7,9	55	5,7	5,7
10,0	12,70	174	18,1	18,1	140	14,5	14,5	112	11,6	11,6	83	8,6	8,6	60	6,2	6,2
CBR' 70,31		10,04			8,41			7,68			4,58			2,95		
CBR" 105,46		12,89			10,04			8,66			6,10			4,23		



LIMITES FÍSICOS



Serviço: Material de Sondagem

Furo: 1874 EX

Prof.: 0,20 A 0,50

Material:

Areia Marrom Clara

Cliente: Itapoá

Local: Av. do Príncipe

Data:

09/08/2022

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Peneira n.	Abertura	Retido (g)		Passando (g)	% que Passa da Amostra total	Amostra para Granulometria				
3"	76,2			997,33	100,00%	Amostra Total Úmida (g)		1.000,00		
2 1/2"	63,5			997,33	100,00%	Solo Seco Retido na #10 (g)		4,69		
2"	50,8			997,33	100,00%	Solo Úmido Pass. #10 (g)		995,31		
1 1/2"	38,1			997,33	100,00%	Solo S. Pass. #10 (g)		992,64		
1"	25,4	0,00		997,33	100,00%	Amostra Total Seca (g)		997,33		
3/4"	19,1	0,00		997,33	100,00%	Umidade Higroscópica				
1/2"	12,7	0,00		997,33	100,00%					
3/8"	9,5	0,00		997,33	100,00%	Cápsula Nº.:	18	15		
4	4,8	1,51		995,82	99,85%	Cápsula+Solo Úmido(g)	85,47	89,93		
10	2,0	3,18		992,64	99,53%	Cápsula+Solo Seco(g)	85,29	89,72		
Peneiramento Fino						Peso da Cápsula (g)			15,82	14,49
Peso da Amostra Úmida				100,00	Peso da Amostra Seca		99,73	Água (g)	0,18	0,21
Peneira		Amostra Seca (g)		Porcentagem que Passa		Solo Seco (g)		69,47	75,23	
N.	Abertura	Retido	Passante	Amostra Parcial		Amostra Total		Umidade %	0,26	0,28
10	2,000	0								
40	0,420	0,46	99,27	99,54%		99,07%				
200	0,075	95,07	4,20	4,21%		4,19%		Média	0,27	

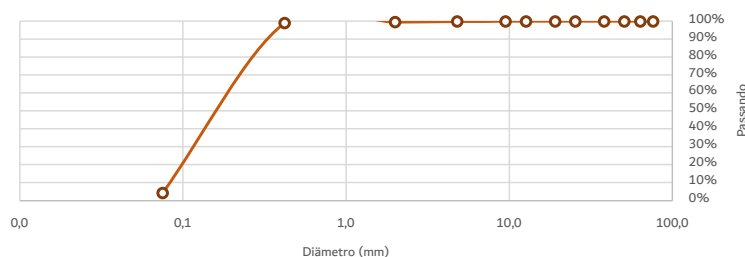
ENSAIOS FÍSICOS

LÍMITE DE LIQUIDEZ	Cápsula	Solo Úmido	Solo Seco +	Peso da	Peso da	Peso do Solo	% de Água	Número de	Constante	LL Calculado	LL Adotado
	+ Cápsula	Cápsula	Cápsula	Cápsula	Água	Seco		Golpes			
	104	0,00	0,00	8,22	0,00	-8,22	0,00	50			
	112	0,00	0,00	7,80	0,00	-7,80	0,00	41			
	115	0,00	0,00	8,30	0,00	-8,30	0,00	33			
	123	0,00	0,00	8,25	0,00	-8,25	0,00	21	0,973	0,00	0,00
	137	0,00	0,00	6,77	0,00	-6,77	0,00	11			
LÍMITE DE PLASTICIDADE	Cápsula	Solo Úmido	Solo Seco +	Peso da	Peso da	Peso do Solo	% de Água				
	+ Cápsula	Cápsula	Cápsula	Cápsula	Água	Seco					
	145	0,00	0,00	8,37	0,00	-8,37	0,00				
	127	0,00	0,00	8,03	0,00	-8,03	0,00				
	145	0,00	0,00	8,37	0,00	-8,37	0,00				
	159	0,00	0,00	5,90	0,00	-5,90	0,00				
	132	0,00	0,00	7,91	0,00	-7,91	0,00				
				0,00							

RESUMO DOS ENSAIOS

Pedregulho > 4,8 mm	0,15%
Areia Grossa 4,8 a 2,0 mm	0,32%
Areia Média 2,0 a 0,42 mm	0,46%
Areia Fina 0,42 a 0,074 mm	94,88%
Passando na #200	4,19%
Limite Liquidez	0,00
Limite Plasticidade	0,00
Índice Plasticidade	0,00
Índice de Grupo	0
Classificação H.R.B.	A3

DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA



Etapa	Preparação	Granulometria	LL	LP	Cálculos
	DNER ME - 041/94	DNER ME - 080/94	DNER ME - 122/94	DNER ME - 082/94	
Data					
Operador					



7 A.R.T.