PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA DE PAVIMENTAÇÃO E DRENAGEM DA RUA RIO GRANDE DO NORTE, NO BAIRRO PRAIA GRANDE, FUNDÃO/ES

VOLUME 01 – RELATÓRIO DE PROJETO

Consultoria:

avantec
Soluções em Engenharia

Vitória | ES

2025

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 1 / 143

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO 11
2 MAPA DE SITUAÇÃO / LOCALIZAÇÃO 13
3 ESTUDOS 15
3.1 ESTUDOS TOPOGRÁFICO 16
3.1.1 IMPLANTAÇÃO DE REDE DE APOIO BÁSICO COM MARCOS DE CONCRETO 16
3.1.2 PROCESSAMENTO DE VETORES 16
3.1.3 AJUSTAMENTO DE VETORES 17
3.1.4 INVENTÁRIO TOPOGRÁFICO 17
3.1.5 APRESENTAÇÃO 31
3.2 ESTUDOS HIDROLÓGICOS 32
3.2.1 INTRODUÇÃO 32
3.2.2 FASE PRELIMINAR: COLETA E CARACTERIZAÇÃO DE DADOS DE ENTRADA 35
3.2.3 FASE DEFINITIVA: PROCESSAMENTO E ANÁLISE DE DADOS 47
3.2.4 CONCLUSÃO 60
3.3 ESTUDOS GEOLÓGICOS 61
3.3.1 INTRODUÇÃO 61
3.3.2 COLETA E PESQUISA DE DADOS 61
3.3.3 DESCRIÇÃO GEOLÓGICA DA REGIÃO 61
3.4 ESTUDOS GEOTÉCNICOS 69
3.4.1 ESTUDO DO SUBLEITO – SONDAGEM A TRADO 69
3.4.2 ESTUDO DE OCORRÊNCIAS DE MATERIAIS 71
3.4.3 APRESENTAÇÃO 71
4 PROJETOS 92
4.1 PROJETO GEOMÉTRICO 93
4.1.1 CRITÉRIOS DE PROJETO 93
4.1.2 APRESENTAÇÃO 93

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 2 / 143

4.2 PROJETO DE TERRAPLENAGEM 95
4.2.1 DOCUMENTAÇÃO DE REFERÊNCIA 95
4.2.2 METODOLOGIA 95
4.2.3 APRESENTAÇÃO 99
4.3 PROJETO DE DRENAGEM 104
4.3.1 DRENAGEM SUPERFICIAL 104
4.3.2 APRESENTAÇÃO 108
4.4 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO 109
4.4.1 INTRODUÇÃO 109
4.4.2 PARÂMETROS DE PROJETO 109
4.4.3 DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS COM BLOCOS INTERTRAVADOS 110
4.4.4 VANTAGENS DO PAVIMENTO COM BLOCOS PRÉ-MOLDADOS DE CONCRETO 114
4.4.5 RESULTADO FINAL 116
4.4.6 APRESENTAÇÃO 117
4.5 PROJETO DE SINALIZAÇÃO 118
4.5.1 GENERALIDADES 118
4.5.2 DESCRIÇÃO, CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E MATERIAIS 118
4.5.3 SINALIZAÇÃO VERTICAL 118
4.5.4 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL 123
4.5.5 APRESENTAÇÃO 127
4.6 PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES 128
4.6.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS 128
4.6.2 APRESENTAÇÃO 128
5 ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO 129
5.1.1 ESPECIFICAÇÕES DE TERRAPLENAGEM 129
5.1.2 ESPECIFICAÇÕES DE DRENAGEM 130
5.1.3 ESPECIFICAÇÕES DE PAVIMENTAÇÃO 131
5.1.4 ESPECIFICAÇÕES DE SINALIZAÇÃO 146

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 3 / 143

6 ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA 148

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 4 / 143

LISTA DAS FIGURAS

Figura 1 – Mapa de Localização e Hidrografia. 34

Figura 2 – Mapa climático do Espírito Santo, segundo a classificação de Koppen. Destaque para o município de Fundão. 39

Figura 3 – Série Histórica de Temperatura Média Mensal na Estação Meteorológica de Vitória/ES 40

Figura 4 - Estações Pluviométricas próximas do empreendimento 42

Figura 5 – Curvas de altura x duração de chuva para diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica Santa Cruz – Litoral. 51

Figura 6 – Curvas de intensidade x duração de chuva para diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica Santa Cruz – Litoral. 52

Figura 7 – Histograma de Distribuição de Precipitação e Número Médio Mensal de Dias Chuvosos no período de 1947 a 2024 na estação Santa Cruz – Litoral. 53

Figura 8 – Precipitação Total Anual do período de 1947 a 2024 na estação Santa Cruz – Litoral. 54

Figura 9 – Precipitação Máxima Mensal em 1 dia para período de 1947 a 2024 na estação Santa Cruz – Litoral. 54

Figura 10 – Histograma de Número de Dias Chuvosos (NDC). 55

Figura 11 – Mapa de Pedológico 63

Figura 12 – Mapa de Geologia 65

Figura 13 - Mapa Geomorfológico 67

Figura 14: Dimensionamento da Sarjeta Meio-fio MFC-01 107

Figura 15 - Prioridade de utilização dos procedimentos de dimensionamento 110

Figura 16 **-** Espessura necessária de sub-base. 112

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 5 / 143

Figura 17 - Espessura da base cimentada em função do número N. 113

Figura 18 – Padrões posicionamento dos blocos 132

Figura 19 - Posicionamento de blocos em espinha de peixe 132

Figura 20 – Sequência de assentamento blocos 133

Figura 21 - Sequência de assentamento blocos 133

Figura 22 – Assentamento de blocos em espinha de peixe 134

Figura 23 - Assentamento blocos seguindo alinhamento 135

Figura 24 – Execução preliminar de locação eixo 135

Figura 25 - Locação eixo da via 135

Figura 26 – Instalação marcações para verificação ângulos retos 136

Figura 27 - Detalhe da instalação manual blocos 136

Figura 28 – Detalhe do transporte dos blocos 137

Figura 29 - Detalhe instalação blocos intertravados 137

Figura 30 - Detalhe juntas entre blocos 138

Figura 31 – Procedimento para execução junta 138

Figura 32 – Detalhe golpeamento bloco 139

Figura 33 - Corte manual dos blocos 139

Figura 34 - Corte mecânico dos blocos 140

Figura 35 - Detalhe peça de ajuste 140

Figura 36 – Detalhe preenchimento com argamassa 140

Figura 37 - Detalhe compactação blocos 141

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 6 / 143

Figura 38 – Detalhe sentido de compactação blocos 141

Figura 39 - Limite de compactação 142

Figura 40 – Detalhe retirada de blocos danificados 142

Figura 41 - Detalhe material para preenchimento de juntas 143

Figura 42 – Detalhe peneiramento areia para rejuntamento blocos 143

Figura 43 - Detalhe compactação final 144

Figura 44 – Detalhe manutenção blocos intertravaods 145

Figura 45 - Detalhe de manutenção em rede sob pavimento de bloco 145

Figura 46 – Detalhe de ondulações no pavimento 145

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 7 / 143

LISTA DAS TABELAS

Tabela 1: Coordenadas dos vértices do IBGE. 17

Tabela 2 – Características dos postos pluviométricos instalados em até 10km do traçado. . 41

Tabela 3 – Histórico da precipitação mensal para o período de 1947 a 2024 na estação Santa Cruz – Litoral. 43

Tabela 4 – Histórico da precipitação mensal para o período de 1947 a 2024 na estação Santa Cruz – Litoral. 45

Tabela 5 – Precipitações máximas de 1 dia máximas anuais medidas na estação Santa Cruz – Litoral entre os anos 1947 e 2024. 49

Tabela 6 – Média, desvio padrão e distribuição de Gumbel para as máximas de 1 dia..... 49

Tabela 7 – Precipitações máximas anuais de 1 dia associadas a diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica Pancas 50

Tabela 8 – Precipitações máximas (em mm), para a estação Pluviométrica Santa Cruz – Litoral, associadas a diferentes períodos de retorno e durações..... 50

Tabela 9 – Intensidades máximas (em mm/min), para a estação Pluviométrica Santa Cruz – Litoral, associadas a diferentes períodos de retorno e durações..... 51

Tabela 10 – Período de Recorrência para Drenagem Urbana 55

Tabela 11 – Valores para o coeficiente de escoamento (c). Fonte: Manual de hidrologia do DNIT 57

Tabela 12 – Diretrizes para escolha do método de cálculo de Vazões. 58

Tabela 13 – Domínios, regiões e unidades geomorfológicas da área de estudo. 66

Tabela 14 – Análise Estatística 70

Tabela 15 - Massas Específicas referenciais dos materiais, solos e agregados 97

Tabela 16 - Massas específicas das misturas de materiais..... 98

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 8 / 143

Tabela 17 – Classificação das vias e parâmetros de tráfego. 110

Tabela 18 - Espessura e resistência dos blocos de revestimento 113

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 9 / 143

ÍNDICE DE REVISÕES									
CLIENTE:	PREFEITURA MUNICIPAL DE FUNDÃO								
PROJETO:	PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA DE PAVIMENTAÇÃO E DRENAGEM DA RUA RIO GRANDE DO NORTE, NO BAIRRO PRAIA GRANDE, FUNDÃO/ES								
TÍTULO:	VOLUME 01 – RELATÓRIO DE PROJETO								
TIPOLOGIA:	INFRAESTRUTURA								
REV.	**DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS**								
00	Emissão inicial								
	Rev. 0	**Rev. 1**	**Rev. 2**	**Rev. 3**	**Rev. 4**	**Rev. 5**	**Rev. 6**	**Rev. 7**	**Rev. 8**
DATA:	21/11/25								
ELABORAÇÃO:	JEAN								
VERIFICAÇÃO:	TAMIRIS								
APROVAÇÃO:	TAMIRIS								
FORMULÁRIO PERTENCENTE À AVANTEC SOLUÇÕES EM ENGENHARIA									

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 10 / 143

1 APRESENTAÇÃO

A **AVANTEC Engenharia Ltda.**, sediada na Avenida Fernando Ferrari, nº 1080, Centro Empresarial América, Torre Norte, sala 503, Mata da Praia, Vitória-ES, inscrita sob o CNPJ n° 05.844.663/0001-06, em atendimento às atribuições que lhe são devidas, conforme contrato firmado com a **Prefeitura Municipal de Fundão,** vem por meio deste encaminhar o **Projeto Executivo de Engenharia de Pavimentação e Drenagem da Rua Rio Grande do Norte, no Bairro Praia Grande, Fundão/ES,** contendo os seguintes itens:

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

No **Projeto Executivo de Engenharia de Pavimentação e Drenagem das Ruas Duílio Scarton e João Saccani, nos Bairros Oséias e Santo Antônio, Fundão/ES,** foram contempladas as seguintes ruas:

RUA	ESTACAS						EXTENSÃO (m)
	INICIAL			FINAL			
Rua Rio Grande do Norte	9	+	5,94	17	+	2,957	157,02
Total							**157,02**

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

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

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 11 / 143

- VOLUME 03 – ORÇAMENTO, contendo orçamento da obra.

THIAGO GOMES BONOMO:05772065750

Assinado de forma digital por THIAGO GOMES BONOMO:05772065750
Dados: 2025.11.25 08:31:54 -03'00'

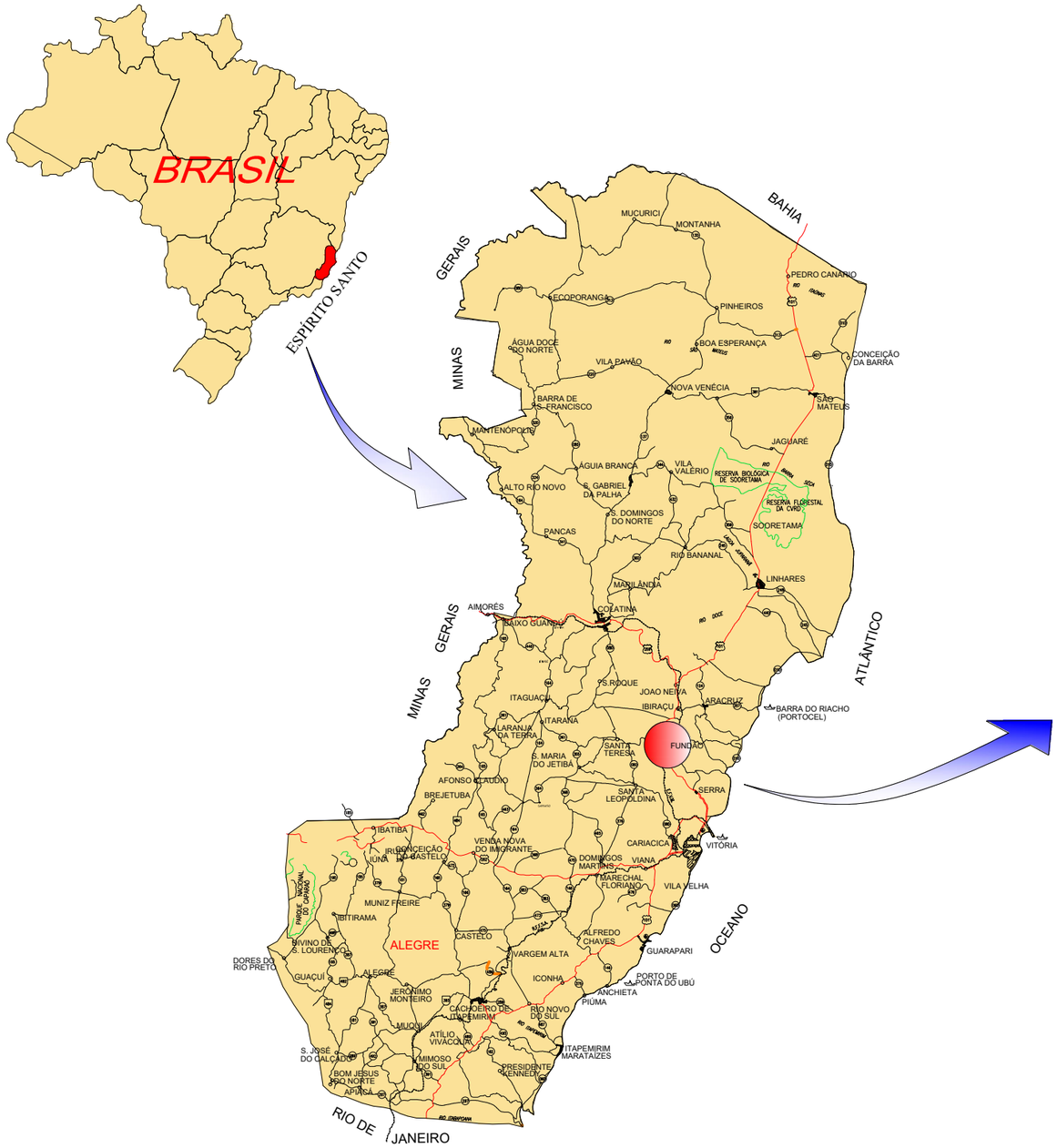
AVANTEC ENGENHARIA LTDA
Engº Thiago Gomes Bonomo
CREA: ES-018427/D

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 12 / 143

2 MAPA DE SITUAÇÃO / LOCALIZAÇÃO

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

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 13 / 143





EXTENSÃO CONTEMPLADA LOGRADOUROS ADJACENTES

RUA	ESTACAS INICIAL			ESTACAS FINAL			EXTENSÃO (m)
Rua Rio Grande do Norte	9	+	5,94	17	+	2,957	157,02
Total							**157,02**

PREFEITURA MUNICIPAL DE FUNDÃO

CONSULTORIA: AVANTEC SOLUÇÕES EM ENGENHARIA

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA

TÍTULO: MAPA DE LOCALIZAÇÃO

LOCAL: RUA RIO GRANDE DO NORTE, BAIRRO PRAIA GRANDE, FUNDÃO/ES

COORDENADOR : Engº Civil: THIAGO GOMES BONOMO	CREA: ES-018427/D	ESCALA: S/ESCALA	FORMATO: A3	PRANCHA: **MAP-01**
AUTOR DO PROJETO : Engº Civil: THIAGO GOMES BONOMO	CREA: ES-018427/D	REVISÃO: R. 0	DATA: 2025	

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 14 / 143

3 ESTUDOS

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

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

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

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

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 15 / 143

3.1 ESTUDOS TOPOGRÁFICO

3.1.1 IMPLANTAÇÃO DE REDE DE APOIO BÁSICO COM MARCOS DE CONCRETO

Em Outubro de 2025 as equipes foram mobilizadas para a Rua Rio Grande do Norte- Praia Grande no município de Fundão-ES, e após análise e planejamento dos serviços foram iniciados os trabalhos de campo. Para o presente levantamento topográfico foi necessário implantar, próximo à área de levantamento, um par de marco com GPS Geodésico (Base).

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

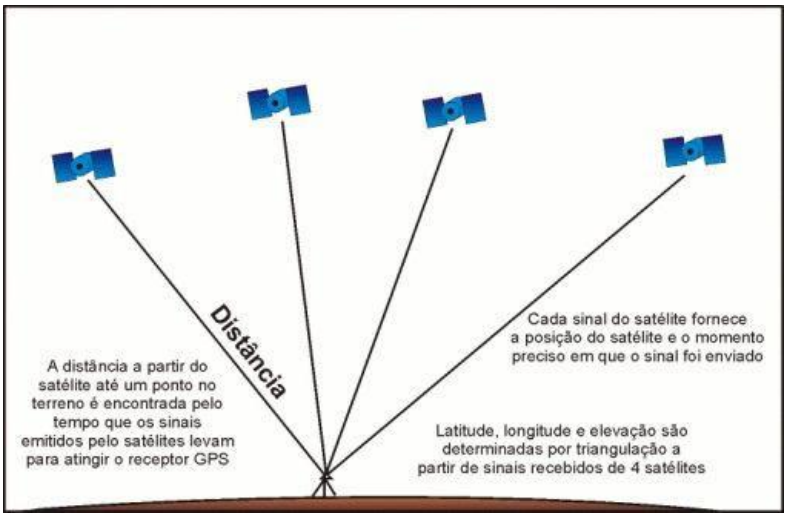


Figura1-Representação da captação de sinais dos satélites.

Foi feita uma sessão de rastreio no modo estático com duração média de 4 horas para todos o marco.

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

3.1.2 PROCESSAMENTO DE VETORES

O processamento foi feito usando o programa Leica Infinity A solução do processamento de todos os vetores foi feita com fixação da ambiguidade.

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 16 / 143

3.1.3 AJUSTAMENTO DE VETORES

O ajustamento dos vetores processados foi feito com o programa Leica Infinity. A injunção do ajustamento foi feita a partir do vértice CEFE (RBMC- 93960) cujas monografias foram baixadas do site do IBGE (www.ibge.gov.br). As coordenadas dos vértices do IBGE são mostradas na https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/rede-geodesica/16258-rede-brasileira-de-monitoramento-continuo-dos-sistemas-gnss-rbmc.html?=&t=dados-diarios-e-situacao-operacional

Tabela 1: Coordenadas dos vértices do IBGE.

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

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

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

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

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

PONTO	NORTE	ESTE	COTA
EDO1765	7783279.5333	375624.7020	3.029
EDO1766	7783354.1600	375617.2090	2.773

3.1.4 INVENTÁRIO TOPOGRÁFICO

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

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 17 / 143

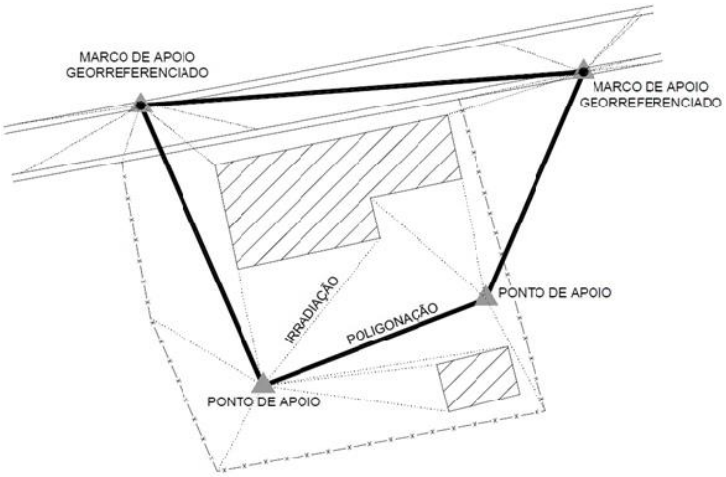


Figura1-Representação da captação de irradiações.

Adiante está apresentado o Memorial Fotográfico do levantamento planialtimétrico cadastral.

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 18 / 143





2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58





2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 20 / 143





2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 21 / 143





2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 22 / 143





2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 23 / 143





2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 24 / 143





2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 25 / 143





2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 26 / 143





2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 27 / 143





2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 28 / 143





2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 29 / 143





2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 30 / 143



3.1.5 APRESENTAÇÃO

Apresenta-se a seguir o Relatório de Poligonal e no ***Volume 02 – Projeto de Execução***, o Levantamento Planialtimétrico em formato A1 e/ou A3 (ABNT), o resultado do levantamento executado.

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 31 / 143

3.2 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

3.2.1 INTRODUÇÃO

O ambiente de uma região é o resultado de interações complexas e dinâmicas entre diversos fatores físicos e bióticos que evoluíram ao longo do tempo. A intervenção humana, como a implantação de infraestrutura viária, altera o equilíbrio natural, demandando a busca por um novo estado de equilíbrio em um ambiente modificado.

Nesse contexto, o regime hídrico se destaca como um dos principais fatores modeladores, dada sua influência direta sobre os demais elementos físicos e bióticos. Para garantir a sustentabilidade de qualquer intervenção, é essencial que ela esteja alinhada ao regime hídrico local. Isso torna imprescindível a compreensão de fatores como fluviometria, padrões de chuva, regimes de cheias e outras variáveis hidrológicas.

Infraestruturas lineares, como as que compõem a malha viária, frequentemente interceptam as linhas de drenagem naturais. Para que as estruturas de transposição, como bueiros e pontes, sejam adequadamente dimensionadas e não sofram comprometimento durante eventos pluviométricos, é fundamental compreender os regimes hídricos das áreas interceptadas. Enquanto para rios com séries históricas de dados, a previsão de cheias se baseia em distribuições estatísticas, para cursos d'água com poucos ou nenhum dado, a modelagem matemática que transforma chuva em vazão torna-se a alternativa técnica preferencial.

Os estudos hidrológicos do Projeto de Pavimentação da Rua Rio Grande do Norte, no município de Fundão/ES, foram desenvolvidos em consonância com os seguintes documentos:

- Instrução de Serviço IS-203 – Estudos Hidrológicos, constante na publicação IPR nº 726 do DNIT;
- Manual de Hidrologia Básica para estruturas de drenagem. Publicação IPR nº 715 do DNIT;
- Manual de Drenagem de Rodovias. Publicação IPR nº 724 do DNIT.

3.2.1.1 OBJETIVO

Este Estudo Hidrológico tem por objetivo principal a apresentação dos métodos e procedimentos a serem usados no dimensionamento dos dispositivos de drenagem envolvendo, entre outros, as obra-de-arte correntes (bueiros e galerias), as obras de drenagem superficial (sarjetas, valetas, canaletas etc), além da fixação das seções de vazão das obras-de-arte especiais (pontes e pontilhões).

3.2.1.2 LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DA ÁREA

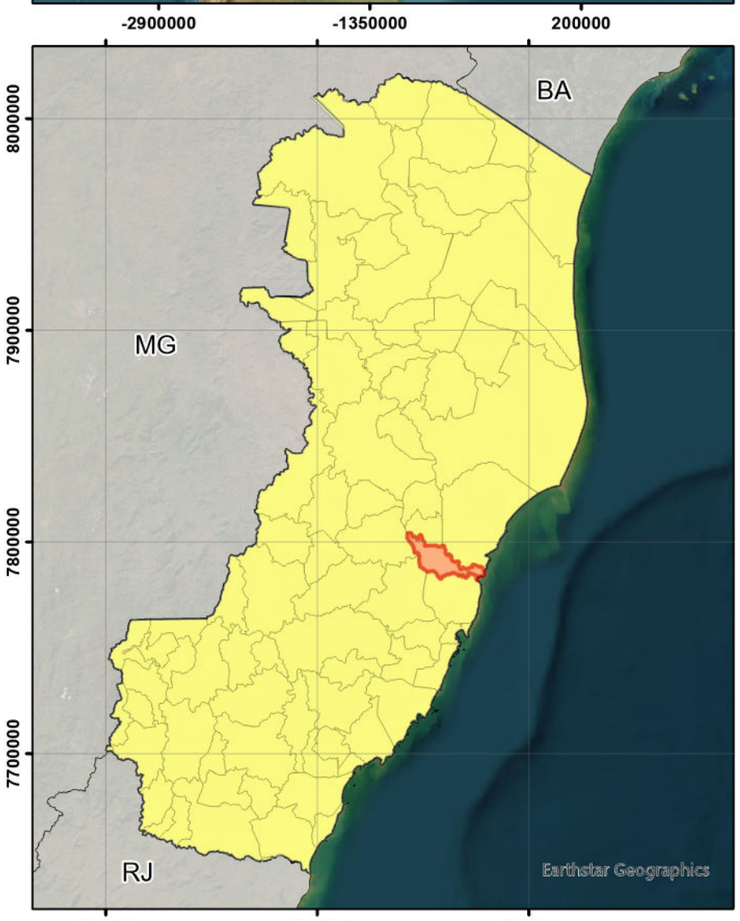
2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 32 / 143

A Figura 1 apresenta o mapa de localização do trecho em estudo. Este mapa destaca a localização do traçado no contexto local, estadual e nacional, evidenciando as principais vias e localidades. Além disso, apresenta a hidrografia básica nos arredores do traçado, como o Córrego Tongo e o Rio Fundão ou Reis Magos.

Não existe qualquer ponto de interceptação, cruzamento ou tangenciamento direto entre o eixo viário projetado e qualquer um dos corpos hídricos mapeados na área. Este afastamento indica que o trecho em estudo não demanda obras de arte especiais (OAE) para transposição hídrica, como pontes ou bueiros, e se desenvolve fora da zona de proteção do rio.

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 33 / 143







N
W E
S

Projeção: Universal Transversa Mercator.
Datum Horizontal: SIRGAS 2000.
Fuso: 24 Hemisfério Sul.

Legenda

- Traçado da rua
- Hidrografia
- Fundão
- Espírito Santo
- Brasil

Documentação e Referências

ESRI. Imagery basemap. 2022.
IBGE. Malha Municipal Digital. 2020.
IDAF. Limites Municipais. 2018.

ø	Emissão original	2025
REV	DESCRIÇÃO	DATA

Projeto:
Projeto de Engenharia de Pavimentação da Rua Rio Grande do Norte, no Município de Fundão/ES

Título:
Mapa de Localização

Responsável técnico:
Thiago Gomes Bonomo
Eng. Civil
CREA: ES-18.427/D

Elaboração:
Thiago Gomes Bonomo
Eng. Civil
CREA: ES-18.427/D

Escala: 1:10.000
0 80 160 320 m

Folha: 1 de 1
Local: Fundão/ES
Papel: A3
Nº: EH-01

Contratante:
Contratada: avantec Soluções em Engenharia

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 34 / 143

3.2.2 FASE PRELIMINAR: COLETA E CARACTERIZAÇÃO DE DADOS DE ENTRADA

Os estudos hidrológicos na fase preliminar têm como objetivos:

- Coletar dados hidrológicos;
- Definir as bacias de contribuição;

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

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

3.2.2.1 CARACTERIZAÇÃO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

No projeto em tela, a definição das bacias de contribuição está sendo realizada em conjunto com o Projeto de Drenagem e está apresentada no Volume 02.

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 35 / 143

3.2.2.2 PEDOLOGIA

O mapeamento pedológico da área de estudo foi realizado a partir da revisão de trabalhos correlatos já publicados e da análise dos mapas de solos existentes. A região foi contemplada em dois estudos pedológicos oficiais, que resultaram em cartas de solos nas escalas 1:5.000.000 (IBGE, 198?) e 1:250.000 (RADAMBRASIL, 1983). Esses mapeamentos foram atualizados por Cunha e colaboradores (2016), que correlacionaram as unidades de mapeamento de solos com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), produzindo um mapa atualizado de solos do Espírito Santo, digitalizado na escala de 1:400.000. Este último foi utilizado como base cartográfica para o presente estudo.

Foi identificado no município de Fundão, conforme a classificação do SiBCS, a presença de Argissolo Vermelho; Cambissolo Háplico; Espodossolo Humilúvico, Gleissolo Háplico, Latossolo Amarelo, Latossolo Vermelho-Amarelo e Neossolo Litólico. Especificamente, na região do empreendimento foi encontrado Argissolo Amarelo Distrocoeso Típico.

Argissolo Amarelo

Os solos em questão têm sua origem predominantemente associada a sedimentos do Grupo Barreiras, contudo, há também o desenvolvimento a partir de rochas cristalinas ou sob a influência delas. A característica morfológica distintiva desses solos é a presença de um horizonte de acumulação de argila, que tipicamente exibe uma coloração amarelada. Embora geralmente apresentem baixos teores de ferro, o óxido de ferro goethita prevalece amplamente em sua composição (EMBRAPA, 2021).

Em relação à granulometria, a textura é bastante variável, abrangendo desde arenosa/média até média/muito argilosa. O horizonte superficial A é classificado como moderado e proeminente. No que tange à química, esses solos possuem fertilidade natural de muito baixa a baixa e são caracterizados como forte a moderadamente ácidos. Eles podem conter horizontes coesos que, quando saturados, adquirem friabilidade; no entanto, quando cimentados, essa característica não se manifesta (EMBRAPA, 2021). Os solos cimentados tendem a ocorrer em relevos côncavos, associados a restrições de drenagem, o que resulta na manifestação de mosqueados e concreções ferruginosas nos horizontes subsuperficiais, principalmente naqueles localizados adjacentes às bordas dos Tabuleiros Costeiros.

A fertilidade desses solos varia de muito baixa a média; entretanto, a principal limitação ao uso reside nos ambientes com relevo acidentado. Nesses cenários, a destinação mais adequada para essas classes de solo é a preservação ambiental ou, alternativamente, o uso por meio do extrativismo racional (EMBRAPA, 2021).

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 36 / 143

3.2.2.3 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

O mapa de uso e ocupação do solo das sub-bacias foi elaborado por meio de corte do mapa do Uso do Solo do Espírito Santo (IEMA, 2017), que tem por base os registros efetuados no sobrevoo ocorrido em 2012 e 2015, em escala 1:10.000. Foram identificadas as seguintes categorias de uso do solo:

- Área Edificada; e
- Área Edificada 65%,

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 37 / 143

3.2.2.4 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA

A área do empreendimento se enquadra na seguinte zona climática, segundo a classificação climática de Koppen (EMBRAPA, 2006):

Am: Clima tropical chuvoso de monção. A média da temperatura do mês mais frio é superior a 18ºC e a média da precipitação do mês mais seco inferior à 60mm.

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

Cfa: Clima temperado úmido com verão quente. Estações de verão e inverno bem definidas. Nesse tipo de clima as temperaturas são superiores a 22ºC no verão e com mais de 30 mm de chuva no mês seco.

Cfb: Clima temperado, com verão moderadamente quente. Nesse tipo de clima ocorrem chuvas uniformemente distribuídas, sem estação seca e temperatura média do ar no mês mais quente < 22°C. Temperaturas médias do ar nos 4 meses mais quentes > 10°C.

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 38 / 143

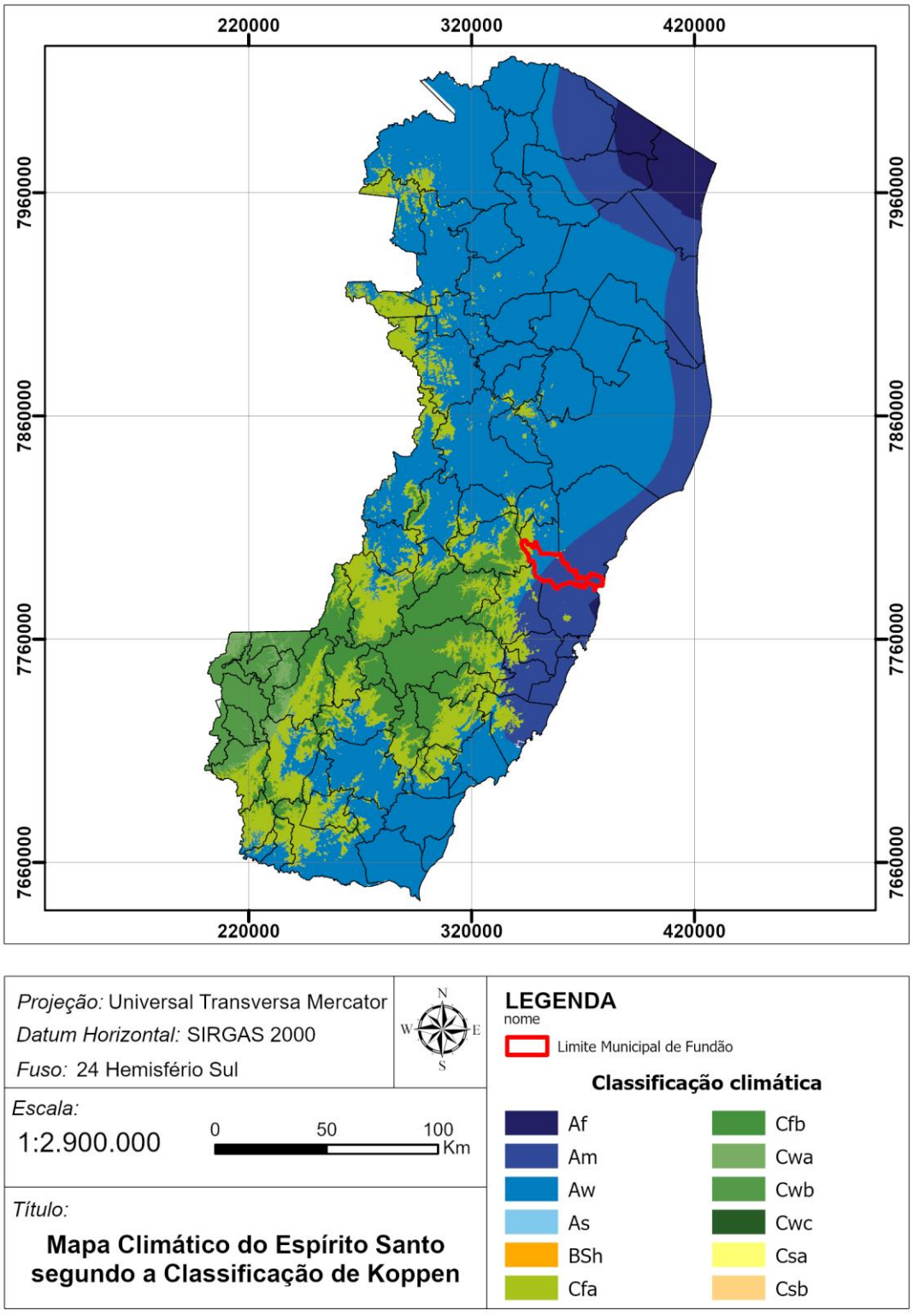


Figura 2 – Mapa climático do Espírito Santo, segundo a classificação de Koppen. Destaque para o município de Fundão.

A Figura 3 apresenta o gráfico das temperaturas médias do município de Vitória, que é a cidade com a série histórica disponível mais próxima de Fundão, estimada pelo Incaper (2023). Na

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 39 / 143

região, as temperaturas máximas variam de 32 °C a 35 °C e as mínimas, de 15 °C a 22 °C (INCAPER, 2023).

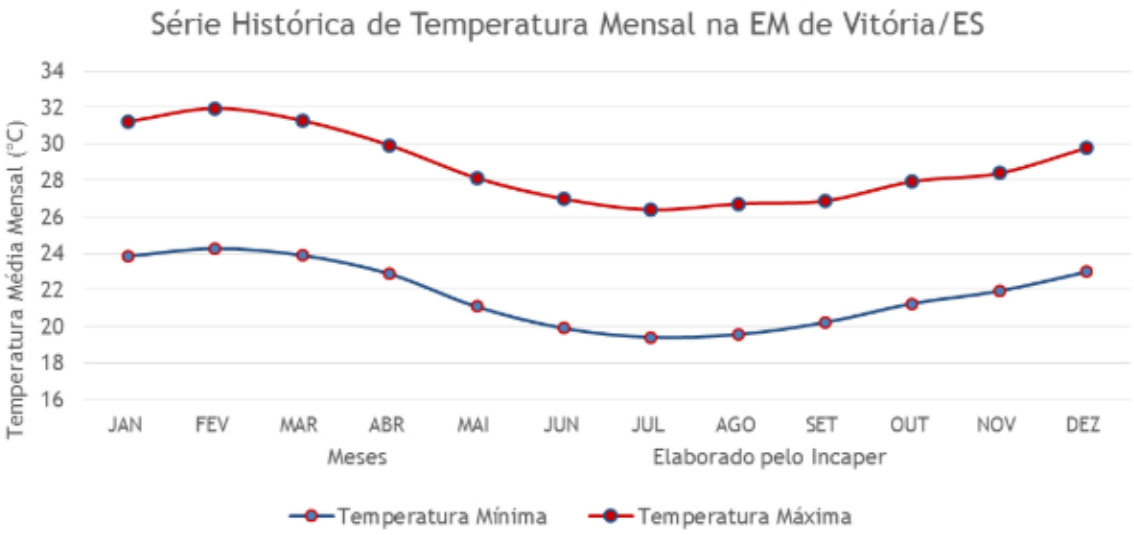


Figura 3 – Série Histórica de Temperatura Média Mensal na Estação Meteorológica de Vitória/ES.
Fonte: Incaper, 2023.

Considerando os aspectos sazonais de temperatura, o trimestre mais quente do ano normalmente ocorre nos meses de janeiro, fevereiro e março. Por outro lado, o trimestre mais frio ocorre, em geral, entre os meses de julho, agosto e setembro, e a maior amplitude térmica é registrada nos meses de janeiro e fevereiro.

3.2.2.5 CARACTERIZAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

3.2.2.5.1 Escolha do Posto Pluviométrico

Os dados de precipitação foram obtidos por meio do Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWeb), disponível no portal oficial do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH). Este sistema oferece acesso a um banco de dados abrangente, que reúne todas as informações coletadas pela Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN), incluindo dados sobre níveis fluviais, vazões, precipitação, climatologia, qualidade da água e sedimentos.

Na escolha da estação pluviométrica foram adotados os seguintes parâmetros:

- Série histórica mínima de 30 anos;
- Dados pluviométricos recentes;
- Medição constante;
- Localização da estação em relação ao trecho.

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 40 / 143

Ressalta-se que as estações não operadas pela ANA, geralmente, não possuem dados consistidos de medição, além de apresentarem defasagem ou falhas na disponibilização. Assim, preferencialmente, optou-se por coletar dados de estações sob responsabilidade da ANA, mais próximas da região de interesse, devido a consistência dos dados e da constância de medição, fatores que influenciam nos resultados das estatísticas de chuvas.

A Figura 4 apresenta um mapa com a localização de estações pluviométricas em um raio de 10 km do local de interesse, enquanto que a Tabela 2 apresenta as características destas.

Conforme Tabela 2, existe uma estação com série histórica superior a 30 anos: a estação Santa Cruz – Litoral (código 1940002). Por esse motivo, optou-se por utilizar a estação que possui dados mais recentes, abrangendo o período de 1947 até os dias atuais.

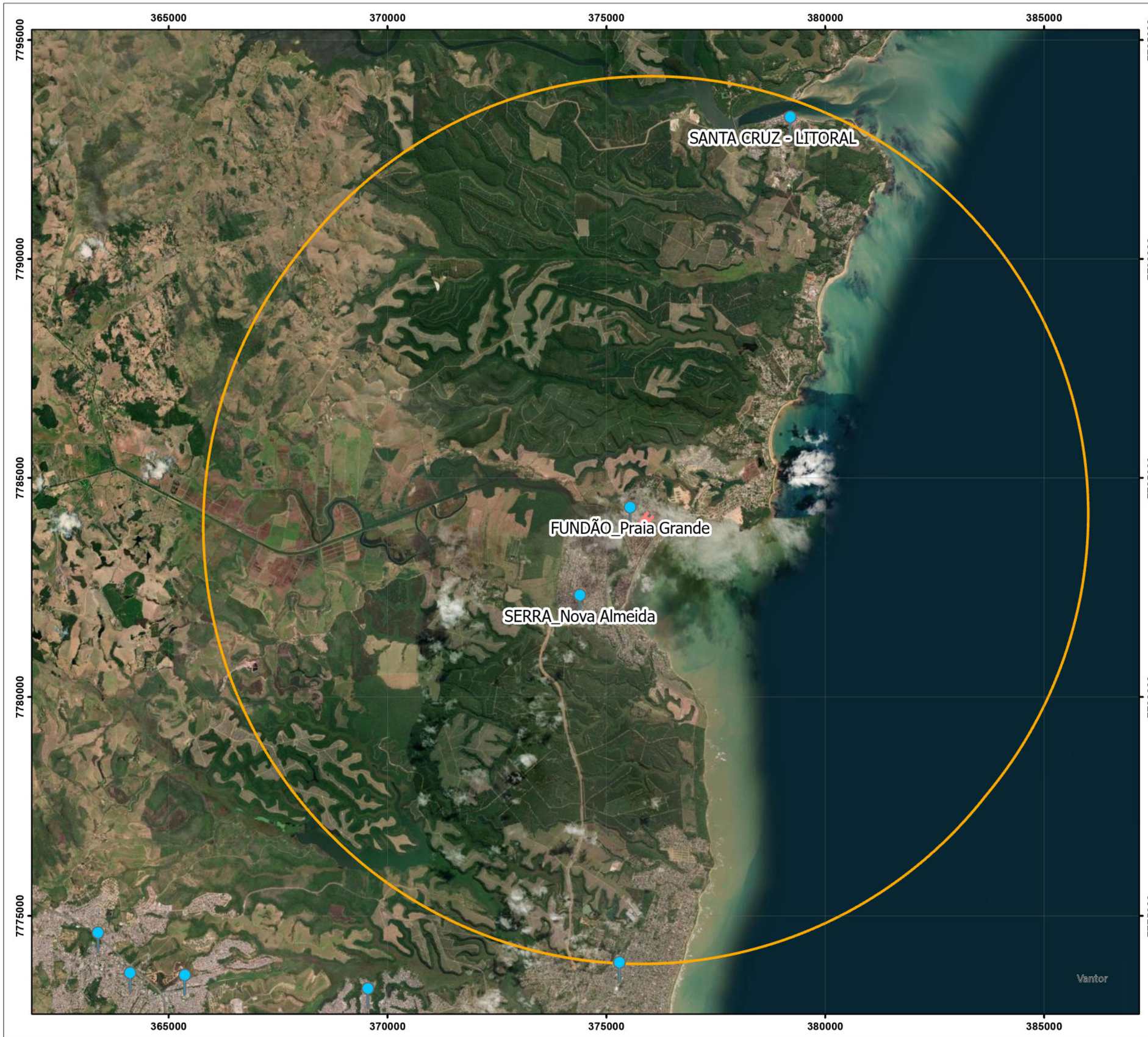
Tabela 2 – Características dos postos pluviométricos instalados em até 10km do traçado.

Código	Estação	Dist (km)	Resp.	Op.	Município	Lat.	Long.	Período de Observ	Obs.*
1940002	Santa Cruz - Litoral	9,17	ANA	SGB-CPRM	Aracruz	-19.9578	-40.1544	1947-2025	Apta
2040076	Fundão - Praia Grande	0,25	CEMADEN	CEMADEN	Fundão	-20.0381	-40.19	N/A	Inapta
2040094	Serra - Nova Almeida	2,46	CEMADEN	CEMADEN	Serra	-20.056	-40.201	N/A	Inapta

Fonte: Hidroweb/Ana (2025) adaptado pelos autores (2025).

*Situação da estação com relação aos critérios de escolha (Apto ou Inapto).

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 41 / 143



N
W E
S

Projeção: Universal Transversa Mercator.
Datum Horizontal: SIRGAS 2000.
Fuso: 24 Hemisfério Sul.

Legenda

- Estações Pluviométricas
- Traçado da rua
- Raio de 10km

Documentação e Referências

EMBRAPA. Pedologia. 2016.
AGERH. Hidrografia. 2022.
ESRI. Imagery basemap. 2022.

REV	DESCRIÇÃO	DATA
ø	Emissão original	2025

Projeto:
Projeto de Engenharia de Pavimentação da Rua Rio Grande do Norte, no Município de Fundão/ES

Título:
Mapa de Pedologia

Coordenador:
Thiago Gomes Bonomo
Eng. Civil
CREA: ES-018427/D

Autor do Projeto:
Thiago Gomes Bonomo
Eng. Civil
CREA: ES-018427/D

Escala: 1:85.480
0 650 1.300 2.600 m

Folha: 1/1
Local: Fundão/ES
Papel: A3
Nº: EH-03

Contratante:
Contratada: avantec Soluções em Engenharia

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 42 / 143

3.2.2.5.2 Apresentação dos dados de precipitação

A Tabela 3 apresenta os totais mensais de precipitação medidos na estação [RENOMEAR] juntamente com os valores de máximas, mínimas e médias mensais e anuais.

Tabela 3 – Histórico da precipitação mensal para o período de 1947 a 2024 na estação Santa Cruz – Litoral.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	Máx	Min	Méd	Média
1947									42,4	243,5	261,0	240,0					1.168,0
1948	18,4	39,6	139,0	15,2	246,2	53,5	125,2	34,9	72,6	94,5	132,6	604,2	1.575,9	604,2	15,2	131,0	1.168,0
1949	258,5	199,6	107,5	131,4	31,0	77,7	56,0	98,0	52,6	146,3	90,5	221,8	1.470,9	258,5	31,0	123,0	1.168,0
1950	92,3	140,9	103,2	155,7	95,7	174,6	80,8	35,8	110,0	29,6	168,9	243,6	1.431,1	243,6	29,6	119,0	1.168,0
1951	58,0	42,3	79,9	167,5	69,6	96,6	35,0	21,0	38,0	83,8	160,5	230,2	1.082,4	230,2	21,0	90,0	1.168,0
1952	251,1	85,9	142,9	86,5	50,5	12,8	109,6	58,5	48,0	50,6	261,3	190,8	1.348,5	261,3	12,8	112,0	1.168,0
1953	115,1	117,0	109,5	50,3	57,8	65,5	22,3	22,6	57,0	60,3	223,9	200,0	1.101,3	223,9	22,3	92,0	1.168,0
1954	8,9	65,7	29,5	93,7	14,5	28,4	40,6	50,6	28,5	51,8	122,0	93,5	627,7	122,0	8,9	52,0	1.168,0
1955	101,6	22,3	51,4	62,2	143,4	12,2	33,4	10,5	2,4	84,7	92,7	213,0	829,8	213,0	2,4	69,0	1.168,0
1956	24,7	88,4	176,0	20,2	63,9	61,5	21,0	111,8	0,4	64,2	154,7	133,0	919,8	176,0	0,4	77,0	1.168,0
1957	30,2	72,8	180,4	105,9	252,5	90,5	70,9	4,2	53,8	51,8	152,9	172,1	1.238,0	252,5	4,2	103,0	1.168,0
1958	144,0	89,4	145,9	70,7	64,9	46,2	33,6	13,8	49,6	167,0	18,0	18,3	861,4	167,0	13,8	72,0	1.168,0
1959	65,6	0,4	23,9	16,8	16,9	9,2	22,1	25,8	28,4	81,7	85,8	211,1	587,7	211,1	0,4	49,0	1.168,0
1960	265,5	81,4	292,1	12,8	2,0	10,7	31,1	43,7	42,1	105,1	143,1	60,4	1.090,0	292,1	2,0	91,0	1.168,0
1961	177,1	19,6	48,0	18,5	106,6	106,5	63,6	26,3	2,4	14,0	9,9	75,1	667,6	177,1	2,4	56,0	1.168,0
1962	144,8	88,7	49,9	43,9	17,3	40,8	45,5	13,0	28,4	45,0	44,9	219,8	782,0	219,8	13,0	65,0	1.168,0
1963	0,0	62,9	28,2	11,7	4,3	15,2	0,2	4,2	0,3	0,6	101,7	79,0	308,3	101,7	0,0	26,0	1.168,0
1964	260,0	119,0	115,0	106,0	23,1	26,7	38,0	77,1	70,0	154,0	168,0	164,2	1.321,1	260,0	23,1	110,0	1.168,0
1965	117,9	93,8	59,8	44,1	51,4	74,7	54,7	4,8	46,4	117,1	127,7	3,3	795,7	127,7	3,3	66,0	1.168,0
1966	71,2	0,0	1,7	93,6	68,4	33,7	132,3	24,7	64,9	70,0	244,0	126,0	930,5	244,0	0,0	78,0	1.168,0
1967	101,0	104,0	107,0	41,2	58,9	34,8	13,8	71,9	21,9	70,0	182,0	178,1	984,6	182,0	13,8	82,0	1.168,0
1968	95,9	168,5	51,5	38,6	24,9	91,7	88,7	96,2	74,8	93,7	59,6	76,5	960,6	168,5	24,9	80,0	1.168,0
1969	25,1	42,3	101,9	32,6	29,3	130,0	35,1	2,3	51,1	57,7	94,4	192,0	793,8	192,0	2,3	66,0	1.168,0
1970	200,3	76,1	33,8	74,4	60,8	20,3	235,4	66,2	77,4	163,2	229,4	172,0	1.409,3	235,4	20,3	117,0	1.168,0
1971	46,5	94,3	152,1	34,6	26,4	74,6	26,2	14,5	80,5	218,5	534,6	281,4	1.584,2	534,6	14,5	132,0	1.168,0
1972	87,5	187,6	46,9	91,8	36,8	2,4	107,3	11,6	111,0	61,0	287,2	292,8	1.323,9	292,8	2,4	110,0	1.168,0
1973	140,3	34,3	188,4	143,5	13,4	28,2	40,4	10,4	30,5	116,3	56,0	109,0	910,7	188,4	10,4	76,0	1.168,0
1974	262,6	93,4	215,0	91,5	230,9	11,3	19,4	8,2	28,9	253,6	157,1	81,6	1.453,5	262,6	8,2	121,0	1.168,0
1975	191,3	218,0	182,8	29,8	70,1	77,5	36,7	11,8	107,3	262,1	60,1	105,3	1.352,8	262,1	11,8	113,0	1.168,0
1976	17,2	47,6	121,1	22,6	116,8	9,6	129,7	46,8	109,5	214,5	216,5	188,6	1.240,5	216,5	9,6	103,0	1.168,0

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 43 / 143

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	Máx	Min	Méd	Média
1977	87,6	60,4	2,8	250,8	75,0	41,9	48,1	0,5	84,1	219,6	227,6	135,4	1.233,8	250,8	0,5	103,0	1.168,0
1978	71,5	249,6	96,8	67,1	76,1	67,2	251,8	111,8	235,9	172,5	118,0	118,5	1.636,8	251,8	67,1	136,0	1.168,0
1979	228,3	301,0	66,0	26,9	93,8	7,5	52,2	40,9	34,7	103,7	248,1	263,2	1.466,3	301,0	7,5	122,0	1.168,0
1980	246,0	191,0	88,3	193,0	48,2	44,2	39,1	79,8	17,2	76,3	190,5	437,0	1.650,6	437,0	17,2	138,0	1.168,0
1981	178,5	129,6	180,4	81,2	90,8	23,7	79,4	42,0	25,0	174,6	378,4	103,0	1.486,6	378,4	23,7	124,0	1.168,0
1982	227,0	55,0	316,8	60,2	136,0	17,3	70,0	31,6	40,0	50,5	80,4	63,2	1.148,0	316,8	17,3	96,0	1.168,0
1983	472,9	100,0	65,4	82,8	28,6	2,0	12,8	11,2	166,5	186,2	257,2	273,6	1.659,2	472,9	2,0	138,0	1.168,0
1984	52,2	153,4	179,5	111,1	33,4	51,4	19,6	119,8	82,3	169,0	215,2	403,8	1.590,7	403,8	19,6	133,0	1.168,0
1985	496,1	29,2	59,1	92,1	61,4	13,8	66,8	53,7	49,0	125,6	258,8	187,0	1.492,6	496,1	13,8	124,0	1.168,0
1986	150,0	5,7	0,0	79,8	37,8	45,8	103,9	71,7	63,0	84,9	86,6	207,7	936,9	207,7	0,0	78,0	1.168,0
1987	115,0	89,0	229,2	27,2	53,4	32,8	14,4	0,8	37,3	28,7	305,6	132,9	1.066,3	305,6	0,8	89,0	1.168,0
1988	174,5	6,0	81,6	50,7	54,0	77,6	31,4	30,5	2,8	90,7	93,2	114,5	807,5	174,5	2,8	67,0	1.168,0
1989	112,5	21,2	65,5	27,9	187,6	31,9	2,1	2,4	2,0	2,3	161,4	327,3	944,1	327,3	2,0	79,0	1.168,0
1990	0,0	36,7	0,6	124,8	2,9	13,2	4,8	50,6	4,9	134,0	104,0	151,9	628,4	151,9	0,0	52,0	1.168,0
1991	124,5	169,1	221,5	26,8	56,5	35,8	229,7	71,7	71,2	129,4	151,0	110,0	1.397,2	229,7	26,8	116,0	1.168,0
1992	588,0	136,5	117,6	2,3	3,3	29,0	62,8	48,9	29,7	175,0	63,7	231,4	1.488,2	588,0	2,3	124,0	1.168,0
1993	58,0	52,1	18,3	91,5	47,8	25,0	37,2	98,4	53,6	34,7	116,6	214,0	847,2	214,0	18,3	71,0	1.168,0
1994	54,2	1,1	142,9	30,2	71,9	14,4	13,1	0,5	0,8	13,0	104,0	110,0	556,1	142,9	0,5	46,0	1.168,0
1995	16,0	0,7	92,0	10,7	20,5	2,1	133,8	2,7	5,5	54,9	153,1	439,3	931,3	439,3	0,7	78,0	1.168,0
1996	54,2	11,0	80,3	110,5	69,3	96,9	55,5	73,7	144,1	128,7	471,6	167,6	1.463,4	471,6	11,0	122,0	1.168,0
1997	50,8	150,0	174,8	164,5		17,0	29,4	18,5	36,7	125,7	198,3	221,0					1.168,0
1998	185,0	105,0	82,0	46,2	9,4	25,1	13,3	30,5	32,3	318,6	125,5	76,7	1.049,6	318,6	9,4	87,0	1.168,0
1999	30,4	9,0	164,1	83,6	24,8	76,5	61,0	45,0	14,1	67,0	238,0	187,6	1.001,1	238,0	9,0	83,0	1.168,0
2000	63,3	26,5	212,1	178,8	26,8	63,9	48,9	38,2	86,9	19,7	227,0	113,4	1.105,5	227,0	19,7	92,0	1.168,0
2001	48,8	46,0	44,1	17,3	157,3	87,6	32,0	80,2	118,5	199,5	361,4	259,2	1.451,9	361,4	17,3	121,0	1.168,0
2002	62,2	121,8	96,8	97,6	85,4	76,7	39,7	102,5	162,0	15,8	82,3	61,7	1.004,5	162,0	15,8	84,0	1.168,0
2003	92,5	23,5	35,8	139,9	45,0	1,0	74,0	26,3	18,6	86,1	57,4	149,5	749,6	149,5	1,0	62,0	1.168,0
2004	313,6	119,6	288,2	287,5	26,7	59,8	98,1	34,1	12,5	113,2	167,0	231,3	1.751,6	313,6	12,5	146,0	1.168,0
2005	121,4	311,5	292,8	61,6	351,2	231,7	73,3	22,1	131,0	13,9	293,5	147,6	2.051,6	351,2	13,9	171,0	1.168,0
2006	62,3	80,4	259,5	63,6	1,0	98,3	105,1	109,5	66,8	77,5	235,1	338,9	1.498,0	338,9	1,0	125,0	1.168,0
2007	96,1	118,2	25,8	199,2	25,0	11,1	4,9	30,6	49,8	15,9	152,4	50,6	779,6	199,2	4,9	65,0	1.168,0
2008	98,1	141,1	97,6	25,6	44,5	64,4	69,0	0,5	28,3	49,9	686,4	201,1	1.506,5	686,4	0,5	126,0	1.168,0
2009		34,3	65,1	176,4	51,4	28,7	9,9	9,6	22,2	213,2	3,6	58,5					1.168,0
2010	6,4	52,0	333,7	118,6	59,7	53,1	123,9	11,4	21,7	47,3	216,0	189,9	1.233,7	333,7	6,4	103,0	1.168,0
2011	76,8	20,5	213,6	328,7	21,2	20,6	78,9	9,9	21,2	221,1	182,4	124,6	1.319,5	328,7	9,9	110,0	1.168,0
2012	197,4	60,2	69,6	53,9	179,9	33,4	54,0	181,7	37,4	53,7	267,3	16,1	1.204,6	267,3	16,1	100,0	1.168,0

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 44 / 143

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	Máx	Min	Méd	Média
2013	115,5	28,2	268,6	83,2	41,8	44,1	57,0	56,2	32,6	79,5	286,7	534,3	1.627,7	534,3	28,2	136,0	1.168,0
2014	41,6	63,7	131,1	139,5	21,9	52,5	114,2	49,5	23,3	285,9	87,4	81,4	1.092,0	285,9	21,9	91,0	1.168,0
2015	0,2	72,5	72,7	36,0	177,2	181,8	30,9	55,2	17,7	35,4	22,2	89,6	791,4	181,8	0,2	66,0	1.168,0
2016	184,9	8,1	46,6	20,8	8,9	56,9	61,7	0,3	39,9	89,3	222,9	43,3	783,6	222,9	0,3	65,0	1.168,0
2017	46,7	91,3	36,8	29,9	204,0	107,8	164,6	18,5	42,0	22,8	71,3	204,8	1.040,5	204,8	18,5	87,0	1.168,0
2018	92,0	149,1	167,0	249,3	132,4	55,0	21,9	87,6	29,3	161,3	194,9	157,0	1.496,8	249,3	21,9	125,0	1.168,0
2019	17,5	64,6	56,6	123,4	257,1	73,8	35,2	38,4	42,0	56,2	427,5	185,1	1.377,4	427,5	17,5	115,0	1.168,0
2020	245,2	148,7	180,6	36,0	69,2	50,3	59,1	131,1	86,5	250,3	150,1	159,6	1.566,7	250,3	36,0	131,0	1.168,0
2021	42,3	192,2	133,2	67,3	35,9	41,9	42,6	49,9	68,8		460,8						1.168,0
2022																	1.168,0
2023										96,9	24,9	85,1					1.168,0
2024	109,6	177,0	44,5	112,3	36,0	20,2	16,8	92,2	47,6	171,4	162,6	207,2	1.197,4	207,2	16,8	100,0	1.168,0
Máx	588,0	311,5	333,7	328,7	351,2	231,7	251,8	181,7	235,9	318,6	686,4	604,2					
Min	0,0	0,0	0,0	2,3	1,0	1,0	0,2	0,3	0,3	0,6	3,6	3,3					
Méd	125,4	89,5	117,1	85,3	72,8	51,0	61,3	43,9	52,2	108,8	182,2	178,2					

Fonte: Hidroweb/Ana (2025) adaptado pelos autores (2025).

Verifica-se que o trimestre chuvoso ocorre entre novembro e janeiro, sendo novembro o mês com a maior média pluviométrica do período analisado, registrando 182,2 mm. No entanto, janeiro apresentou o maior registro da série histórica, atingindo 588,0 mm. Já a estação seca se estende de junho a setembro, com agosto registrando a menor média pluviométrica, de apenas 43,9 mm.

3.2.2.5.3 Apresentação de dados de número de dias de chuva

A Tabela 3 apresenta os totais mensais de precipitação medidos na estação [RENOMEAR] juntamente com os valores de máximas, mínimas e médias mensais e anuais.

Tabela 4 – Histórico da precipitação mensal para o período de 1947 a 2024 na estação Santa Cruz – Litoral.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	Máx	Min	Méd
1947										23						
1948	5	6	18	6	17	15	27	16	15	20	18	23	186	27	5	16
1949	20	17	8	16	14	17	12	15	7	22	14	20	182	22	7	15
1950	13	18	9	17	12	17	13	7	10	11	21	18	166	21	7	14
1951	14	10	14	13	11	14	9	6	6	4	8	17	126	17	4	11
1952	13	3	14	12	13	5	15	4	8	5	16	17	125	17	3	10
1953	5	6	8	6	13	14	11	6	8	3	13	16	109	16	3	9
1954	3	8	6	12	11	4	7	11	3	10		12				

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 45 / 143

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	Máx	Min	Méd
1955	10	6		13	16	12	8	8	2	16	16					
1956				8			6	15	2	9	19	21				
1957	6	9	17	12	20	15	11	1	5	4	17	12	129	20	1	11
1958		8	7	11	11	10	12	5	18		9	7				
1959	10	1	13	10	9	5	7	7	8	10	13	10	103	13	1	9
1960	18	9	22	3	1	4	12	13	7	22	21	14	146	22	1	12
1961	19	3	12	7	12	12	12	4	1	9	8	14	113	19	1	9
1962	15	8	13	6	13	11	10	5	7	13	7	18	126	18	5	11
1963	0	9	6	2	7	6	1	2	2	3						
1964					7	9	13					19				
1965	12	8	8	12	10	12	9	9	8	13	11	1	113	13	1	9
1966	8	0	3	6	9	8	16	4	6							
1967				6	6	5	3	7	5			16				
1968	9	12	10	11	6	8	15	16			10	15				
1969	6	2	7	8	7	14	7	1	4	9	17	15	97	17	1	8
1970	19	9	5	9	7	10	19	17	9	14	18	10	146	19	5	12
1971	6	13	16	13	13	11	10	9	15	21	25	24	176	25	6	15
1972	12	14		16	5	7	14	6	10		19	21				
1973	4	6	15	11	8	5	8	2	4	20	11	16	110	20	2	9
1974	16	11	16	9	13	3	9	4	8	17	8	10	124	17	3	10
1975	14	7	16	4	10	10	10	4	12	17	12	10	126	17	4	11
1976	8	6	10	7	11	6	12	5	16	13	14	19	127	19	5	11
1977	13	11	2	12	14	13	15	3	14	14	20	18	149	20	2	12
1978	10	12	14	11	10	8	16	7	11	10	6	12	127	16	6	11
1979	19	12	13	8	4	8	6	5	6	12	10	12	115	19	4	10
1980	13	11	12	24		9	11	11	7	15	13	9				
1981	9	9	10	12	9	8	4	4	4	6	15	3	93	15	3	8
1982	7	8	13	6	8	6	6	3	3	6	4	5	75	13	3	6
1983	19	12	4	7	3	2	3	2	20	17	12	15	116	20	2	10
1984	6	9	15	18	8	7	6	14	13	15	18	21	150	21	6	13
1985	29	8	11	8	10	1	13	11	12	10	14	17	144	29	1	12
1986	11	2	0	8	6	15	14	11	21	14		16				
1987	13	10	21	9	3	4	9	2		10	17	15				
1988	10	2	9		12	12	20	16	8	21	17	14				
1989	9	5	12	10	16	14	5	9	6	10	22	22	140	22	5	12
1990	0	3	3	8	9	13	12		15			20				
1991	20	19	20	14			22			22						
1992		15	16	8	9	13		11	19		22	20				
1993	6		2	16			4	8	6	18	12					
1994	15	3	10	16		9	7	3	5	9	11					

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 46 / 143

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	Máx	Min	Méd
1995	4	3		14	11	9	24	7	10	13	20	28				
1996	3	4		21	16	20	10	12	21	18	28	23				
1997	15	14	18	7		2	9	2	8	9	8	15				
1998	15	5	8	8	6	10	9	6	7	20	19	9	122	20	5	10
1999	8	3	14	12	8	6	14	7	11	14	22	18	137	22	3	11
2000	13	10	19	11	10	11	9	7	20	7	16	13	146	20	7	12
2001	10	8	11	4	12	15	5	21	15	23	20	16	160	23	4	13
2002	16	13	12	16	10	9	11	14	12	8	9	9	139	16	8	12
2003	12	8	5	11	11	2	15	7	8	12	9	16	116	16	2	10
2004	24	14	18	19	7	7	17	7	8	13	7	14	155	24	7	13
2005	15	17	17	12	18	18	9	12	19	3	18	14	172	19	3	14
2006	8	5	19	12	2	17	9	12	12	20	16	20	152	20	2	13
2007	13	18	9	18	7	6	4	11	16	11	10	16	139	18	4	12
2008	16	10	15	5	7	7	6	1	6	7	21	19	120	21	1	10
2009		10	9	12	7	8	12		6	14		13				
2010	2	9	14	13	11	8	18	4	6	11	18	14	128	18	2	11
2011	15	8	20	20	7	7	5	4	7	23	18	21	155	23	4	13
2012	15	13	10	12	16	8	6	23	10	12	21	4	150	23	4	13
2013	13	8	13	14	7	7	12	9	12	14	16	21	146	21	7	12
2014	10	9	10	10	9	6	15	7	11	15	15	9	126	15	6	11
2015	1	10	9	13	20	14	11	9	8	8	10	5	118	20	1	10
2016	18	3	10	7	6	11	11	2	10	15	17	12	122	18	2	10
2017	10	14	8	12	17	8	22	9	19	9	18	16	162	22	8	14
2018	10	16	16	22	13	7	5	16	9	16	14	13	157	22	5	13
2019	3	7	10	9	8	15	11	10	9	11	16	14	123	16	3	10
2020	14	11	18	10	12	8	13	16	9	17	17	11	156	18	8	13
2021	8	15		10	10		4		4							
2022																
2023											7	11				
2024			7	14		9	7	9	4	14		19				
Máx	29	19	22	24	20	20	27	23	21	23	28	28				
Min	0	0	0	2	1	1	1	1	1	3	4	1				
Méd	11	9	12	11	10	9	11	8	9	13	15	15				

3.2.3 FASE DEFINITIVA: PROCESSAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

3.2.3.1 PROCESSAMENTO DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS

3.2.3.1.1 Curvas de Altura e Intensidade-Duração-Frequência (IDF)

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 47 / 143

Para localidades desprovidas de dados pluviográficos de longa duração, o método Chow-Gumbel tem sido utilizado de maneira eficiente para a determinação da relação intensidade-duração-frequência. A metodologia para obtenção da equação de intensidade-duração-frequência de chuvas está apresentada em Almeida, Reis e Mendonça (2017) e resumida a seguir.

- Seleção das máximas precipitações anuais de 1 dia;
- Análise de frequências dos totais precipitados com ajuste da distribuição probabilística de Gumbel à série de máximas precipitações anuais de 1 dia, estimando as precipitações máximas anuais de 1 dia associadas a diferentes períodos de retorno;
- Conversão das máximas precipitações anuais de 1 dia, associadas a diferentes períodos de retorno, em precipitações máximas de 24 horas;
- Conversão das precipitações máximas de 24 horas, associadas a diferentes períodos de retorno, em precipitações máximas de durações menores. Para o caso em apreço, foram consideradas durações de precipitação de 5, 10, 15, 20, 25 e 30 minutos, 1, 6, 8, 10, 12 e 24 horas;
- Apropriação das intensidades pluviométricas a partir da relação entre alturas pluviométricas e durações;
- Definição de equações de chuvas intensas no formato estabelecido pela Equação (1):

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

Onde:

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

t é a duração da chuva (minutos),

T é o tempo de retorno (anos),

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

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

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

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 48 / 143

A Tabela 5 apresenta as precipitações diárias máximas anuais medidas na estação Santa Cruz – Litoral.entre os anos 1947 e 2024. Esta estação apresenta dados consistidos até o ano de 2002 e dados não consistidos até o ano de 2025. Os anos com falhas de registro foram excluídos da análise de chuvas.

Tabela 5 – Precipitações máximas de 1 dia máximas anuais medidas na estação Santa Cruz – Litoral entre os anos 1947 e 2024.

Ano	Precipitação máxima (mm)	Ano	Precipitação máxima (mm)	Ano	Precipitação máxima (mm)	Ano	Precipitação máxima (mm)
1947		1967		1987		2006	93,7
1948	86,2	1968		1988		2007	36,8
1949	64,8	1969	41,4	1989	40,3	2008	117,3
1950	91,1	1970	90,2	1990		2009	
1951	58,8	1971	113	1991		2010	85,1
1952	55,6	1972		1992		2011	114,9
1953	65,1	1973	60	1993		2012	68,5
1954		1974	121	1994		2013	117,9
1955		1975	88	1995		2014	225,5
1956		1976	83,2	1996		2015	80,3
1957	50	1977	81	1997		2016	48,6
1958		1978	76,3	1998	74,8	2017	52,7
1959	50	1979	120,8	1999	70,3	2018	81,3
1960	68	1980		2000	119,2	2019	145
1961	50	1981	75	2001	85,5	2020	82
1962	43,2	1982	75	2002	64,9	2021	
1963		1983	92	2003	36,9	2022	
1964		1984	80	2004	154,3	2023	
1965	50,3	1985	100	2005	206,4	2024	49,5
1966		1986					

A partir das precipitações máximas de 1 dia (Tabela 5), ajustou-se a distribuição de gumbel aos dados (Tabela 6), resultando em chuvas máximas de 1 dia para diferentes períodos de retorno (Tabela 7).

Tabela 6 – Média, desvio padrão e distribuição de Gumbel para as máximas de 1 dia.

Estação	
Código	1940002
Nome	Santa Cruz – Litoral
Série Histórica	
Extensão (N)	51
Média	84,0
Desvio Padrão	38,5
Parâmetros da Variável Reduzida de Gumbel	

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 49 / 143

Média Y_n	0,5489
Desvio Padrão S_n	1,1623
Variável Auxiliar	65,76

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

Período de retorno (anos)	Máxima (mm)
2	77,91
5	115,48
10	140,36
15	154,39
25	171,79
50	195,10
75	208,65
100	218,25

A Tabela 8 e a Tabela 9 apresentam, respectivamente, as alturas e intensidades pluviométricas associadas a diferentes períodos de retorno e durações, estimadas para a estação Santa Cruz – Litoral .Essas estimativas foram obtidas a partir da transformação das precipitações máximas de 1 dia em precipitações máximas de 24 horas e então em precipitações de durações menores (12h, 10h, 8h, 6h, 1h, 30, 25, 20, 15, 10 e 5 minutos), utilizando os fatores de frequência propostos por Ven Te Chow e adaptados para o Brasil pelo DAEE (1986).

Tabela 8 – Precipitações máximas (em mm), para a estação Pluviométrica Santa Cruz – Litoral, associadas a diferentes períodos de retorno e durações.

Duração (min)		Período de Retorno (anos)							
		2	5	10	15	20	25	50	100
1440	24h	88,82	131,65	160,01	176,00	187,21	195,84	222,42	248,80
720	12h	75,49	111,90	136,00	149,60	159,13	166,46	189,05	211,48
600	10h	72,83	107,95	131,20	144,32	153,51	160,59	182,38	204,02
480	8h	69,28	102,69	124,80	137,28	146,02	152,75	173,49	194,07
360	6h	63,95	94,79	115,20	126,72	134,79	141,00	160,14	179,14
60	1h	37,30	55,29	67,20	73,92	78,63	82,25	93,42	104,50
30	30 min	27,60	40,92	49,73	54,70	58,18	60,87	69,13	77,33
25	25 min	25,12	37,23	45,25	49,78	52,95	55,39	62,91	70,37
20	20 min	22,36	33,14	40,28	44,31	47,13	49,30	55,99	62,64
15	15 min	19,32	28,64	34,81	38,29	40,73	42,61	48,39	54,13
10	10 min	14,91	22,09	26,85	29,54	31,42	32,87	37,33	41,76
5	5min	9,39	13,91	16,91	18,60	19,78	20,69	23,50	26,29

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 50 / 143

Tabela 9 – Intensidades máximas (em mm/min), para a estação Pluviométrica Santa Cruz – Litoral, associadas a diferentes períodos de retorno e durações.

Duração (min)		Período de Retorno (anos)							
		2	5	10	15	20	25	50	100
1440	24h	0,06	0,09	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,17
720	12h	0,10	0,16	0,19	0,21	0,22	0,23	0,26	0,29
600	10h	0,12	0,18	0,22	0,24	0,26	0,27	0,30	0,34
480	8h	0,14	0,21	0,26	0,29	0,30	0,32	0,36	0,40
360	6h	0,18	0,26	0,32	0,35	0,37	0,39	0,44	0,50
60	1h	0,62	0,92	1,12	1,23	1,31	1,37	1,56	1,74
30	30 min	0,92	1,36	1,66	1,82	1,94	2,03	2,30	2,58
25	25 min	1,00	1,49	1,81	1,99	2,12	2,22	2,52	2,81
20	20 min	1,12	1,66	2,01	2,22	2,36	2,47	2,80	3,13
15	15 min	1,29	1,91	2,32	2,55	2,72	2,84	3,23	3,61
10	10 min	1,49	2,21	2,69	2,95	3,14	3,29	3,73	4,18
5	5min	1,88	2,78	3,38	3,72	3,96	4,14	4,70	5,26

A Figura 5 e Figura 6 apresentam, respectivamente, as curvas de altura versus duração e de intensidade versus duração para diferentes períodos de retorno na estação Santa Cruz – Litoral.

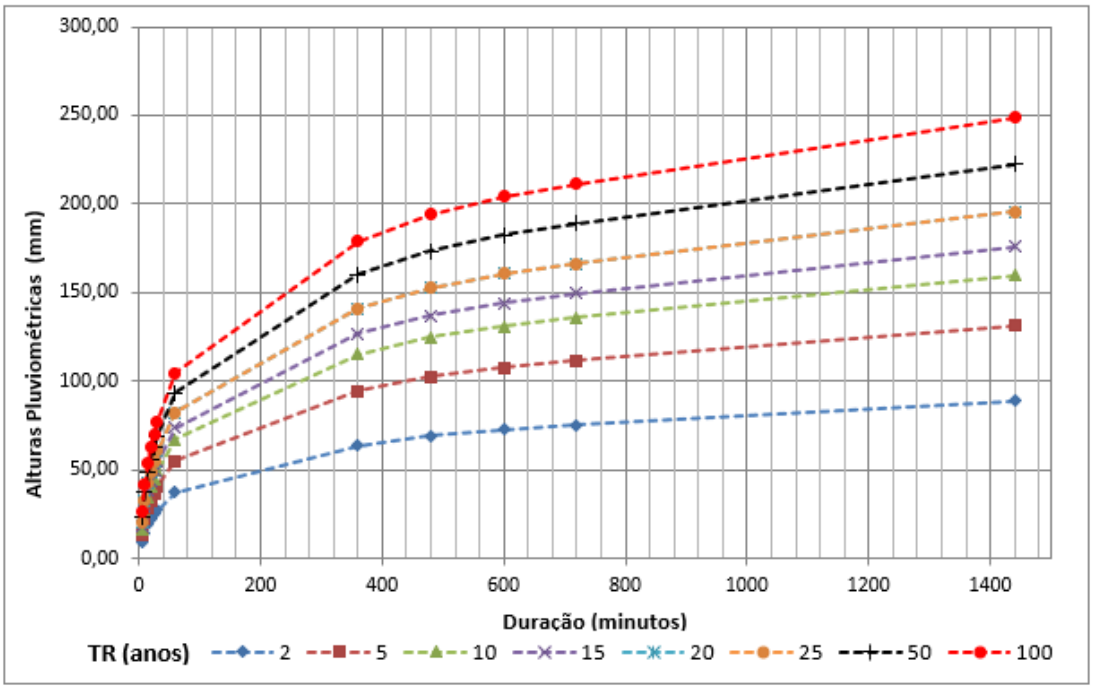


Figura 5 – Curvas de altura x duração de chuva para diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica Santa Cruz – Litoral.

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 51 / 143

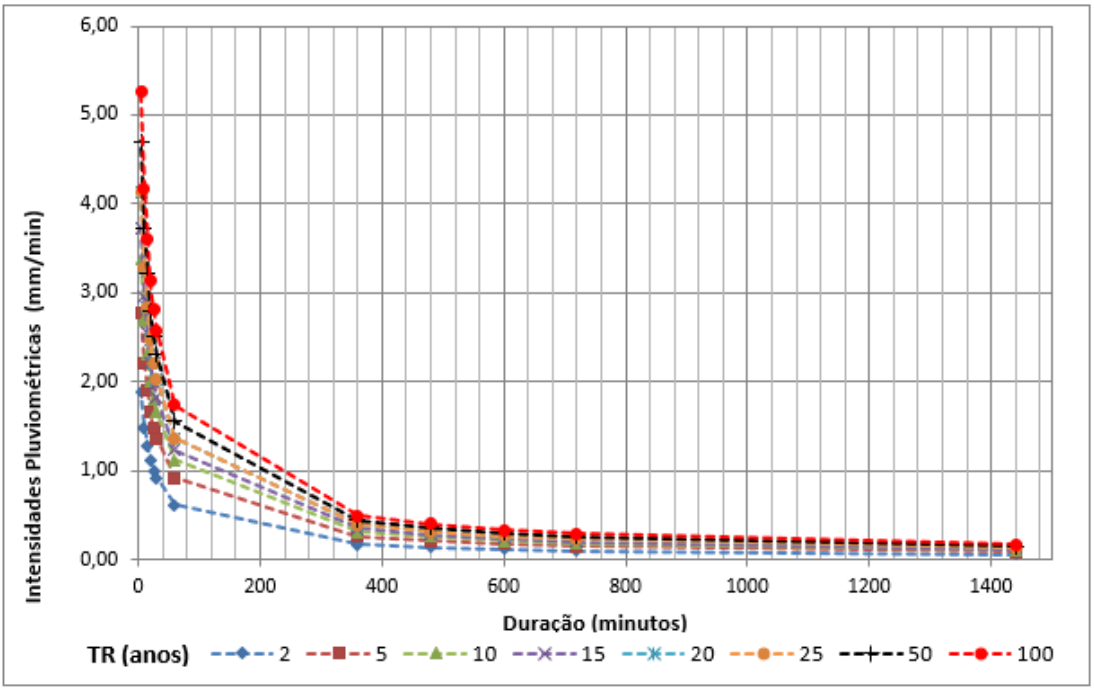


Figura 6 – Curvas de intensidade x duração de chuva para diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica Santa Cruz – Litoral.

A equação final que define a relação intensidade-duração-frequência das chuvas para a região de interesse, baseada nos dados da estação Santa Cruz – Litoral, é:

$$i = \frac{15{,}742T^{0{,}208}}{(t + 10{,}363)^{0{,}742}}$$ Equação 3

Sendo:

i: intensidade da chuva em mm/min

T: Tempo de retorno, em anos;

t: Tempo de duração, em minutos.

3.2.3.1.2 Histogramas de Precipitações

A Figura 7 apresenta o histograma de distribuição das precipitações pluviométricas mensais, bem como o número médio mensal de dias chuvosos para o período de 1947 a 2024 na estação Santa Cruz – Litoral. Os totais mensais extremos apresentaram variação significativa: os maiores volumes pluviométricos mensais oscilaram entre 181,7 mm em agosto e 686,4 mm em novembro. Já os menores totais mensais variaram entre 0 mm, de janeiro a março, e 3,6 mm em novembro.

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 52 / 143

Em média, 43% dos dias com precipitação concentram-se no período chuvoso. Novembro e dezembro registram os maiores números de dias chuvosos, com 15 dias em média, enquanto agosto apresenta o menor valor, com 8 dias.

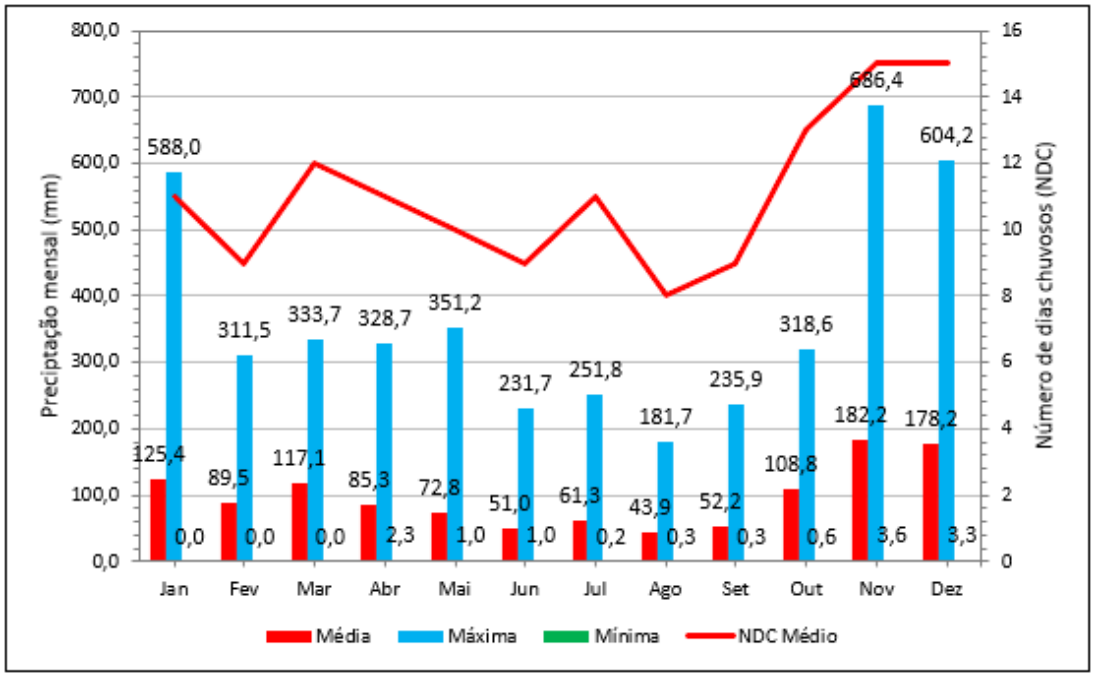
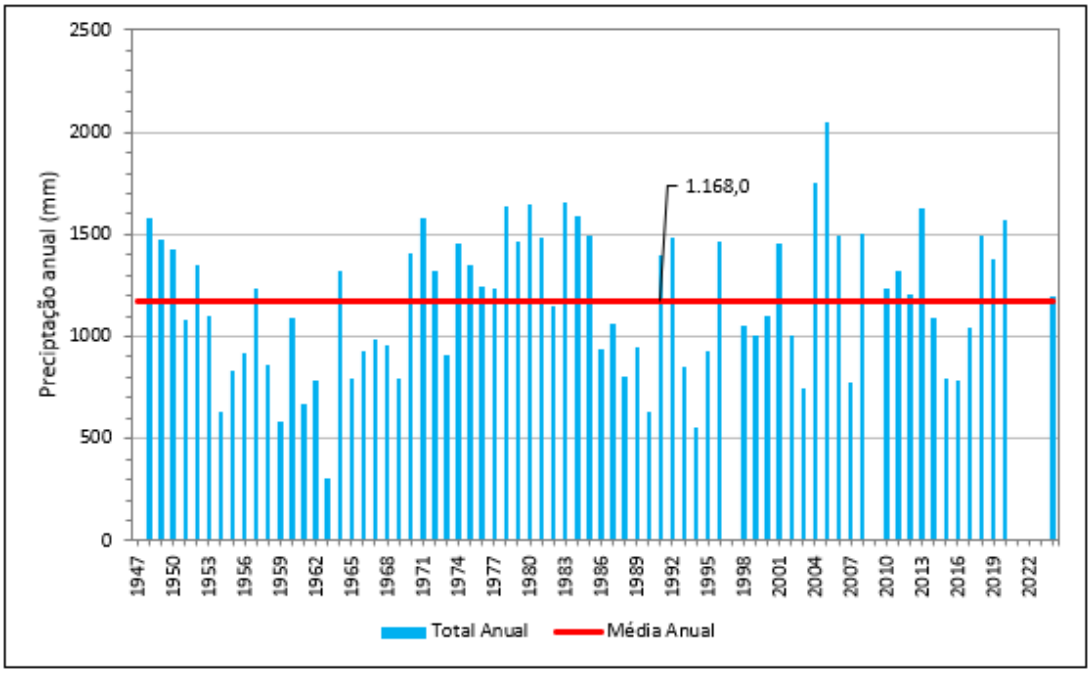


Figura 7 – Histograma de Distribuição de Precipitação e Número Médio Mensal de Dias Chuvosos no período de 1947 a 2024 na estação Santa Cruz – Litoral.

A Figura 8 apresenta a precipitação total anual na estação pluviométrica Santa Cruz – Litoral no período de 1947 a 2024. A precipitação total média para o período foi de 1.168,0 mm por ano.



2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 53 / 143

Figura 8 – Precipitação Total Anual do período de 1947 a 2024 na estação Santa Cruz – Litoral.

A Figura 9 apresenta a precipitação máxima mensal em 1 dia para o período de 1947 a 2024 na região de estudo. No período chuvoso, que vai de outubro a março, foram registradas precipitações superiores a 115 mm em todos os meses, com o valor mais alto ocorrendo em outubro, atingindo 225,5 mm. Além disso, foi observado um evento pluviométrico muito acima da média durante o período seco, especificamente em maio de 2005, com uma precipitação de 206,4 mm.

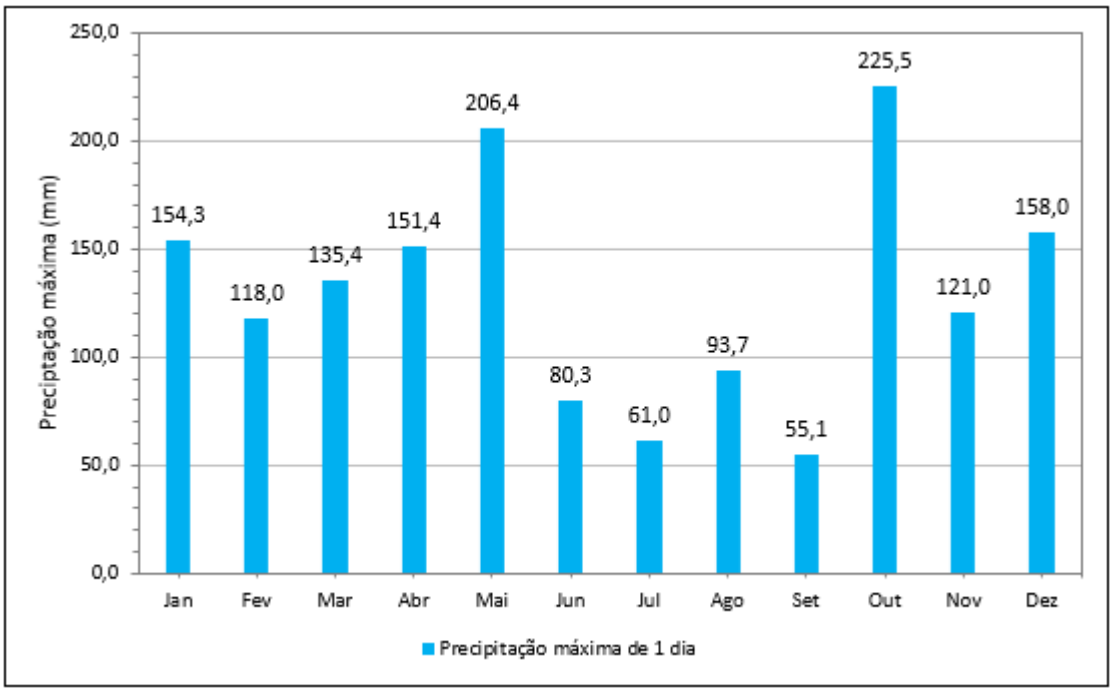


Figura 9 – Precipitação Máxima Mensal em 1 dia para período de 1947 a 2024 na estação Santa Cruz – Litoral.

3.2.3.1.3 Histograma do Número de Dias de Chuva

A Figura 7 apresenta a variação mensal do número de dias chuvosos (NDC) na estação pluviométrica Santa Cruz – Litoral, considerando os valores mínimos, médios e máximos. Observa-se que os maiores valores médios de NDC ocorrem entre outubro e março, com destaque para novembro e dezembro, ambos com 15 dias chuvosos. Embora fevereiro apresente uma média relativamente baixa, isso se deve, em parte, ao menor número de dias do mês, o que naturalmente reduz o total de dias com precipitação. Esse período corresponde à estação chuvosa, típica do regime climático tropical úmido, caracterizada pela alta frequência de eventos pluviométricos.

Nos meses de junho a setembro, verifica-se a redução significativa da frequência de dias chuvosos, chegando a valores médios entre 8 e 9 dias, caracterizando o período seco. Os valores mínimos próximos de zero indicam a ocorrência de meses sem registro de chuva em

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 54 / 143

determinados anos, enquanto os máximos (entre 19 e 29 dias) mostram a possibilidade de ocorrência de chuvas praticamente contínuas em meses excepcionalmente úmidos.

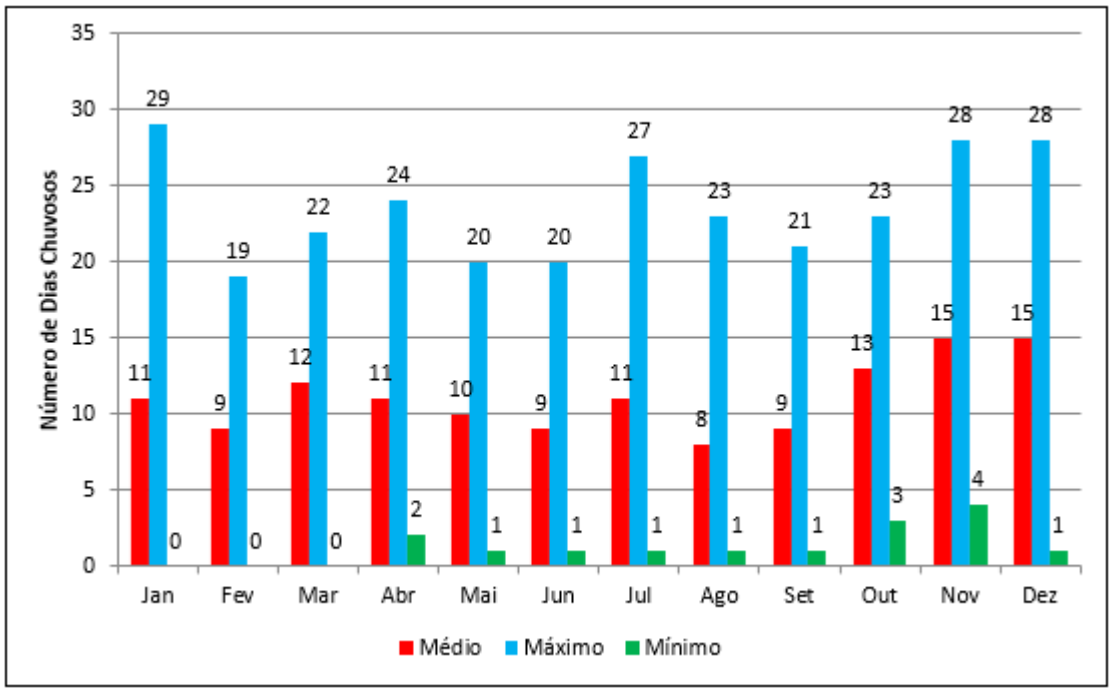


Figura 10 – Histograma de Número de Dias Chuvosos (NDC).

3.2.3.2 ANÁLISE DOS DADOS PROCESSADOS

3.2.3.2.1 Período de Recorrência

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

Em linhas gerais, foram adotados os valores descritos na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** e Tabela 10.

Tabela 10 – Período de Recorrência para Drenagem Urbana

Característica do Sistema	Período de Recorrência (anos)
Microdrenagem	10
Macrodrenagem	25 a 50

Fonte: Manual de Drenagem da Cidade de São Paulo (2012).

3.2.3.2.2 Tempo de Concentração

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

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 55 / 143

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

As formulações são obtidas, de modo geral, pelas características da bacia hidrográfica como área, comprimento do talvegue, rugosidade do córrego ou canal e a declividade dos mesmos e algumas possuem algum parâmetro que leva em conta a ocupação da bacia (DNIT, 2005; KIBLER, 1982).

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

A Fórmula de KIRPICH, publicado no "Califórnia Culverts Practice", foi desenvolvida originalmente para bacias menores que 0,8 km²,

$$T_c = 57 \times \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385}$$ Equação 4

sendo TC = tempo de concentração, em minutos,

L = comprimento do curso d'água, em km, e

H = desnível máximo, em m.

A aplicação da fórmula de Kirpich Modificada é indicada para uma grande faixa de áreas. Estudos em bacias médias e grandes, com dados de enchentes observadas, demonstraram que a aplicação do fluviograma unitário triangular do U.S. Soil Conservation Service fornece resultados pertinentes às observações, se forem adotados tempos de concentração 50% maiores do que os calculados pela expressão proposta por KIRPICH. Assim propõe-se a seguinte formulação (DNIT, 2005):

$$T_c = 85,2 \times \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385}$$ Equação 5

sendo, TC = tempo de concentração, em minutos,

L = comprimento do talvegue, em km, e

H = desnível máximo do talvegue, em m.

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 56 / 143

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

3.2.3.2.3 Coeficiente de Deflúvio (Runoff)

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

O Manual de Hidrologia Básica (2005) desenvolvidas pelo DNIT disponibiliza alguns valores para o coeficiente de runoff, os quais se encontram apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 – Valores para o coeficiente de escoamento (c). Fonte: Manual de hidrologia do DNIT

TIPOS DE SUPERFÍCIE	COEFICIENTE DE DEFLÚVIO "c"
Comércio	
Áreas Centrais	0,70 a 0,95
Áreas da periferia do centro	0,50 a 0,70
Residencial	
Área de uma única família	0,30 a 0,50
Multi-unidades, isoladas	0,40 a 0,60
Multi-unidades, ligadas	0,60 a 0,75
Residencial (suburbana)	0,25 a 0,40
Área de apartamentos	0,50 a 0,70
Industrial	
Áreas leves	0,50 a 0,80
Áreas densas	0,60 a 0,90
Parques cemitérios	0,10 a 0,25
Playgrounds	0,20 a 0,35
Pátio e espaço de serviços de estrada de ferro	0,20 a 0,40
Terrenos baldios	0,10 a 0,30
Ruas	
Asfalto	0,70 a 0,95
Concreto	0,80 a 0,95
Tijolos	0,70 a 0,85

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 57 / 143

TIPOS DE SUPERFÍCIE	COEFICIENTE DE DEFLÚVIO "C"
Trajetos de acesso a calçadas	0,75 a 0,85
Telhados	0,75 a 0,95
Gramados; solos arenosos	
Plano, 2%	0,05 a 0,10
Médio, 2 a 7%	0,10 a 0,15
Íngreme, > 7%	0,15 a 0,20
Gramados; solo compacto	
Plano, 2%	0,13 a 0,17
Médio, 2 a 7%	0,18 a 0,22
Íngreme, > 7%	0,15 a 0,35

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

3.2.3.3 DETERMINAÇÃO DAS DESCARGAS DAS BACIAS

Conforme recomenda a IS-203 - Instrução de Serviço para Estudos Hidrológicos do DNIT, a metodologia de determinação das descargas das bacias será influenciada por:

a) da disponibilidade de dados fluviométricos e do número de anos de observação;

b) do tamanho da bacia e da importância do conhecimento da forma do fluviograma;

Em consonância com a IS-203 e o manual de Hidrologia Básica do DNIT (Publicação IPR nº 715), foram adotadas as diretrizes apresentadas na Tabela 12 na definição do método de cálculo de vazões.

Tabela 12 – Diretrizes para escolha do método de cálculo de Vazões.

Dados	Área da Bacia (km²)	Método de Cálculo
Sem dados fluviométricos	< 1 km²	Racional
Sem dados fluviométricos	1 < Área < 10 Km²	Racional Modificado, $n= A^{-0,10}$ (Área Rural) $n= A^{-0,15}$ (Área Urbana)
Sem dados fluviométricos	> 10 km²	Hidrograma Unitário do SCS
Com dados fluviométricos	$0,5 < \frac{A_{bacia}}{A_{posto}} < 2$	Estatísticos e transposição de vazões, para TR <= 2x(nª de anos de observação)

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 58 / 143

No presente estudo, por se tratar de drenagem urbana, foi aplicado o método racional para a determinação das vazões, conforme segue:

3.2.3.3.1 Método racional e Método Racional Modificado

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

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

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

Onde:

Q = vazão máxima, em m³/s;

c = coeficiente de deflúvio;

i = intensidade da chuva, em mm/h;

A = área da bacia hidrográfica, em km².

Conforme recomendado no Manual de Hidrologia Básica do DNIT (DNIT, 2005), para corrigir os efeitos da distribuição das chuvas nas bacias hidrográficas consideradas uniformes no Método Racional, principalmente em bacias de médio porte com áreas superiores a 1 km², são introduzidos coeficientes redutores das chuvas de ponta designados Coeficientes ou Fatores de Distribuição. O mais comum desses fatores é dado pela Equação 7

$$n = A^{-0{,}10} \qquad \text{Equação 7}$$

Em que:

A = área da bacia hidrográfica, em km².

Assim o método racional modificado é dado por (Equação 10):

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 59 / 143

$$Q_c = \frac{C.I.A.n}{3{,}60}$$ Equação 8

Onde:

Q = vazão máxima, em m³/s;

c = coeficiente de deflúvio;

i = intensidade da chuva, em mm/h;

A = área da bacia hidrográfica, em km².

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

Em bacias urbanas, o manual de hidrologia básica do DNIT recomenda a utilização do coeficiente de Burkli-Ziegler, ainda mais redutor, que é dado por $n = A^{-0,15}$, sendo a área dada em hectares (ha).

3.2.4 CONCLUSÃO

Os estudos hidrológicos tiveram o objetivo de apresentar os métodos e procedimentos norteadores do dimensionamento dos dispositivos de drenagem, que envolvem obras-arte-corrente (bueiros e galerias), obras de drenagem superficial (sarjetas, valetas, canaletas) e obras-de-arte-especial (pontes, pontilhões).

Foram aplicados com sucesso métodos consolidados para obtenção das vazões de projeto, sendo que as obras indicadas para cada caso serão apresentadas no Projeto de Drenagem.

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 60 / 143

3.3 ESTUDOS GEOLÓGICOS

3.3.1 INTRODUÇÃO

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

3.3.2 COLETA E PESQUISA DE DADOS

Com vistas a subsidiar os estudos geotécnicos de campo e em atendimento a IS-202 foi realizada, em escritório, uma busca bibliográfica de manuais técnicos, cartas, fotografias aéreas e mapas geológico, geomorfológico, pedológico e hidrogeológico. Além disso, foram feitas averiguações em campo a fim de complementar os estudos ora apresentados.

As informações relativas à vegetação, pedologia e geomorfologia foram obtidas junto ao IBGE, mais precisamente nas cartas de pedologia e geomorfologia do mapeamento RADAMBRASIL (1983). Já os dados de geologia e hidrogeologia foram retirados de manuais técnicos da CPRM. Informações sobre clima foram obtidas principalmente junto ao INCAPER e na Agencia Nacional de Águas (ANA).

As informações foram consolidadas em escritório e complementadas com imagens do Ortofotomosaico do Espírito Sando (IEMA, 2007/2008) e Ortofotos do Google em ambiente computacional.

3.3.3 DESCRIÇÃO GEOLÓGICA DA REGIÃO

3.3.3.1 ASPECTOS DA VEGETAÇÃO

O empreendimento está localizado **no município de Fundão**, no Estado do Espírito Santo. Essa área se situa no bioma mata atlântica, em área abrangida pela formação vegetacional de Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Semidecidual (RADAMBRASIL, 1983). Entretanto, parte da vegetação natural foi substituída por atividade de pecuária (pastagem) e culturas permanentes.

De modo específico, a área do projeto encontra-se inserida na formação de Floresta Ombrófila Densa.

A Floresta Ombrófila Densa é uma formação vegetacional que pode ser observada em solos como Latossolos e Argissolos, com baixa fertilidade natural. Sua forte característica é permanecer sempre verde onde raramente as culturas necessitam de alguma irrigação complementar (EMBRAPA, 2021). É característico da formação vegetacional do local de projeto a presença de fanerófitos, lianas e epífitas de forma abundante. As temperaturas

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 61 / 143

médias se concentram em torno de 25º C, com ocorrência de precipitações elevadas e com boa distribuição durante o ano.

3.3.3.2 ASPECTOS PEDOLÓGICOS

O mapeamento da pedologia na área de estudo foi realizado a partir da revisão de um conjunto de trabalhos correlatos já publicados e dos mapas de solos existentes. A região foi contemplada em dois estudos pedológicos oficiais, os quais resultaram nas cartas de solos em escala 1:5.000.000 (IBGE-EMBRAPA, 2001) e 1:1.000.000 (RADAMBRASIL, 1983). Este último foi tomado como base cartográfica para este estudo.

Informações cartográficas e da literatura consultada foram complementadas por campanhas de campo realizadas para este trabalho. Durante as mesmas, os solos da área foram estudados em termos de sua distribuição em função das condições do relevo. As informações foram consolidadas em escritório em ambiente computacional, possibilitando a elaboração do Mapa Pedológico apresentado a seguir.

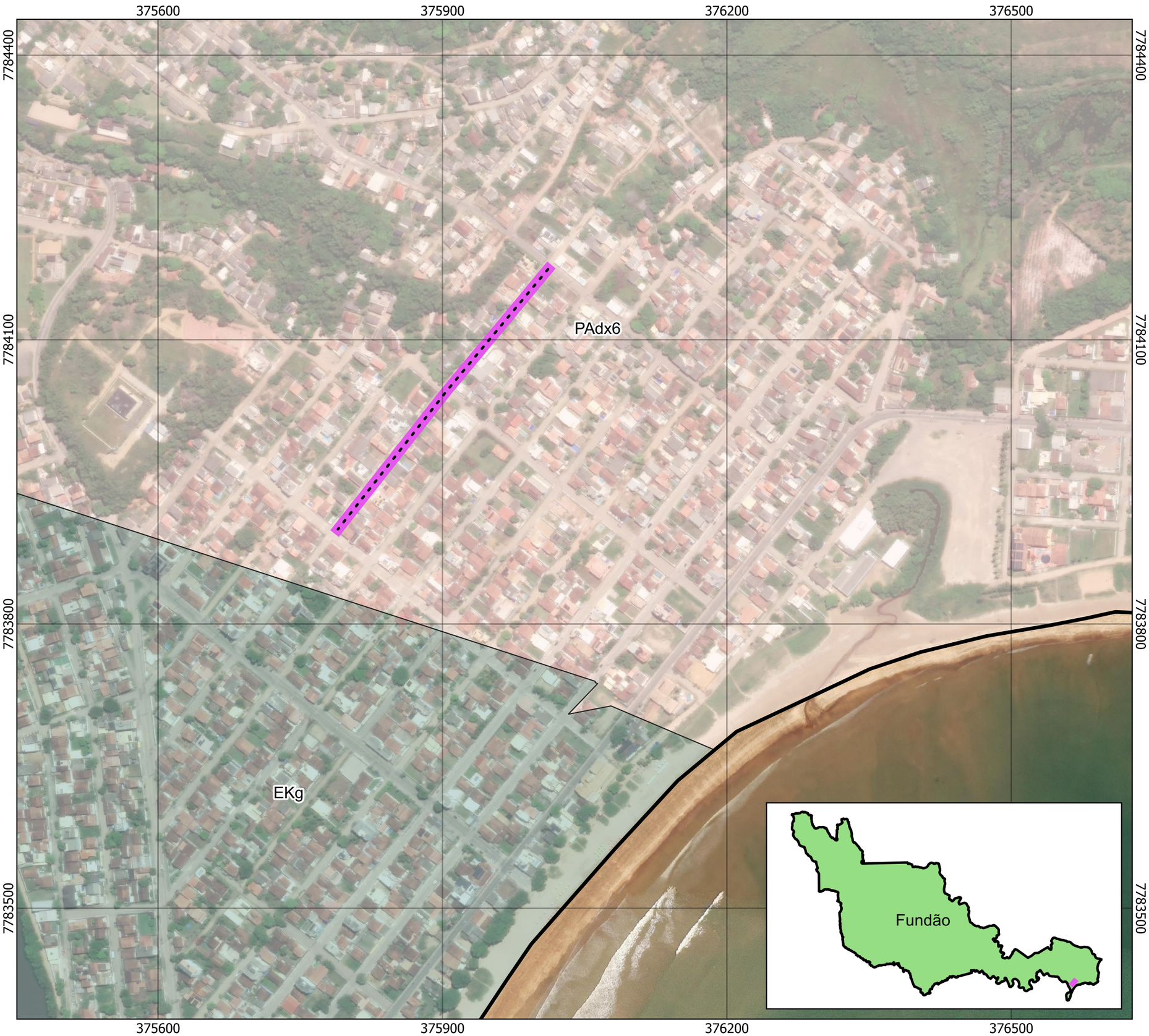
No município de Fundão, identificam-se os seguintes tipos de solo: Argissolo Amarelo, Cambissolo Háplico, Espodossolo Ferrihumilúvico, Gleissolo Háplico, Latossolo Amarelo, Latossolo Vermelho-Amarelo e Neossolo Litólico (Figura 1). Especificamente, na região do empreendimento foi encontrado Argissolo Amarelo Distrocoeso Típico.

Argissolo Amarelo

Os solos descritos têm origem predominantemente em sedimentos do Grupo Barreiras, embora também possam se desenvolver a partir de rochas cristalinas ou sob sua influência. Apresentam como principal característica morfológica um horizonte de acumulação de argila de coloração amarelada, com predominância do óxido de ferro goethita, apesar dos baixos teores totais de ferro. Sua textura é variável, indo de arenosa/média a muito argilosa, e o horizonte superficial A é classificado como moderado e proeminente. Quimicamente, são solos de baixa a muito baixa fertilidade natural, com acidez variando de forte a moderada (EMBRAPA, 2021).

Podem apresentar horizontes coesos, que se tornam friáveis quando saturados, mas perdem essa característica quando cimentados. Os solos cimentados são comuns em relevos côncavos e mal drenados, onde surgem mosqueados e concreções ferruginosas, sobretudo nas bordas dos Tabuleiros Costeiros. A fertilidade varia de muito baixa a média, mas o relevo acidentado impõe limitações ao uso agrícola. Assim, recomenda-se destiná-los à preservação ambiental ou ao extrativismo racional (EMBRAPA, 2021).

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 62 / 143



N
W E
S

Projeção: Universal Transversa Mercator.
Datum Horizontal: SIRGAS 2000.
Fuso: 24 Hemisfério Sul.

Legenda

- Traçado da rua
- Fundão

Pedologia

- ARGISSOLO AMARELO
- ESPODOSSOLO HUMILÚVICO

Documentação e Referências

INCRA. Pedologia. 2016.
IBGE. Malha Municipal. 2020.
ESRI. World Imagery. 2024.

⌀	Emissão original	2025
REV	DESCRIÇÃO	DATA

Projeto:
Projeto de Engenharia de Pavimentação da Rua Rio Grande do Norte, no Município de Fundão/ES

Título:
Mapa de Pedologia

Responsável técnico:
Thiago Gomes Bonomo
Eng. Cívil
CREA: ES-18.427/D

Elaboração:
Thiago Gomes Bonomo
Eng. Cívil
CREA: ES-18.427/D

Escala: 1:4.000 (50 100 150 200 m)

Folha: 1 de 1 | *Local:* Fundão/ES

Papel: A3 | *Nº:* EGEO-01

Contratante: | *Contratada:* avantec

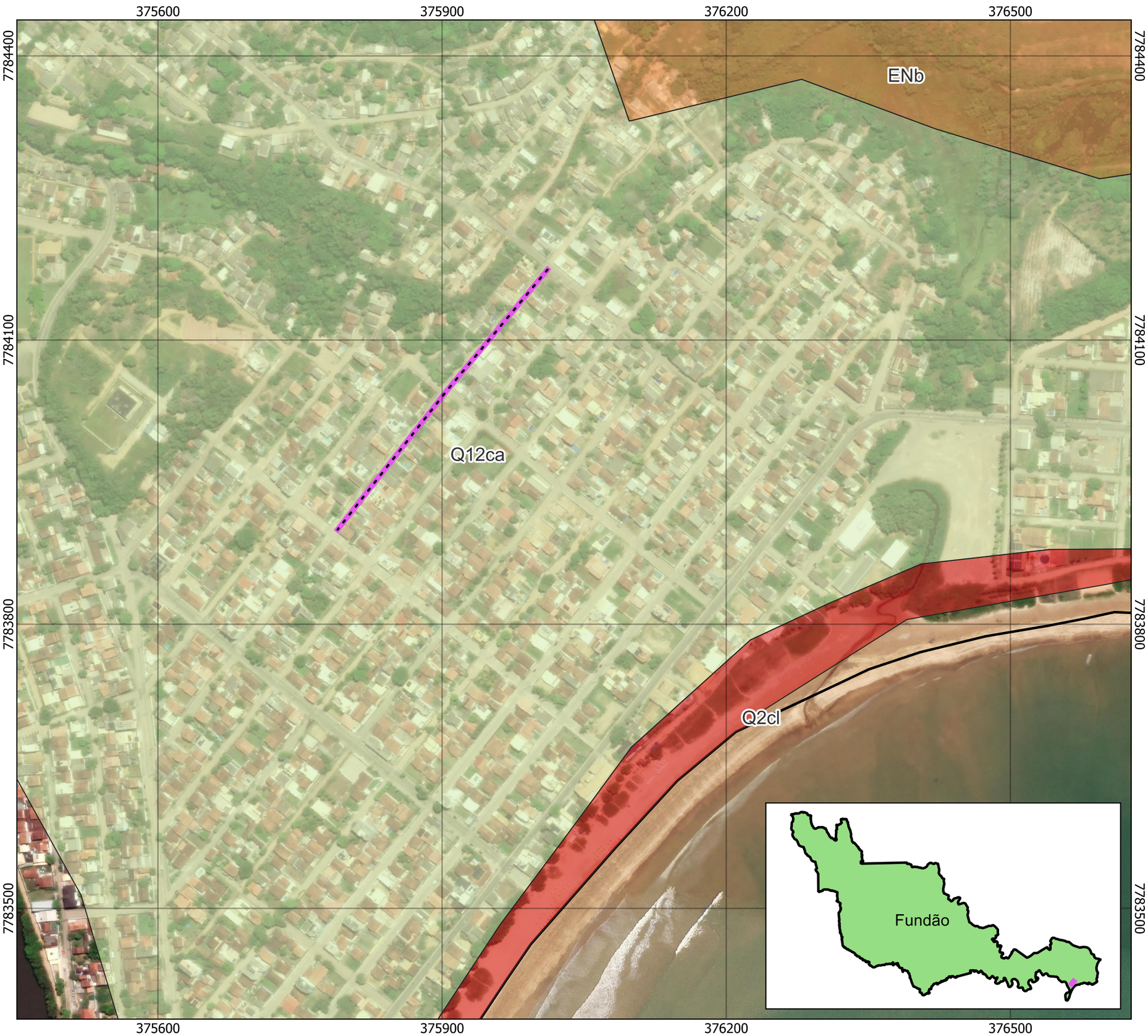
2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 63 / 143

3.3.3.3 ASPECTOS GEOLÓGICOS E DO RELEVO

Conforme informações da CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (2015), o município do projeto encontra-se sob a influência das seguintes unidades geológicas: alinhamento de antigos cordões litorâneos, Ataléia, Barreiras, Córrego Chapada Grande, Córrego Mucurutá, depósitos aluvionares e coluvionares indiferenciados, depósitos aluvionares e Nova Venécia.

O trecho do projeto em questão está inserido na unidade de depósitos aluvionares e coluvionares indiferenciados. Esses depósitos (Q12ca) englobam todos os materiais argiloarenosos localizados nos vales, geralmente acima do limite alcançado pela penúltima transgressão do Pleistoceno. Foram agrupados em uma única categoria porque, nesses vales, podem ocorrer depósitos de diferentes idades, os quais não é possível diferenciar em um mapeamento de escala de reconhecimento.

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 64 / 143





Projeção: Universal Transversa Mercator.
Datum Horizontal: SIRGAS 2000.
Fuso: 24 Hemisfério Sul.

Legenda

- Traçado da rua
- Fundão

Geologia

- Alinhamento de antigos cordões litorâneos
- Barreiras
- Depósitos aluviais coluvionares indiferenciados

Documentação e Referências

CPRM. Geologia. 2004.
IBGE. Malha Municipal. 2020.
ESRI. World Imagery. 2024.

⌀	Emissão original	2025
REV	DESCRIÇÃO	DATA

Projeto:
Projeto de Engenharia de Pavimentação da Rua Rio Grande do Norte, no Município de Fundão/ES

Título:
Mapa de Geologia

Responsável técnico:
Thiago Gomes Bonomo
Eng. Cívil
CREA: ES-18.427/D

Elaboração:
Thiago Gomes Bonomo
Eng. Cívil
CREA: ES-18.427/D

Escala: 1:4.000 — 50 100 150 200 m

Folha: 1 de 1 | *Local:* Fundão/ES

Papel: A3 | *Nº:* EGEO-02

Contratante:

Contratada: avantec

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 65 / 143

3.3.3.4 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

De acordo com o último estudo de refinamento de mapeamento geomorfológico do Projeto Radambrasil (1:250.000), para o estado do ES (Coelho; Goulart; Bergamaschi, 2012), as Unidades Morfológicas são caracterizadas como:

- Unidade Depressão Marginal se mostra como uma configuração irregular, caracterizada por reentrâncias, em decorrência de sua própria evolução geomorfológica comandada pela dissecação fluvial remontante. Possibilita seu acesso entre as encostas íngremes sãs elevações circundantes
- Unidade Patamares Escalonados do Sul Capixaba se distingue das demais áreas da região Sul Capixaba por ressaltar níveis de dissecação escalonados formando patamares, delimitados por frentes escarpadas adaptadas a falhas voltadas para noroeste e com caimento topográfico para sudeste, sugerindo blocos basculados em decorrência de impulsos epirogenéticos relacionados com a atuação dos ciclos geotectônicos.
- Unidade Bloco Montanhoso Central se deve ao realce dos diversos núcleos plutônicos a partir de retomadas erosivas devido ao abaixamento dos níveis de base da drenagem em consequência de oscilações climáticas e movimentações estruturais.

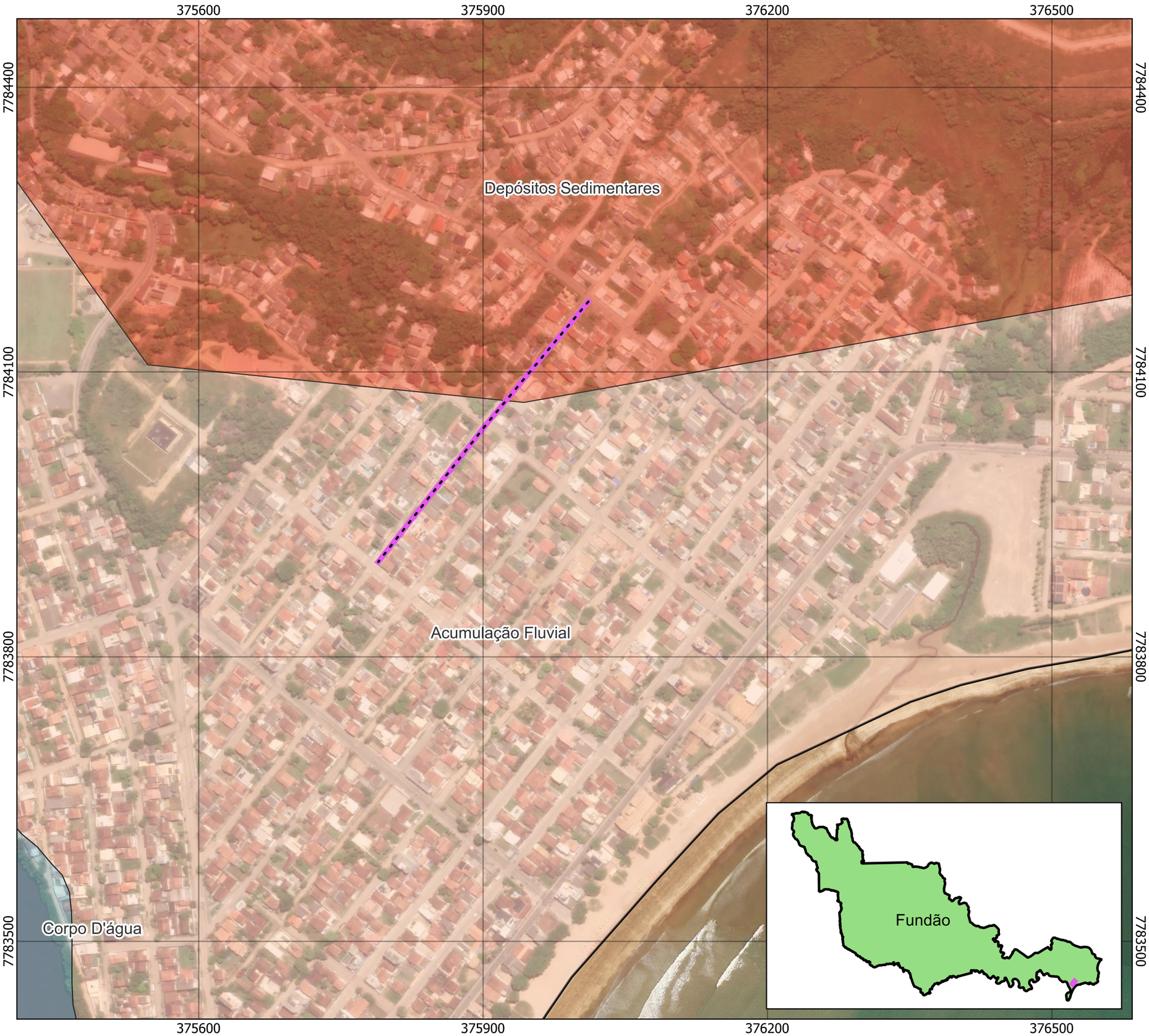
Do ponto de vista geomorfológico, o município de Fundão está inserido nos domínios de Acumulação Fluvial, Depósitos Sedimentares e Faixa de Dobramentos Remobilizados, abrangendo as regiões de Acumulação Fluvial, Piemontes Inumados, Planícies Costeiras, Piemontes Orientais e Planaltos da Mantiqueira Setentrional, bem como as unidades de Acumulação Fluvial, Colinas e Maciços Costeiros, Patamares Escalonados do Sul Capixaba, Planícies Costeiras, Complexos Deltaicos, Estuarinos e Praias e Tabuleiros Costeiros, conforme a Tabela 13.

Tabela 13 – Domínios, regiões e unidades geomorfológicas da área de estudo.

DOMÍNIO	REGIÃO	UNIDADE
Acumulação Fluvial	Acumulação Fluvial	Acumulação Fluvial
Depósitos Sedimentares	Piemontes Inumados	Tabuleiros Costeiros
Depósitos Sedimentares	Planícies Costeiras	Complexos Deltaicos, Estuarinos e Praias
Faixa de Dobramentos Remobilizados	Piemontes Orientais	Colinas e Maciços Costeiros
Faixa de Dobramentos Remobilizados	Planaltos da Mantiqueira Setentrional	Patamares Escalonados do Sul Capixaba

A área de estudo está inserida especificamente em dois domínios: Acumulação Fluvial e Depósitos Sedimentares.

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 66 / 143



N
W E
S

Projeção: Universal Transversa Mercator.
Datum Horizontal: SIRGAS 2000.
Fuso: 24 Hemisfério Sul.

Legenda

- Traçado da rua
- Fundão

Domínio, Região, Unidade

- Acumulação Fluvial, Acumulação Fluvial, Acumulação Fluvial
- Corpo D'água, Corpo D'água, Corpo D'água
- Depósitos Sedimentares, Piemontes Inumados, Tabuleiros Costeiros

Documentação e Referências

IBGE. Malha Municipal. 2020.
IBGE. Geomorfologia. 2023.
ESRI. World Imagery. 2024.

REV	DESCRIÇÃO	DATA
⌀	Emissão original	2025

Projeto:
Projeto de Engenharia de Pavimentação da Rua Rio Grande do Norte, no Município de Fundão/ES

Título:
Mapa de Geomorfologia

Responsável técnico:
Thiago Gomes Bonomo
Eng. Cívil
CREA: ES-18.427/D

Elaboração:
Thiago Gomes Bonomo
Eng. Cívil
CREA: ES-18.427/D

Escala: 1:4.000 — 50 100 150 200 m

Folha: 1 de 1 | *Local:* Fundão/ES

Papel: A3 | *Nº:* EGEO-03

Contratante:

Contratada: avantec

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 67 / 143

3.3.3.5 ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS

Conforme o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Espírito Santo (2017), no estado identificam-se dois domínios hidrolitológicos: cerca de 70% correspondem ao tipo fraturado, abrangendo a unidade aquífera Centro-Sul, enquanto os 30% restantes são do tipo poroso, compreendendo as unidades do Grupo Barreiras e do Litorâneo Nordeste-Sudeste. O Grupo Barreiras constitui o principal sistema aquífero do estado, sendo suas águas utilizadas principalmente para abastecimento humano, seguidas de irrigação.

A área do projeto está inserida no Depósito Litorâneo, que pertence ao domínio de tipo poroso. Este depósito, identificado como Ql, localiza-se bordeando a faixa de praia em uma extensão de 1.150 km^2. É composto por sedimentos arenosos inconsolidados, com granulometria predominantemente muito fina a fina, embora também média, caracterizando-se por grãos bem selecionados. Hidrogeologicamente, ele funciona como um aquífero livre contínuo, apesar de possuir extensão e espessuras limitadas.

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 68 / 143

3.4 ESTUDOS GEOTÉCNICOS

Os estudos geotécnicos foram realizados com a finalidade de estabelecer as características quantitativas e qualitativas dos materiais necessários para a execução da obra (terraplenagem, pavimentação e drenagem), e ainda subsidiar o dimensionamento do pavimento da Projeto de Engenharia de Pavimentação e Drenagem da Rua Rio Grande do Norte, no bairro Praia Grande, Fundão/ES. Dessa forma, visando caracterizar o material componente do sub-leito, foram realizados furos de sondagem a trado.

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

3.4.1 ESTUDO DO SUBLEITO – SONDAGEM A TRADO

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

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

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

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

3.4.1.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A Análise Estatística do Subleito foi calculada através das equações apresentadas a seguir, conforme preconiza o Manual de Pavimentação do DNIT:

- **Equação 01: Média aritmética**

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

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 69 / 143

- **Equação 02: Desvio Padrão**

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

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

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

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

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

Onde:

N = Número de amostras;

X = valor individual;

X_m = média aritmética;

σ = desvio padrão;

$X_{mín}$ = valor mínimo provável, estatisticamente;

$X_{máx}$ = valor máximo provável, estatisticamente.

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

Tabela 14 – Análise Estatística

Parâmetro estatístico	Limites		Granulometria									Ensaio de Compactação 26 golpes				IG
	LL	IP	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	# 4	# 10	# 40	# 200	Hót.	Dmax.	Exp.	ISC	
N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
$\bar{X}$	11,40	1,50	100,00	100,00	100,00	99,56	96,72	93,95	90,66	57,67	21,71	9,33	1,973	0,42	12,60	
σ	19,75	2,60	0,00	0,00	0,00	0,38	2,66	4,41	5,24	10,77	14,95	4,01	0,212	0,03	0,60	0
$X_{mín}$	NL	NP	100,00	100,00	100,00	99,01	92,93	87,68	83,19	42,32	0,41	3,62	1,671	0,37	**11,75**	
$X_{máx}$	39,53	5,20	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	98,13	73,02	43,01	15,04	2,275	0,47	13,45	

O plano de sondagem e os respectivos boletins serão apresentados ao final deste capítulo. No total, foram executados quatro furos de sondagem

Assim, para efeito de cálculo, foi definido como valor de ISC de projeto:

ISC de projeto = 11,00%.

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 70 / 143

3.4.2 ESTUDO DE OCORRÊNCIAS DE MATERIAIS

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

3.4.2.1 PEDREIRA

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

- P-01 – Pedreira;

Conforme o *croqui* de localização apresentado no ***Volume 2 – Projeto de Execução***, a pedreira P-01 localiza-se no município de Colatina, a 52,0 km do Canteiro de Obras.

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

3.4.2.2 AREAL

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

- A-01 – Areal;

Conforme o *croqui* de localização apresentado no ***Volume 2 – Projeto de Execução***, o areal A-01 localiza-se no município Serra, a 4,77 km do Canteiro de Obras.

3.4.2.3 BOTA-FORA

Deverá ser indicado um local devidamente licenciado durante a obra.
ara fins de orçamento, considerou-se uma distância média de transporte (DMT) de 10 km.

3.4.3 APRESENTAÇÃO

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

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 71 / 143

375700.0000 375800.0000 375900.0000 376000.0000

7784000.0000 7784200.0000 7784100.0000 7783900.0000



375800.0000 375900.0000 376000.0000 376100.0000

CONVENÇÕES			
	Estrada de chão		Curvas de nível
	Pav. flexível existente		Poste existente
	Pav. em bloco existente		Árvore
	Edificações	ST-00	Furo de sondagem ST
	Muro existente		Bordo de estrada

PREFEITURA MUNICIPAL DE FUNDÃO

CONSULTORIA: AVANTEC SOLUÇÕES EM ENGENHARIA

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA

TÍTULO: ESTUDO GEOTÉCNICO - PLANO DE SONDAGEM

LOCAL: RUA RIO GRANDE DO NORTE, BAIRRO PRAIA GRANDE, FUNDÃO/ES

COORDENADOR : Engº Civil: THIAGO GOMES BONOMO	CREA: ES-018427/D	ESCALA: 1/1000	FORMATO: A3	PRANCHA: MAP-01
AUTOR DO PROJETO : Engº Civil: THIAGO GOMES BONOMO	CREA: ES-018427/D	REVISÃO: R. 0	DATA: 2025	

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 72 / 143

avantec
Soluções em Engenharia

ESTUDOS GEOTÉCNICOS

BOLETIM DE SONDAGEM

Trecho: Rua Rio Grande do Norte
Estudo: Subleito
Município: Fundão

FURO	COORDENADAS UTM		POSIÇÃO	PROFUNDIDADE (m)			DESCRIÇÃO
	NORTE	ESTE					
ST-01	7.783.904,71	375.788,32	LE	0,00	a	0,25	MATERIAL EXISTENTE
				0,25	a	1,51	ARGILA DE COR VARIEGADA
ST-02	7.784.047,05	375.905,44	EX	0,00	a	0,20	MATERIAL EXISTENTE
				0,20	a	1,5	AREIA ARGILOSA DE COR MARROM
ST-03	7.784.168,01	376.010,71	LD	0,00	a	0,20	MATERIAL EXISTENTE
				0,20	a	1,53	AREIA ARGILOSA DE COR MARROM

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 73 / 143

ESTUDOS GEOTÉCNICOS

RESUMO DOS ENSAIOS

FURO			**ST-01**	**ST-02**	**ST-03**
POSIÇÃO			LE	EX	LD
PROFUNDIDADE (m)			0 a 1,51	0 a 1,5	0 a 1,53
GRANULOMETRIA	PENEIRAS (%)	2"	100,00	100,00	100,00
		1 1/2''	100,00	100,00	100,00
		1"	100,00	100,00	100,00
		3/4''	99,35	99,32	100,00
		3/8"	95,15	95,22	99,80
		Nº4	91,46	91,36	99,04
		Nº10	87,65	87,62	96,71
		Nº40	51,66	51,25	70,11
		Nº200	12,78	13,38	38,97
LIMITE LIQUIDEZ (%)			N.P	N.P	34,20
ÍNDICE DE PLASTICIDADE (%)			0,00	0,00	4,50
EQUIVALENTE DE AREIA			-	-	-
IG			0	0	1
CLASSIFICAÇÃO TRB			A-2-4	A-2-5	A-4
COMPACTAÇÃO	LAB.	UMID. (%)	7,70	6,40	13,90
		DENS.(g/cm³)	2,214	1,891	1,814
	CAMPO	UMID. (%)	-	-	-
		DENS. (g/cm³)	-	-	-
	% COMPACTAÇÃO		-	-	-
ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO E ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA	C.P.C. / 12 GOLPES	UMID. (%)	-	-	-
		DENS. (g/cm³)	-	-	-
		EXP.	-	-	-
		I.S.C.	-	-	-
	C.P.C. / 26 GOLPES	UMID. (%)	7,70	6,40	13,90
		DENS. (g/cm³)	2,214	1,891	1,814
		EXP.	0,40	0,40	0,46
		I.S.C.	12,60	13,20	12,00
	C.P.C. / 55 GOLPES	UMID. (%)	-	-	-
		DENS. (g/cm³)	-	-	-
		EXP.	-	-	-
		I.S.C.	-	-	-
	EXP. FINAL		**0,40**	**0,40**	**0,46**
	I.S.C. FINAL		**12,60**	**13,20**	**12,00**
CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA			ARGILA ARENOSA MARROM COM PEDREGULHOS	ARGILA ARENOSA MARROM	ARGILA DE COR VARIEGADA

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 74 / 143

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - PROCTOR

NORMA (DNIT-164/2013-ME) MÉTODO → [ ] A [X] B [ ] C

TERRAPLENAGEM - CAMADA FINAL - NORMA DNIT 137/2010 - ES

DADOS GERAIS

Obra:	-			Material:	ARGILA ARENOSA MARROM		
Trecho:	FUNDÃO / ES			Coleta:	0,20 Á 1,50	Número:	001
Jurisdição:	-	Estudo:	CAMADA DE REFORÇO	Data:	20/10/2025	Registro:	ST - 001
Interessado:	-	Trecho:	RIO GRANDE DO NORTE				

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - PROCTOR

UMIDADE HIGROSCÓPICA			
Cápsula	Unid.	**124**	**65**
Cápsula+Solo Úmido	g	106,27	106,04
Cápsula+Solo seco	g	103,92	103,67
Peso da Cápsula	g	10,04	12,42
Água	g	2,35	2,37
Solo seco	g	93,88	91,25
Umidade	%	2,5	2,6
Umidade média	(%)	**2,6**	

AMOSTRAGEM	
Amostra úmida (g)	
Ph =	**6.000,0**
Amostra seca (g)	
Ps =	**5.850,8**
Umidade da amostra (ml)	
149,2	

CARACTERÍSTICAS DO ENSAIO	
Energia de Compactação	INTERMEDIARIO
Golpes por Camada	26
Tipo de Cilindro	Grande
Tipo de Soquete	Grande
Disco Espaçador	2.1/2"
PARÂMETROS DO ENSAIO	
M. E. A. máxima do solo seco (g/cm³)	**2,214**
Umidade ótima (%)	**7,7**

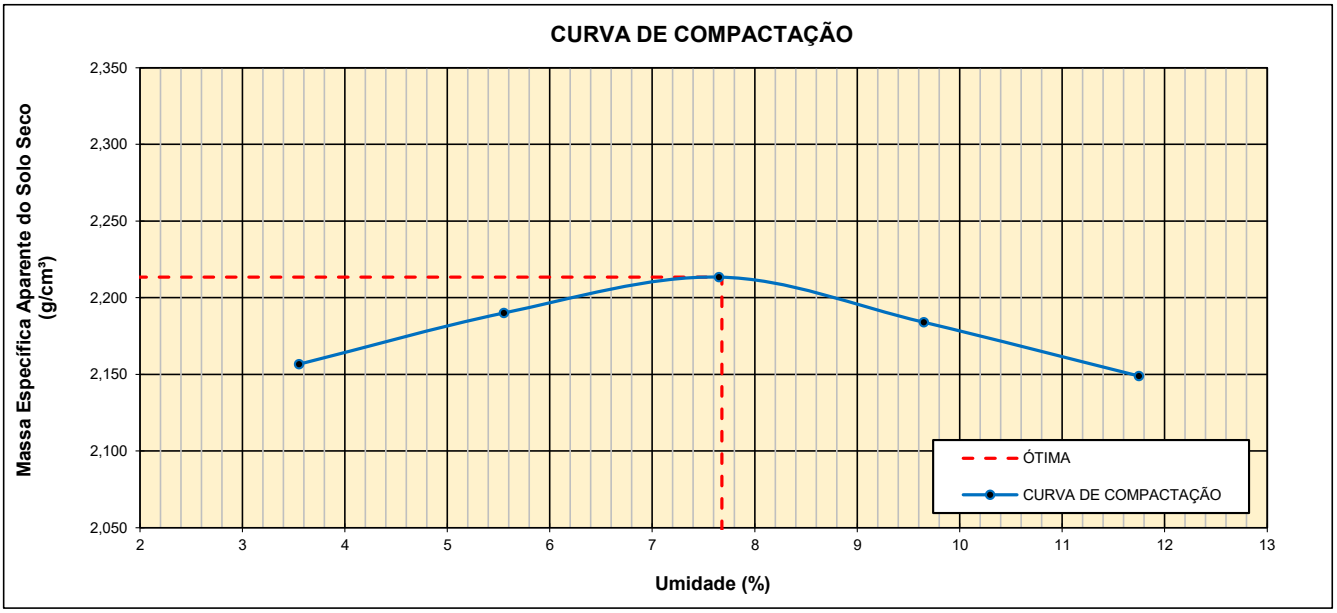
MOLDAGEM DE CORPOS DE PROVA

Molde Nº	g	**90**	**94**	**98**	**14**	**30**
Peso de água	g	60	180	300	420	540
Porcentagem de água	%	1,0	3,0	5,0	7,0	9,0
Solo úmido + molde	g	8880	9575	9610	9485	9735
Peso do molde	g	4235,0	4790,0	4675,0	4504,0	4728,0
Solo úmido	g	4645,0	4785,0	4935,0	4981,0	5007,0
Volume do molde	cm³	2080,0	2070,0	2071,0	2080,0	2085,0
Massa específica aparente do solo úmido	g/cm³	2,233	2,312	2,383	2,395	2,401
Massa específica aparente convertida	g/cm³	2,211	2,244	2,269	2,238	2,203

UMIDADE

Cápsula	**nº**	**05**	**24**	**84**	**59**	**07**	**20**	**51**	**98**	**48**	**41**
Solo úmido + cápsula	g	95,98	96,52	100,06	99,79	99,79	98,97	103,98	105,82	103,81	102,45
Solo seco + cápsula	g	93,47	94,05	95,58	95,16	94,37	93,49	96,98	97,82	94,90	94,15
Peso da cápsula	g	23,78	23,61	14,15	12,56	23,03	22,35	24,80	14,49	19,40	23,20
Água	g	2,51	2,47	4,48	4,63	5,42	5,48	7,00	8,00	8,91	8,30
Solo seco	g	69,69	70,44	81,43	82,60	71,34	71,14	72,18	83,33	75,50	70,95
Umidade corrigida	%	3,6	3,5	5,5	5,6	7,6	7,7	9,7	9,6	11,8	11,7
Umidade corrigida média	%	**3,6**		**5,6**		**7,7**		**9,7**		**11,8**	
Umidade calculada	%	**3,6**		**5,6**		**7,7**		**9,7**		**11,8**	
Massa específica aparente do solo seco	g/cm³	**2,157**		**2,190**		**2,214**		**2,184**		**2,149**	

CURVA DE COMPACTAÇÃO



Moldes Para Imersão (C.B.R)							
	Molde	nº		**94**	**98**	**14**	
	Peso	g		5020	4675	4504	
	Volume	cm³		2085	2055	2084	
	Altura	mm		113,0	114,3	113,5	

Massa específica aparente máxima do solo seco (g/cm³)	**Umidade ótima (%)**
2,214	**7,7**

Engenheiro Coordenador: Bruno Cremonini Zuqui

Chefe de Laboratório: Jonathas Nascimento Amor Divino

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 75 / 143

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO COMPLETO

NORMA (DNIT-164/2013-ME)

TERRAPLENAGEM - CAMADA FINAL - NORMA DNIT 137/2010 - ES

DADOS GERAIS

Obra:	-	Interessado:	-	Material:	ARGILA ARENOSA MARROM		
Trecho:	FUNDÃO / ES	Trecho:	RIO GRANDE DO NORTE	Coleta:	0,20 Á 1,50	Número:	001
Jurisdição:	-	Estudo:	-	Data:	20/10/2025	Registro:	ST - 001

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO COMPLETO

UMIDADE HIGROSCÓPICA

Cápsula	Unid.	124	65
Cápsula+Solo Úmido	g	106,27	106,04
Cápsula+Solo seco	g	103,92	103,67
Peso da Cápsula	g	10,04	12,42
Água	g	2,35	2,37
Solo seco	g	93,88	91,25
Umidade	%	2,50	2,60
Umidade média	(%)	**2,55**	

AMOSTRAGEM

Amostra úmida (g)	
Ph =	**6.000,0**
Amostra seca (g)	
Ps =	**5.850,8**
Umidade da amostra (ml)	
149,2	

MOLDAGEM DE CORPOS DE PROVA

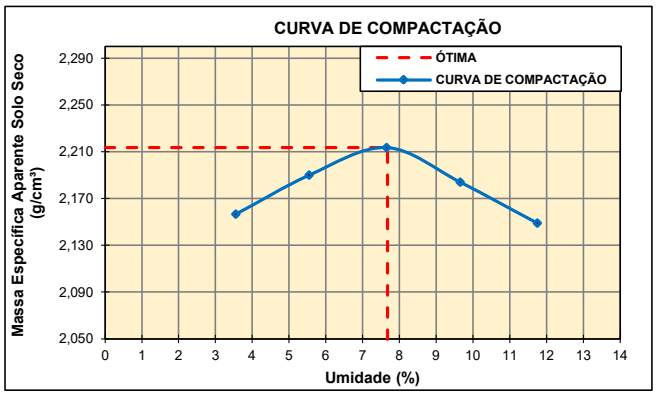
Molde Nº	g	90	94	98	14	30
Peso de água	g	60	180	300	420	540
Porcentagem de água	%	1,0	3,0	5,0	7,0	9,0
Solo úmido + molde	g	8880,0	9575,0	9610,0	9485,0	9735,0
Peso do molde	g	4235,0	4790,0	4675,0	4504,0	4728,0
Solo úmido	g	4645,0	4785,0	4935,0	4981,0	5007,0
Volume do molde	cm³	2080,0	2070,0	2071,0	2080,0	2085,0
Maasa específica apar. solo úmido	g/cm³	2,233	2,312	2,383	2,395	2,401
Maasa específica apar. Convertida	g/cm³	2,211	2,244	2,269	2,238	2,203

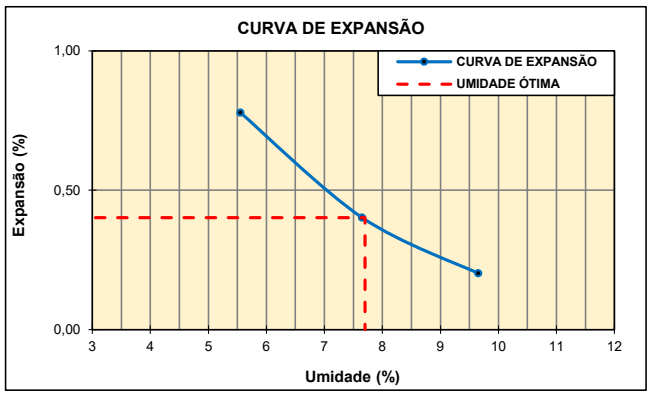
PARÂMETROS DO ENSAIO

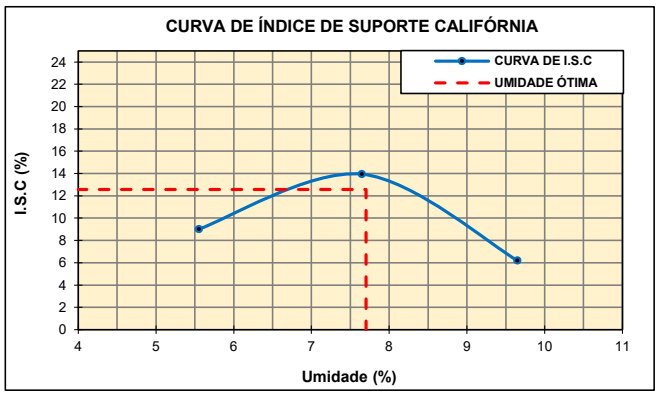
Parâmetro	Unid.	Valor obtido	Mín.	Máx.	Aceitação
M. E. A máxima do solo seco	g/cm³	**2,214**	-	-	-
Umidade ótima	%	**7,7**	-	-	-
Expansão	%	**0,40**	-	-	-
CBR	%	**12,6**	-	-	-
Limite de Liquidez	%	**0**	-	-	-
Índice de Plasticidade	%	**0,0**	-	-	-
Índice de Grupo	%	**0**	-	-	-
Classificação TRB	%	**A - 2 - 4**	-	-	-
Equivalente de Areia	%	-	-	-	-

UMIDADE

Cápsula	nº	05	24	84	59	07	20	51	98	48	41
Solo úmido + cápsula	g	95,98	96,52	100,06	99,79	99,79	98,97	103,98	105,82	103,81	102,45
Solo seco + cápsula	g	93,47	94,05	95,58	95,16	94,37	93,49	96,98	97,82	94,90	94,15
Peso da cápsula	g	23,78	23,61	14,15	12,56	23,03	22,35	24,80	14,49	19,40	23,20
Água	g	2,51	2,47	4,48	4,63	5,42	5,48	7,00	8,00	8,91	8,30
Solo seco	g	69,69	70,44	81,43	82,60	71,34	71,14	72,18	83,33	75,50	70,95
Umidade corrigida	%	3,6	3,5	5,5	5,6	7,6	7,7	9,7	9,6	11,8	11,7
Umidade corrigida média	%	**3,6**		**5,6**		**7,7**		**9,7**		**11,8**	
Umidade calculada	%	**3,6**		**5,6**		**7,7**		**9,7**		**11,8**	
Massa específica apar. solo seco	g/cm³	**2,157**		**2,190**		**2,214**		**2,184**		**2,149**	







Engenheiro Coordenador: Bruno Cremonini Zuqui

Chefe de Laboratório: Jonathas Nascimento Amor Divino

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 76 / 143

ENSAIO DE EXPANSÃO E ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA

NORMA (DNIT 172/2016-ME)

TERRAPLENAGEM - CAMADA FINAL - NORMA DNIT 137/2010 - ES

DADOS GERAIS

Obra:	-			Material:	ARGILA ARENOSA MARROM		
Trecho:	FUNDÃO / ES			Coleta:	0,20 Á 1,50	Número:	001
Jurisdição:	-	Estudo:	-	Data:	20/10/2025	Registro:	ST - 001
Interessado:	-	Trecho:	RIO GRANDE DO NORTE				

ENSAIO DE EXPANSÃO

EXPANSÃO

Molde Nº			94			98			14		
Altura do Molde (mm)			113,0			114,3			113,5		
Data	Dia da Semana	Horário	Leitura (mm)	Difer. (mm)	Exp. %	Leitura (mm)	Difer. (mm)	Exp. %	Leitura (mm)	Difer. (mm)	Exp. %
20/10/25	seg.	10:00	2,00	0,00	**0,00**	2,00	0,00	**0,00**	2,00	0,00	**0,00**
21/10/25	ter.	10:00	2,88	0,88	**0,78**	2,46	0,46	**0,40**	2,23	0,23	**0,20**
22/10/25	qua.	10:00	2,88	0,88	**0,78**	2,46	0,46	**0,40**	2,23	0,23	**0,20**
23/10/25	qui.	10:00	2,88	0,88	**0,78**	2,46	0,46	**0,40**	2,23	0,23	**0,20**
24/10/25	sex.	10:00	2,88	0,88	**0,78**	2,46	0,46	**0,40**	2,23	0,23	**0,20**
Molde + Amostra após embebição											
Peso da Água absorvida											

PARÂMETROS DO ENSAIO

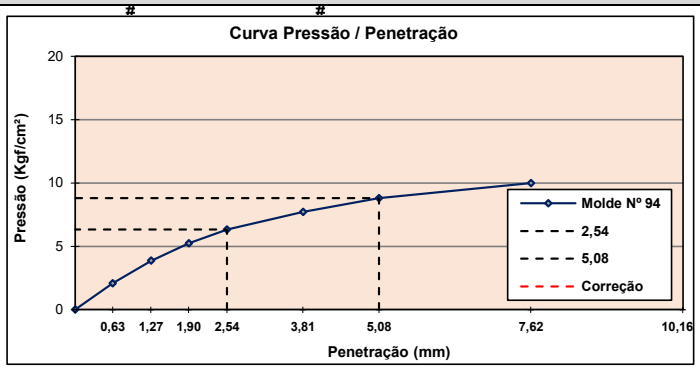
Expansão (%)	
Valor obtido	0,40
Máximo especificado	-
Aceitação	-

Índice de Suporte Califórnia (%)	
Valor obtido	12,6
Mínimo especificado	10,0
Aceitação	-

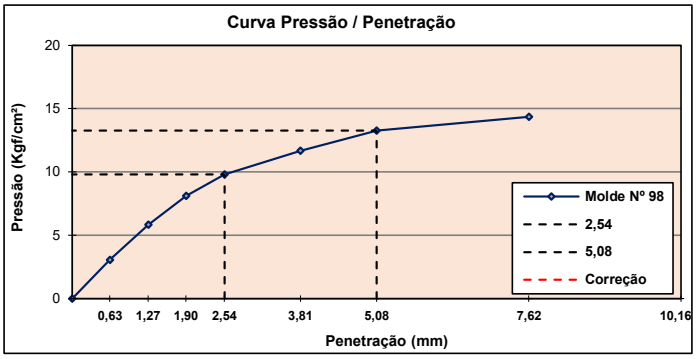
DADOS	
Anel Dinamométrico	004
Constante do Anel	0,0990
Área do Pistão (cm²)	19,23

ENSAIO DE ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA

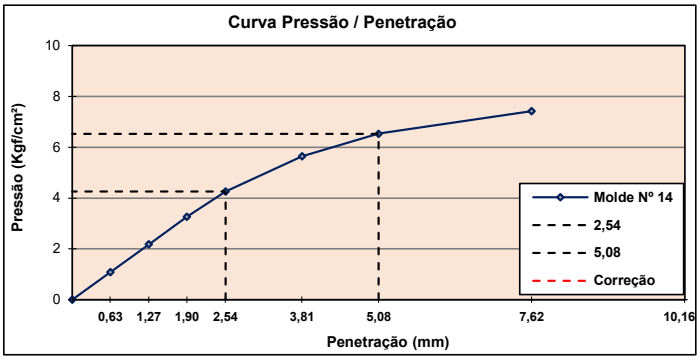
Tempo	Penetração		Pressão Padrão	Molde Nº	94		
				Leitura	Pressão Kg/cm²		I.S.C
Mínutos	mm	Pol.		0,01mm	Calcul.	Corrig.	%
0,0	0,00	0,000	-	0	0,0		
0,5	0,63	0,025	-	21	2,1		
1,0	1,27	0,050	-	39	3,9		
1,5	1,90	0,075	-	53	5,2		
2,0	**2,54**	**0,100**	**70,31**	**64**	**6,3**	**6,3**	**9,0**
3,0	3,81	0,150	-	78	7,7		
4,0	**5,08**	**0,200**	**105,46**	**89**	**8,8**	**8,8**	**8,4**
6,0	7,62	0,300	-	101	10,0		
8,0	10,16	0,400	-				
10,0	12,70	0,500	-				



Tempo	Penetração		Pressão Padrão	Molde Nº	98		
				Leitura	Pressão Kg/cm²		I.S.C
Mínutos	mm	Pol.		0,01mm	Calcul.	Corrig.	%
0,0	0,00	0,000	-	0	0,0		
0,5	0,63	0,025	-	31	3,1		
1,0	1,27	0,050	-	59	5,8		
1,5	1,90	0,075	-	82	8,1		
2,0	**2,54**	**0,100**	**70,31**	**99**	**9,8**	**9,8**	**13,9**
3,0	3,81	0,150	-	118	11,7		
4,0	**5,08**	**0,200**	**105,46**	**134**	**13,3**	**13,3**	**12,6**
6,0	7,62	0,300	-	145	14,4		
8,0	10,16	0,400	-				
10,0	12,70	0,500	-				



Tempo	Penetração		Pressão Padrão	Molde Nº	14		
				Leitura	Pressão Kg/cm²		I.S.C
Mínutos	mm	Pol.		0,01mm	Calcul.	Corrig.	%
0,0	0,00	0,000	-	0	0,0		
0,5	0,63	0,025	-	11	1,1		
1,0	1,27	0,050	-	22	2,2		
1,5	1,90	0,075	-	33	3,3		
2,0	**2,54**	**0,100**	**70,31**	**43**	**4,3**	**4,3**	**6,1**
3,0	3,81	0,150	-	57	5,6		
4,0	**5,08**	**0,200**	**105,46**	**66**	**6,5**	**6,5**	**6,2**
6,0	7,62	0,300	-	75	7,4		
8,0	10,16	0,400	-				
10,0	12,70	0,500	-				



Observações:

Engenheiro Coordenador: Bruno Cremonini Zuqui

Chefe de Laboratório: Jonathas Nascimento Amor Divino

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 77 / 143

ENSAIO DE CARACTERIZAÇÃO

NORMAS (DNER-ME 080/94 / DNER-ME 082/94 / DNER-ME 122/94)

TERRAPLENAGEM - CAMADA FINAL - NORMA DNIT 137/2010 - ES

DADOS GERAIS

Obra:	-			Material:	ARGILA ARENOSA MARROM		
Trecho:	FUNDÃO / ES			Coleta:	0,20 Á 1,50	Número:	001
Jurisdição:	-	Estudo:	-	Data:	20/10/2025	Registro:	ST - 001
Interessado:	-	Trecho:	RIO GRANDE DO NORTE				

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

UMIDADE HIGROSCÓPICA - PASSANTE Nº 10

Cápsula	n°	03	09
Cápsula+Solo Úmido	g	83,97	84,52
Cápsula+Solo seco	g	83,40	84,02
Peso da Cápsula	g	11,74	11,90
Água	g	0,57	0,50
Solo seco	g	71,66	72,12
Umidade	%	0,8	0,7
Média (hm)	(%)	0,7	

AMOSTRA CALCULADA

a) - Amostra Total Umida = b + c	g	2000,00
b) - Solo Seco Retido pela Peneira 10	g	245,39
c) - Solo Úmido Pass. Peneira 10 = (a - b)	g	1754,61
d) - Solo Seco Pas. Peneira 10 = c/ 1 + h	g	1741,55
e) - Amostra Total Seca = b + d	g	1986,94

RESUMO DA GRANULOMETRIA			
	Pedregulho	%	12,35
	Areia Grossa	%	35,99
	Areia Fina	%	38,87
	Silte + Argila	%	12,78

PENEIRAMENTO GROSSO

RECIPIENTE				n°	04
PENEIRAS			Unid.	Peso da amostra seca		% que passa da Amostra Total
Pen. n°	Pol.	mm		Peso Retido	Peso Passante	
001	2"	50,0	g	0,00	1986,94	100,00
001	1 1/2"	38,0	g	0,00	1986,94	100,00
001	1"	25,0	g	0,00	1986,94	100,00
001	3/4"	19,0	g	12,89	1974,05	99,35
001	3/8"	9,5	g	83,56	1890,49	95,15
001	N.º 4	4,8	g	73,25	1817,24	91,46
001	N.º 10	2,0	g	75,69	1741,55	87,65

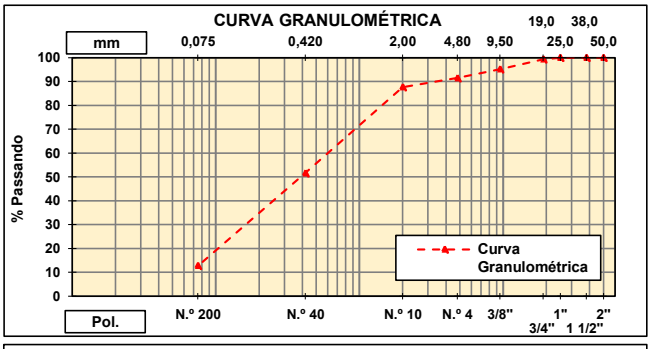
PENEIRAMENTO FINO

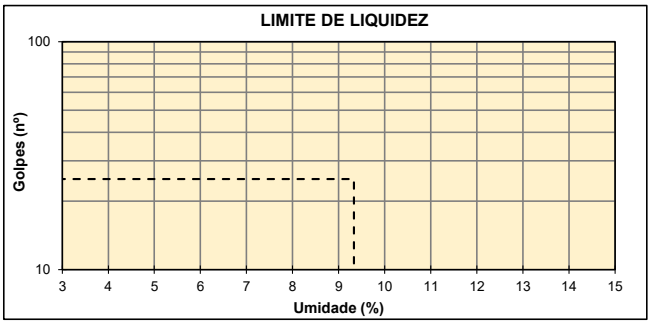
RECIPIENTE				n°	01	
Peso da Amostra Parcial Umida				g	200,00	
Peso da Amostra Parcial Seca				g	198,51	
PENEIRAS			Unid.	Peso amostra seca		% Passante Parcial	% Passante Total
Pen. n°	Pol.	mm		Retido	Passante		
001	N.º 40	0,42	g	81,52	116,99	58,93	51,66
001	N.º 200	0,075	g	88,04	28,95	14,58	12,78

LIMITES DE CONSISTÊNCIA

AMOSTRA		LIMITE DE LIQUIDEZ					LIMITE DE PLASTICIDADE				
Cápsula	n°										
Cápsula + Solo Úmido	g										
Cápsula + Solo Seco	g										
Peso da Cápsula	g										
Peso da Água	g										
Peso do Solo Seco	g										
% de Água	%										
N.º de golpes	-						Nº de pontos aproveitados				3

RESUMO DOS ENSAIOS FÍSICOS				VALORES P/ CÁLCULO DO I.G						
	Limite de Liquidez	%		a	0,0	c	0,0	Índice de Grupo	%	0
	Limite de Plasticidade	%						Classificação TRB	%	A - 2 - 4
	Índice de Plasticidade	%		b	0,0	d	0,0	Tipo de Solo	%	GRANULAR





EQUIVALENTE DE AREIA

Proveta	nº			
Nível superior da suspensão argilosa	cm			
Nível superior do sedmento	cm			
Equivalente de areia	%			
Equivalente de areia médio	**%**			

PARÂMETROS DO ENSAIO

	Parâmetro		Unid.	Valor obtido	Mín.	Máx.	Aceitação
GRANULOMETRIA	2"	50,0	%	100,0	-	-	-
	1.1/2"	38,0	%	100,0	-	-	-
	1"	25,0	%	100,0	-	-	-
	3/4"	19,0	%	99,4	-	-	-
	3/8"	9,50	%	95,1	-	-	-
	Nº 4	4,80	%	91,5	-	-	-
	Nº 10	2,00	%	87,6	-	-	-
	Nº 40	0,42	%	51,7	-	-	-
	Nº 200	0,075	%	12,8	-	-	-
L.L e L.P	Limite de Liquidez		%	0,0	-	-	-
	Índice de Plasticidade		%	0,0	-	-	-
	Índice de Grupo		%	0	-	-	-
Equivalente de Areia			%	-	-	-	-

Observações:

Engenheiro Coordenador: Bruno Cremonini Zuqui

Chefe de Laboratório: Jonathas Nascimento Amor Divino

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 78 / 143

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - PROCTOR

NORMA (DNIT-164/2013-ME) MÉTODO → [ ] A [X] B [ ] C

TERRAPLENAGEM - CAMADA FINAL - NORMA DNIT 137/2010 - ES

DADOS GERAIS

Obra:	-			Material:	ARGILA ARENOSA MARROM		
Trecho:	FUNDÃO / ES			Coleta:	0,20 Á 1,50	Número:	002
Jurisdição:	-	Estudo:	CAMADA DE REFORÇO	Data:	20/10/2025	Registro:	ST - 002
Interessado:	-	Trecho:	RIO GRANDE DO NORTE				

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - PROCTOR

UMIDADE HIGROSCÓPICA

Cápsula	Unid.	160	166
Cápsula+Solo Úmido	g	106,32	106,54
Cápsula+Solo seco	g	104,37	104,59
Peso da Cápsula	g	15,53	15,26
Água	g	1,95	1,95
Solo seco	g	88,84	89,33
Umidade	%	2,2	2,2
Umidade média	(%)	**2,2**	

AMOSTRAGEM

Amostra úmida (g)	
Ph =	**6.000,0**
Amostra seca (g)	
Ps =	**5.871,4**
Umidade da amostra (ml)	
128,6	

CARACTERÍSTICAS DO ENSAIO

Energia de Compactação	INTERMEDIARIO
Golpes por Camada	26
Tipo de Cilindro	Grande
Tipo de Soquete	Grande
Disco Espaçador	2.1/2"
PARÂMETROS DO ENSAIO	
M. E. A. máxima do solo seco (g/cm³)	**1,891**
Umidade ótima (%)	**6,4**

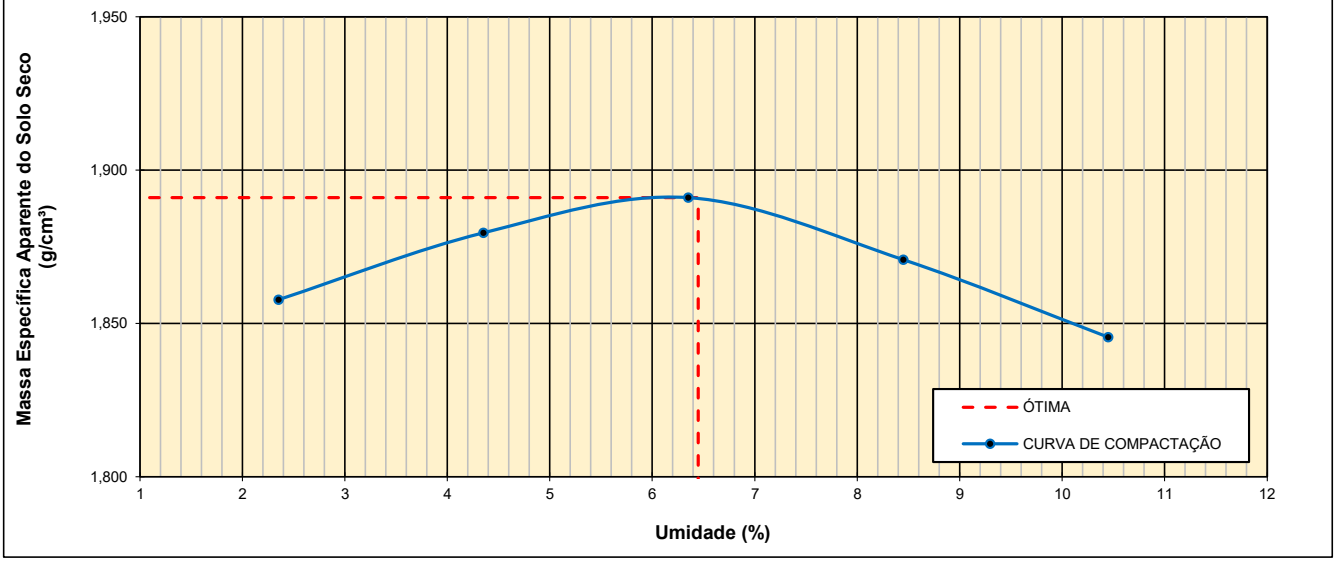
MOLDAGEM DE CORPOS DE PROVA

Molde Nº	g	60	67	51	55	62
Peso de água	g	10	130	250	370	490
Porcentagem de água	%	0,2	2,2	4,2	6,2	8,2
Solo úmido + molde	g	9115	8310	9390	8990	9490
Peso do molde	g	5160,0	4250,0	5225,0	4770,0	5240,0
Solo úmido	g	3955,0	4060,0	4165,0	4220,0	4250,0
Volume do molde	cm³	2080,0	2070,0	2071,0	2080,0	2085,0
Massa específica aparente do solo úmido	g/cm³	1,901	1,961	2,011	2,029	2,038
Massa específica aparente convertida	g/cm³	1,898	1,920	1,931	1,911	1,884

UMIDADE

Cápsula	nº	99	102	115	108	87	89	112	104	125	132
Solo úmido + cápsula	g	97,42	96,98	98,48	98,06	97,70	97,59	102,39	101,87	102,77	101,57
Solo seco + cápsula	g	95,48	95,11	94,87	94,52	92,71	92,64	95,28	95,14	93,92	92,82
Peso da cápsula	g	14,62	13,92	12,77	12,28	14,72	14,04	11,59	14,98	9,68	8,70
Água	g	1,94	1,87	3,61	3,54	4,99	4,95	7,11	6,73	8,85	8,75
Solo seco	g	80,86	81,19	82,10	82,24	77,99	78,60	83,69	80,16	84,24	84,12
Umidade corrigida	%	2,4	2,3	4,4	4,3	6,4	6,3	8,5	8,4	10,5	10,4
Umidade corrigida média	%	**2,4**		**4,4**		**6,4**		**8,5**		**10,5**	
Umidade calculada	%	**2,4**		**4,4**		**6,4**		**8,5**		**10,5**	
Massa específica aparente do solo seco	g/cm³	**1,858**		**1,880**		**1,891**		**1,871**		**1,846**	

CURVA DE COMPACTAÇÃO



Moldes Para Imersão (C.B.R)	Molde	nº		67	51	55	
	Peso	g		5020	5225	4770	
	Volume	cm³		2085	2104,2	2078,8	
	Altura	mm		113,0	114,5	112,7	

Massa específica aparente máxima do solo seco (g/cm³)	Umidade ótima (%)
1,891	6,4

Engenheiro Coordenador: Bruno Cremonini Zuqui

Chefe de Laboratório: Jonathas Nascimento Amor Divino

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 79 / 143

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO COMPLETO

NORMA (DNIT-164/2013-ME)

TERRAPLENAGEM - CAMADA FINAL - NORMA DNIT 137/2010 - ES

DADOS GERAIS

Obra:	-	Interessado:	-	Material:	ARGILA ARENOSA MARROM		
Trecho:	FUNDÃO / ES	Trecho:	RIO GRANDE DO NORTE	Coleta:	0,20 Á 1,50	Número:	002
Jurisdição:	-	Estudo:	-	Data:	20/10/2025	Registro:	ST - 002

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO COMPLETO

UMIDADE HIGROSCÓPICA

Cápsula	Unid.	160	166
Cápsula+Solo Úmido	g	106,32	106,54
Cápsula+Solo seco	g	104,37	104,59
Peso da Cápsula	g	15,53	15,26
Água	g	1,95	1,95
Solo seco	g	88,84	89,33
Umidade	%	2,20	2,18
Umidade média	(%)	**2,19**	

AMOSTRAGEM

Amostra úmida (g)	
Ph =	**6.000,0**
Amostra seca (g)	
Ps =	**5.871,4**
Umidade da amostra (ml)	
128,6	

MOLDAGEM DE CORPOS DE PROVA

Molde Nº	g	60	67	51	55	62
Peso de água	g	10	130	250	370	490
Porcentagem de água	%	0,2	2,2	4,2	6,2	8,2
Solo úmido + molde	g	9115,0	8310,0	9390,0	8990,0	9490,0
Peso do molde	g	5160,0	4250,0	5225,0	4770,0	5240,0
Solo úmido	g	3955,0	4060,0	4165,0	4220,0	4250,0
Volume do molde	cm³	2080,0	2070,0	2071,0	2080,0	2085,0
Maasa específica apar. solo úmido	g/cm³	1,901	1,961	2,011	2,029	2,038
Maasa específica apar. Convertida	g/cm³	1,898	1,920	1,931	1,911	1,884

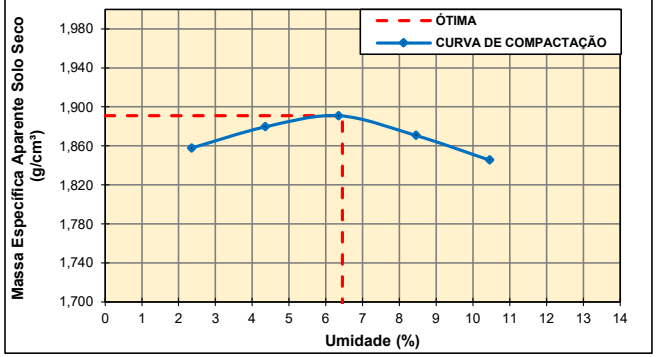
PARÂMETROS DO ENSAIO

Parâmetro	Unid.	Valor obtido	Mín.	Máx.	Aceitação
M. E. A máxima do solo seco	g/cm³	**1,891**	-	-	-
Umidade ótima	%	**6,4**	-	-	-
Expansão	%	**0,40**	-	-	-
CBR	%	**13,2**	-	-	-
Limite de Liquidez	%	**0**	-	-	-
Índice de Plasticidade	%	**0,0**	-	-	-
Índice de Grupo	%	**0**	-	-	-
Classificação TRB	%	**A - 2 - 4**	-	-	-
Equivalente de Areia	%	-	-	-	-

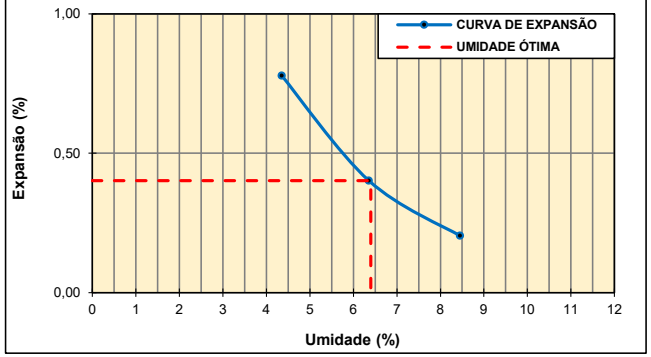
UMIDADE

Cápsula	nº	99	102	115	108	87	89	112	104	125	132
Solo úmido + cápsula	g	97,42	96,98	98,48	98,06	97,70	97,59	102,39	101,87	102,77	101,57
Solo seco + cápsula	g	95,48	95,11	94,87	94,52	92,71	92,64	95,28	95,14	93,92	92,82
Peso da cápsula	g	14,62	13,92	12,77	12,28	14,72	14,04	11,59	14,98	9,68	8,70
Água	g	1,94	1,87	3,61	3,54	4,99	4,95	7,11	6,73	8,85	8,75
Solo seco	g	80,86	81,19	82,10	82,24	77,99	78,60	83,69	80,16	84,24	84,12
Umidade corrigida	%	2,4	2,3	4,4	4,3	6,4	6,3	8,5	8,4	10,5	10,4
Umidade corrigida média	%	**2,4**		**4,4**		**6,4**		**8,5**		**10,5**	
Umidade calculada	%	**2,4**		**4,4**		**6,4**		**8,5**		**10,5**	
Massa específica apar. solo seco	g/cm³	**1,858**		**1,880**		**1,891**		**1,871**		**1,846**	

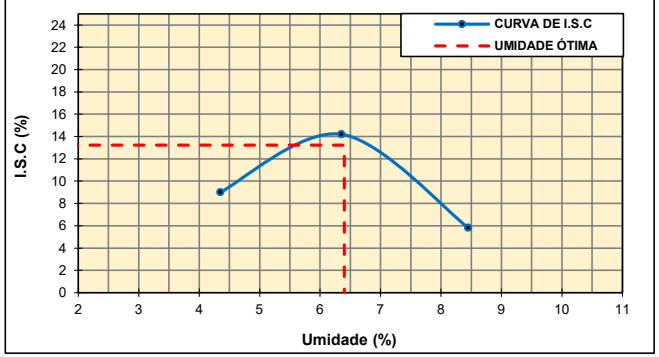
CURVA DE COMPACTAÇÃO



CURVA DE EXPANSÃO



CURVA DE ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA



Engenheiro Coordenador: Bruno Cremonini Zuqui

Chefe de Laboratório: Jonathas Nascimento Amor Divino

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 80 / 143

ENSAIO DE EXPANSÃO E ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA

NORMA (DNIT 172/2016-ME)

TERRAPLENAGEM - CAMADA FINAL - NORMA DNIT 137/2010 - ES

DADOS GERAIS

Obra:	-			Material:	ARGILA ARENOSA MARROM		
Trecho:	FUNDÃO / ES			Coleta:	0,20 Á 1,50	Número:	002
Jurisdição:	-	Estudo:	-	Data:	20/10/2025	Registro:	ST - 002
Interessado:	-	Trecho:	RIO GRANDE DO NORTE				

ENSAIO DE EXPANSÃO

EXPANSÃO

Molde Nº			67			51			55		
Altura do Molde (mm)			113,0			114,5			112,7		
Data	Dia da Semana	Horário	Leitura (mm)	Difer. (mm)	Exp. %	Leitura (mm)	Difer. (mm)	Exp. %	Leitura (mm)	Difer. (mm)	Exp. %
20/10/25	seg.	10:00	2,00	0,00	**0,00**	2,00	0,00	**0,00**	2,00	0,00	**0,00**
21/10/25	ter.	10:00	2,88	0,88	**0,78**	2,46	0,46	**0,40**	2,23	0,23	**0,20**
22/10/25	qua.	10:00	2,88	0,88	**0,78**	2,46	0,46	**0,40**	2,23	0,23	**0,20**
23/10/25	qui.	10:00	2,88	0,88	**0,78**	2,46	0,46	**0,40**	2,23	0,23	**0,20**
24/10/25	sex.	10:00	2,88	0,88	**0,78**	2,46	0,46	**0,40**	2,23	0,23	**0,20**
Molde + Amostra após embebição											
Peso da Água absorvida											

PARÂMETROS DO ENSAIO

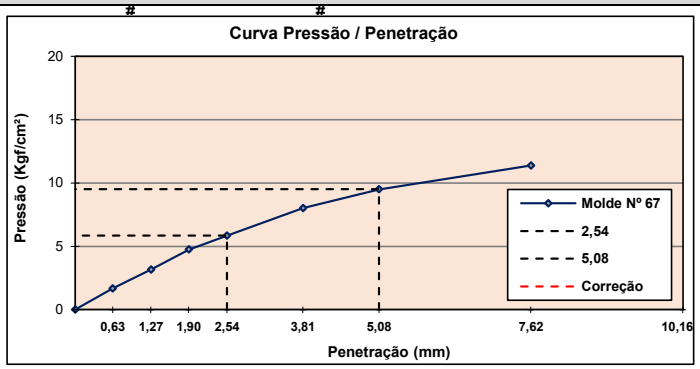
Expansão (%)	
Valor obtido	0,40
Máximo especificado	-
Aceitação	-

Índice de Suporte Califórnia (%)	
Valor obtido	13,2
Mínimo especificado	10,0
Aceitação	-

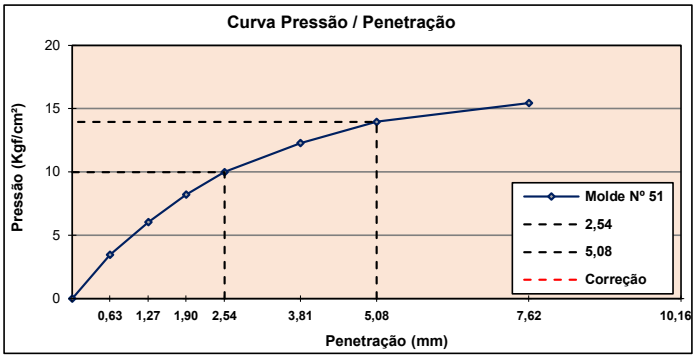
DADOS	
Anel Dinamométrico	004
Constante do Anel	0,0990
Área do Pistão (cm²)	19,23

ENSAIO DE ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA

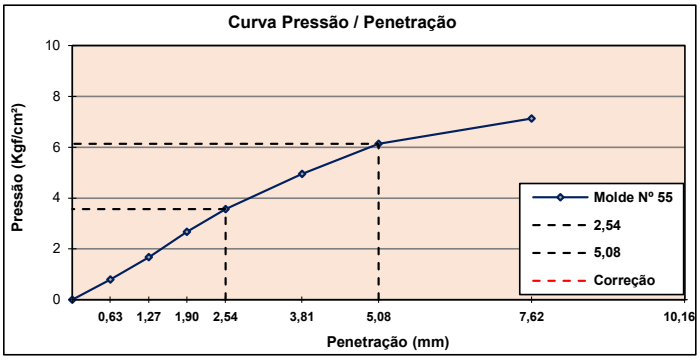
Tempo	Penetração		Pressão Padrão	Molde Nº	67		
				Leitura	Pressão Kg/cm²		I.S.C
Mínutos	mm	Pol.		0,01mm	Calcul.	Corrig.	%
0,0	0,00	0,000	-	0	0,0		
0,5	0,63	0,025	-	17	1,7		
1,0	1,27	0,050	-	32	3,2		
1,5	1,90	0,075	-	48	4,8		
2,0	**2,54**	**0,100**	**70,31**	**59**	**5,8**	**5,8**	**8,3**
3,0	3,81	0,150	-	81	8,0		
4,0	**5,08**	**0,200**	**105,46**	**96**	**9,5**	**9,5**	**9,0**
6,0	7,62	0,300	-	115	11,4		
8,0	10,16	0,400	-				
10,0	12,70	0,500	-				



Tempo	Penetração		Pressão Padrão	Molde Nº	51		
				Leitura	Pressão Kg/cm²		I.S.C
Mínutos	mm	Pol.		0,01mm	Calcul.	Corrig.	%
0,0	0,00	0,000	-	0	0,0		
0,5	0,63	0,025	-	35	3,5		
1,0	1,27	0,050	-	61	6,0		
1,5	1,90	0,075	-	83	8,2		
2,0	**2,54**	**0,100**	**70,31**	**101**	**10,0**	**10,0**	**14,2**
3,0	3,81	0,150	-	124	12,3		
4,0	**5,08**	**0,200**	**105,46**	**141**	**14,0**	**14,0**	**13,2**
6,0	7,62	0,300	-	156	15,4		
8,0	10,16	0,400	-				
10,0	12,70	0,500	-				



Tempo	Penetração		Pressão Padrão	Molde Nº	55		
				Leitura	Pressão Kg/cm²		I.S.C
Mínutos	mm	Pol.		0,01mm	Calcul.	Corrig.	%
0,0	0,00	0,000	-	0	0,0		
0,5	0,63	0,025	-	8	0,8		
1,0	1,27	0,050	-	17	1,7		
1,5	1,90	0,075	-	27	2,7		
2,0	**2,54**	**0,100**	**70,31**	**36**	**3,6**	**3,6**	**5,1**
3,0	3,81	0,150	-	50	5,0		
4,0	**5,08**	**0,200**	**105,46**	**62**	**6,1**	**6,1**	**5,8**
6,0	7,62	0,300	-	72	7,1		
8,0	10,16	0,400	-				
10,0	12,70	0,500	-				



Observações:

Engenheiro Coordenador: Bruno Cremonini Zuqui

Chefe de Laboratório: Jonathas Nascimento Amor Divino

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 81 / 143

ENSAIO DE CARACTERIZAÇÃO

NORMAS (DNER-ME 080/94 / DNER-ME 082/94 / DNER-ME 122/94)

TERRAPLENAGEM - CAMADA FINAL - NORMA DNIT 137/2010 - ES

DADOS GERAIS

Obra:	-			Material:	ARGILA ARENOSA MARROM		
Trecho:	FUNDÃO / ES			Coleta:	0,20 Á 1,50	Número:	002
Jurisdição:	-	Estudo:	-	Data:	20/10/2025	Registro:	ST - 002
Interessado:	-	Trecho:	RIO GRANDE DO NORTE				

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

UMIDADE HIGROSCÓPICA - PASSANTE Nº 10

Cápsula	n°	03	09
Cápsula+Solo Úmido	g	83,97	84,52
Cápsula+Solo seco	g	83,40	84,02
Peso da Cápsula	g	11,74	11,90
Água	g	0,57	0,50
Solo seco	g	71,66	72,12
Umidade	%	0,8	0,7
Média (hm)	(%)	**0,7**	

AMOSTRA CALCULADA

a) - Amostra Total Umida = b + c	g	2000,00
b) - Solo Seco Retido pela Peneira 10	g	246,04
c) - Solo Úmido Pass. Peneira 10 = (a - b)	g	1753,96
d) - Solo Seco Pas. Peneira 10 = c/ 1 + h	g	1740,90
e) - Amostra Total Seca = b + d	g	1986,94

RESUMO DA GRANULOMETRIA		
Pedregulho	%	12,38
Areia Grossa	%	36,37
Areia Fina	%	37,87
Silte + Argila	%	13,38

PENEIRAMENTO GROSSO

RECIPIENTE				n°	04
PENEIRAS			Unid.	Peso da amostra seca		% que passa da Amostra Total
Pen. n°	Pol.	mm		Peso Retido	Peso Passante	
001	2"	50,0	g	0,00	1986,94	100,00
001	1 1/2"	38,0	g	0,00	1986,94	100,00
001	1"	25,0	g	0,00	1986,94	100,00
001	3/4"	19,0	g	13,49	1973,45	99,32
001	3/8"	9,5	g	81,49	1891,96	95,22
001	N.º 4	4,8	g	76,75	1815,21	91,36
001	N.º 10	2,0	g	74,31	1740,90	87,62

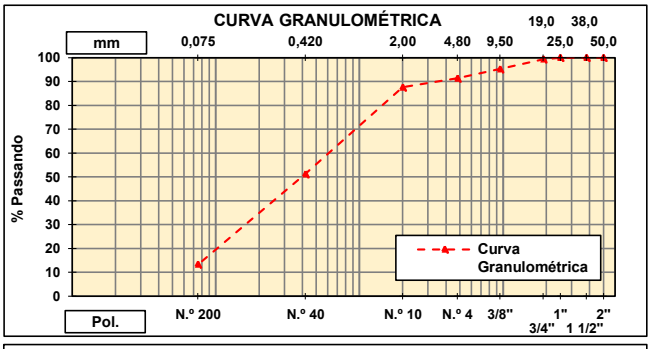
PENEIRAMENTO FINO

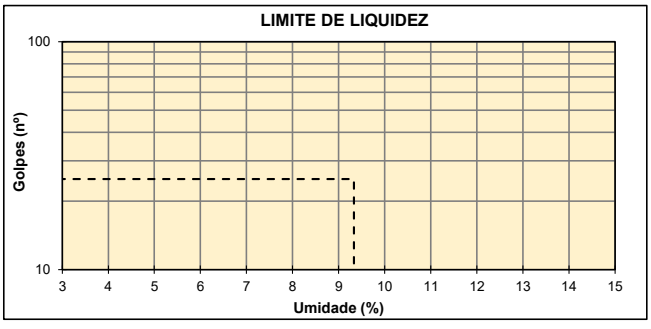
RECIPIENTE				n°	01	
Peso da Amostra Parcial Umida				g	200,00	
Peso da Amostra Parcial Seca				g	198,51	
PENEIRAS			Unid.	Peso amostra seca		% Passante Parcial	% Passante Total
Pen. n°	Pol.	mm		Retido	Passante		
001	N.º 40	0,42	g	82,40	116,11	58,49	51,25
001	N.º 200	0,075	g	85,79	30,32	15,27	13,38

LIMITES DE CONSISTÊNCIA

AMOSTRA		LIMITE DE LIQUIDEZ					LIMITE DE PLASTICIDADE				
Cápsula	n°										
Cápsula + Solo Úmido	g										
Cápsula + Solo Seco	g										
Peso da Cápsula	g										
Peso da Água	g										
Peso do Solo Seco	g										
% de Água	%										
N.º de golpes	-						Nº de pontos aproveitados				3

RESUMO DOS ENSAIOS FÍSICOS				VALORES P/ CÁLCULO DO I.G						
Limite de Liquidez	%		a	0,0	c	0,0	Índice de Grupo	%	0
Limite de Plasticidade	%						Classificação TRB	%	A - 2 - 4
Índice de Plasticidade	%		b	0,0	d	0,0	Tipo de Solo	%	GRANULAR





EQUIVALENTE DE AREIA

Proveta	nº			
Nível superior da suspensão argilosa	cm			
Nível superior do sedmento	cm			
Equivalente de areia	%			
Equivalente de areia médio	**%**			

PARÂMETROS DO ENSAIO

Parâmetro			Unid.	Valor obtido	Mín.	Máx.	Aceitação
GRANULOMETRIA	2"	50,0	%	100,0	-	-	-
	1.1/2"	38,0	%	100,0	-	-	-
	1"	25,0	%	100,0	-	-	-
	3/4"	19,0	%	99,3	-	-	-
	3/8"	9,50	%	95,2	-	-	-
	Nº 4	4,80	%	91,4	-	-	-
	Nº 10	2,00	%	87,6	-	-	-
	Nº 40	0,42	%	51,2	-	-	-
	Nº 200	0,075	%	13,4	-	-	-
L.L e L.P	Limite de Liquidez		%	0,0	-	-	-
	Índice de Plasticidade		%	0,0	-	-	-
	Índice de Grupo		%	0	-	-	-
Equivalente de Areia			%	-	-	-	-

Observações:

Engenheiro Coordenador: Bruno Cremonini Zuqui

Chefe de Laboratório: Jonathas Nascimento Amor Divino

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 82 / 143

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - PROCTOR

NORMA (DNIT-164/2013-ME) MÉTODO → [ ] A [X] B [ ] C

TERRAPLENAGEM - CAMADA FINAL - NORMA DNIT 137/2010 - ES

DADOS GERAIS

Obra:	-			Material:	ARGILA DE COR VARIEGADA		
Trecho:	FUNDÃO / ES						
Jurisdição:	-	Estudo:	CAMADA DE REFORÇO	Coleta:	0,20 Á 1,50	Número:	003
Interessado:	-	Trecho:	RIO GRANDE	Data:	20/10/2025	Registro:	ST - 003

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - PROCTOR

UMIDADE HIGROSCÓPICA			
Cápsula	Unid.	**20**	**19**
Cápsula+Solo Úmido	g	119,09	107,26
Cápsula+Solo seco	g	115,16	103,46
Peso da Cápsula	g	19,45	22,71
Água	g	3,93	3,80
Solo seco	g	95,71	80,75
Umidade	%	4,1	4,7
Umidade média	(%)	**4,4**	

AMOSTRAGEM	
Amostra úmida (g)	
Ph =	**6.000,0**
Amostra seca (g)	
Ps =	**5.746,9**
Umidade da amostra (ml)	
253,1	

CARACTERÍSTICAS DO ENSAIO	
Energia de Compactação	INTERMEDIARIO
Golpes por Camada	26
Tipo de Cilindro	Grande
Tipo de Soquete	Grande
Disco Espaçador	2.1/2"
PARÂMETROS DO ENSAIO	
M. E. A. máxima do solo seco (g/cm³)	**1,814**
Umidade ótima (%)	**13,9**

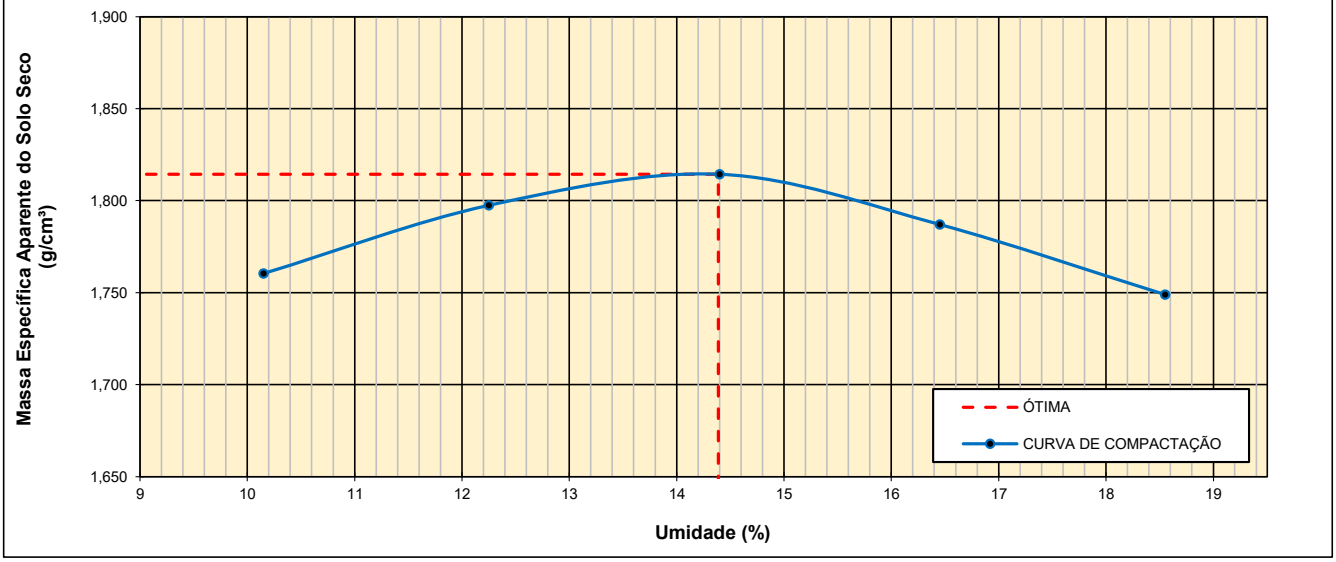
MOLDAGEM DE CORPOS DE PROVA

Molde Nº	g	**65**	**81**	**72**	**79**	**68**
Peso de água	g	305	425	545	665	785
Porcentagem de água	%	5,1	7,1	9,1	11,1	13,1
Solo úmido + molde	g	8760	8880	8755	9055	9325
Peso do molde	g	4745,0	4722,0	4475,0	4745,0	5020,0
Solo úmido	g	4015,0	4158,0	4280,0	4310,0	4304,9
Volume do molde	cm³	2080,0	2070,0	2071,0	2080,0	2085,0
Massa específica aparente do solo úmido	g/cm³	1,930	2,009	2,067	2,072	2,065
Massa específica aparente convertida	g/cm³	1,837	1,876	1,895	1,865	1,826

UMIDADE

Cápsula	**nº**	**30**	**45**	**18**	**12**	**80**	**77**	**64**	**50**	**51**	**71**
Solo úmido + cápsula	g	101,15	102,70	106,78	106,95	106,19	105,10	110,99	109,71	108,41	112,73
Solo seco + cápsula	g	94,15	95,55	97,89	98,10	94,66	94,02	97,19	97,84	95,60	97,44
Peso da cápsula	g	21,24	21,80	22,55	22,50	11,74	14,30	10,91	23,20	24,80	12,50
Água	g	7,00	7,15	8,89	8,85	11,53	11,08	13,80	11,87	12,81	15,29
Solo seco	g	72,91	73,75	75,34	75,60	82,92	79,72	86,28	74,64	70,80	84,94
Umidade corrigida	%	9,6	9,7	11,8	11,7	13,9	13,9	16,0	15,9	18,1	18,0
Umidade corrigida média	%	**9,7**		**11,8**		**13,9**		**16,0**		**18,1**	
Umidade calculada	%	**9,7**		**11,8**		**13,9**		**16,0**		**18,1**	
Massa específica aparente do solo seco	g/cm³	**1,760**		**1,797**		**1,814**		**1,787**		**1,749**	

CURVA DE COMPACTAÇÃO



Moldes Para Imersão (C.B.R)							
	Molde	nº		**81**	**72**	**79**	
	Peso	g		5020	3955	4490	
	Volume	cm³		2085	2031	2082	
	Altura	mm		113,0	110,5	114,2	

Massa específica aparente máxima do solo seco (g/cm³)	Umidade ótima (%)
1,814	**13,9**

Engenheiro Coordenador: Bruno Cremonini Zuqui

Chefe de Laboratório: Jonathas Nascimento Amor Divino

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 83 / 143

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO COMPLETO

NORMA (DNIT-164/2013-ME)

TERRAPLENAGEM - CAMADA FINAL - NORMA DNIT 137/2010 - ES

DADOS GERAIS

Obra:	-	Interessado:	-	Material:	ARGILA DE COR VARIEGADA		
Trecho:	FUNDÃO / ES	Trecho:	RIO GRANDE	Coleta:	0,20 Á 1,50	Número:	003
Jurisdição:	-	Estudo:	-	Data:	20/10/2025	Registro:	ST - 003

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO COMPLETO

UMIDADE HIGROSCÓPICA

Cápsula	Unid.	20	19
Cápsula+Solo Úmido	g	119,09	107,26
Cápsula+Solo seco	g	115,16	103,46
Peso da Cápsula	g	19,45	22,71
Água	g	3,93	3,80
Solo seco	g	95,71	80,75
Umidade	%	4,11	4,70
Umidade média	(%)	**4,41**	

AMOSTRAGEM

Amostra úmida (g)	
Ph =	**6.000,0**
Amostra seca (g)	
Ps =	**5.746,9**
Umidade da amostra (ml)	
253,1	

MOLDAGEM DE CORPOS DE PROVA

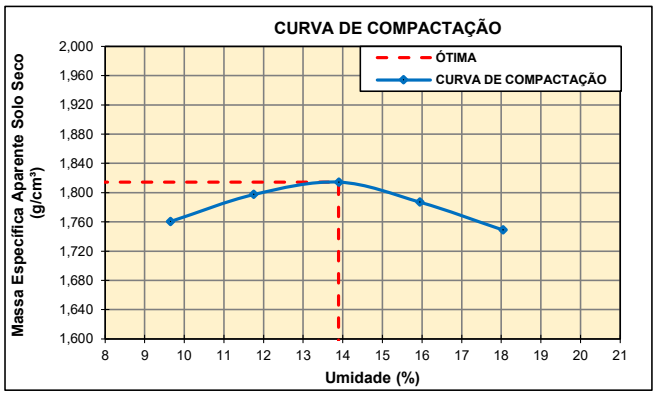
Molde Nº	g	65	81	72	79	68
Peso de água	g	305	425	545	665	785
Porcentagem de água	%	5,1	7,1	9,1	11,1	13,1
Solo úmido + molde	g	8760,0	8880,0	8755,0	9055,0	9324,9
Peso do molde	g	4745,0	4722,0	4475,0	4745,0	5020,0
Solo úmido	g	4015,0	4158,0	4280,0	4310,0	4304,9
Volume do molde	cm³	2080,0	2070,0	2071,0	2080,0	2085,0
Maasa específica apar. solo úmido	g/cm³	1,930	2,009	2,067	2,072	2,065
Maasa específica apar. Convertida	g/cm³	1,837	1,876	1,895	1,865	1,826

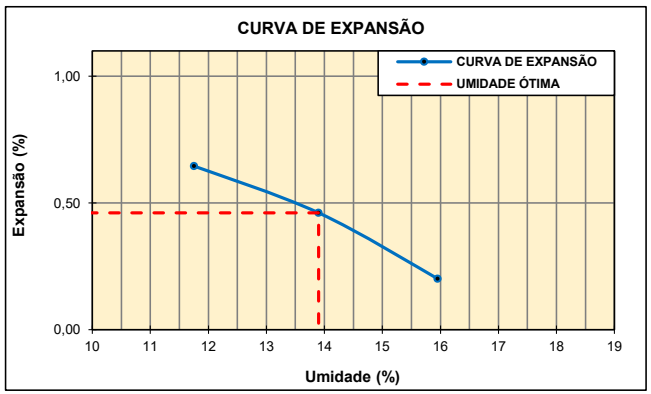
PARÂMETROS DO ENSAIO

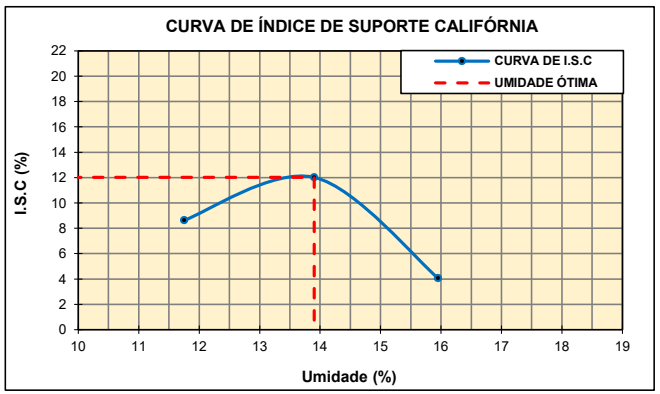
Parâmetro	Unid.	Valor obtido	Mín.	Máx.	Aceitação
M. E. A máxima do solo seco	g/cm³	**1,814**	-	-	-
Umidade ótima	%	**13,9**	-	-	-
Expansão	%	**0,46**	-	-	-
CBR	%	**12,0**	-	-	-
Limite de Liquidez	%	**34,17**	-	-	-
Índice de Plasticidade	%	**4,5**	-	-	-
Índice de Grupo	%	**1**	-	-	-
Classificação TRB	%	**A - 4**	-	-	-
Equivalente de Areia	%	-	-	-	-

UMIDADE

Cápsula	nº	30	45	18	12	80	77	64	50	51	71
Solo úmido + cápsula	g	101,15	102,70	106,78	106,95	106,19	105,10	110,99	109,71	108,41	112,73
Solo seco + cápsula	g	94,15	95,55	97,89	98,10	94,66	94,02	97,19	97,84	95,60	97,44
Peso da cápsula	g	21,24	21,80	22,55	22,50	11,74	14,30	10,91	23,20	24,80	12,50
Água	g	7,00	7,15	8,89	8,85	11,53	11,08	13,80	11,87	12,81	15,29
Solo seco	g	72,91	73,75	75,34	75,60	82,92	79,72	86,28	74,64	70,80	84,94
Umidade corrigida	%	9,6	9,7	11,8	11,7	13,9	13,9	16,0	15,9	18,1	18,0
Umidade corrigida média	%	**9,7**		**11,8**		**13,9**		**16,0**		**18,1**	
Umidade calculada	%	**9,7**		**11,8**		**13,9**		**16,0**		**18,1**	
Massa específica apar. solo seco	g/cm³	**1,760**		**1,797**		**1,814**		**1,787**		**1,749**	







Engenheiro Coordenador: Bruno Cremonini Zuqui

Chefe de Laboratório: Jonathas Nascimento Amor Divino

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 84 / 143

ENSAIO DE EXPANSÃO E ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA

NORMA (DNIT 172/2016-ME)

TERRAPLENAGEM - CAMADA FINAL - NORMA DNIT 137/2010 - ES

DADOS GERAIS

Obra:	-			Material:	ARGILA DE COR VARIEGADA		
Trecho:	FUNDÃO / ES						
Jurisdição:	-	Estudo:	-	Coleta:	0,20 Á 1,50	Número:	003
Interessado:	-	Trecho:	RIO GRANDE	Data:	20/10/2025	Registro:	ST - 003

ENSAIO DE EXPANSÃO

EXPANSÃO

Molde Nº			81			72			79		
Altura do Molde (mm)			113,0			110,5			114,2		
Data	Dia da Semana	Horário	Leitura (mm)	Difer. (mm)	Exp. %	Leitura (mm)	Difer. (mm)	Exp. %	Leitura (mm)	Difer. (mm)	Exp. %
20/10/25	seg.	10:00	2,00	0,00	**0,00**	2,00	0,00	**0,00**	2,00	0,00	**0,00**
21/10/25	ter.	10:00	2,73	0,73	**0,65**	2,51	0,51	**0,46**	2,23	0,23	**0,20**
22/10/25	qua.	10:00	2,73	0,73	**0,65**	2,51	0,51	**0,46**	2,23	0,23	**0,20**
23/10/25	qui.	10:00	2,73	0,73	**0,65**	2,51	0,51	**0,46**	2,23	0,23	**0,20**
24/10/25	sex.	10:00	2,73	0,73	**0,65**	2,51	0,51	**0,46**	2,23	0,23	**0,20**
Molde + Amostra após embebição											
Peso da Água absorvida											

PARÂMETROS DO ENSAIO

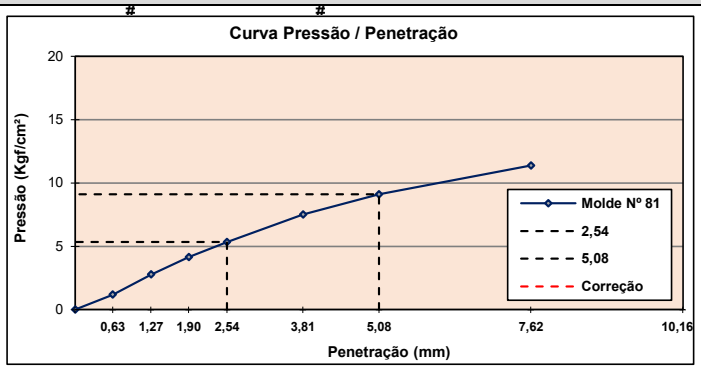
Expansão (%)	
Valor obtido	0,46
Máximo especificado	-
Aceitação	-

Índice de Suporte Califórnia (%)	
Valor obtido	12,0
Mínimo especificado	10,0
Aceitação	-

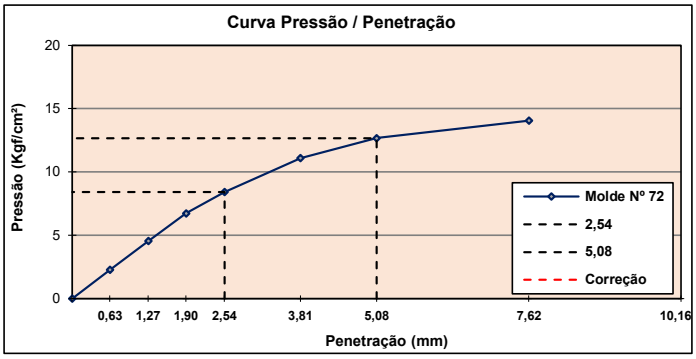
DADOS	
Anel Dinamométrico	004
Constante do Anel	0,0990
Área do Pistão (cm²)	19,23

ENSAIO DE ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA

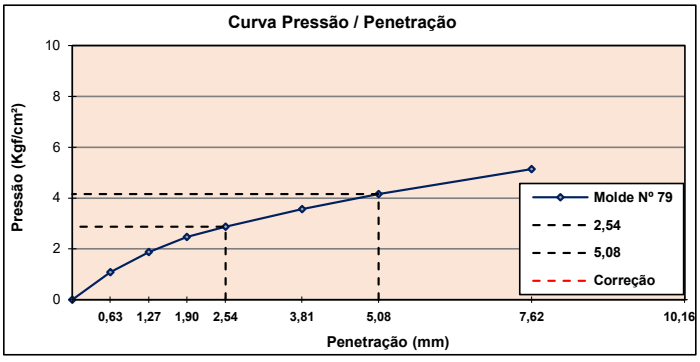
Tempo	Penetração		Pressão Padrão	Molde Nº	Pressão Kg/cm²		81 I.S.C
				Leitura			
Mínutos	mm	Pol.		0,01mm	Calcul.	Corrig.	%
0,0	0,00	0,000	-	0	0,0		
0,5	0,63	0,025	-	12	1,2		
1,0	1,27	0,050	-	28	2,8		
1,5	1,90	0,075	-	42	4,2		
2,0	**2,54**	**0,100**	**70,31**	**54**	**5,3**	**5,3**	**7,6**
3,0	3,81	0,150	-	76	7,5		
4,0	**5,08**	**0,200**	**105,46**	**92**	**9,1**	**9,1**	**8,6**
6,0	7,62	0,300	-	115	11,4		
8,0	10,16	0,400	-				
10,0	12,70	0,500	-				



Tempo	Penetração		Pressão Padrão	Molde Nº	Pressão Kg/cm²		72 I.S.C
				Leitura			
Mínutos	mm	Pol.		0,01mm	Calcul.	Corrig.	%
0,0	0,00	0,000	-	0	0,0		
0,5	0,63	0,025	-	23	2,3		
1,0	1,27	0,050	-	46	4,6		
1,5	1,90	0,075	-	68	6,7		
2,0	**2,54**	**0,100**	**70,31**	**85**	**8,4**	**8,4**	**12,0**
3,0	3,81	0,150	-	112	11,1		
4,0	**5,08**	**0,200**	**105,46**	**128**	**12,7**	**12,7**	**12,0**
6,0	7,62	0,300	-	142	14,1		
8,0	10,16	0,400	-				
10,0	12,70	0,500	-				



Tempo	Penetração		Pressão Padrão	Molde Nº	Pressão Kg/cm²		79 I.S.C
				Leitura			
Mínutos	mm	Pol.		0,01mm	Calcul.	Corrig.	%
0,0	0,00	0,000	-	0	0,0		
0,5	0,63	0,025	-	11	1,1		
1,0	1,27	0,050	-	19	1,9		
1,5	1,90	0,075	-	25	2,5		
2,0	**2,54**	**0,100**	**70,31**	**29**	**2,9**	**2,9**	**4,1**
3,0	3,81	0,150	-	36	3,6		
4,0	**5,08**	**0,200**	**105,46**	**42**	**4,2**	**4,2**	**3,9**
6,0	7,62	0,300	-	52	5,1		
8,0	10,16	0,400	-				
10,0	12,70	0,500	-				



Observações:

Engenheiro Coordenador: Bruno Cremonini Zuqui

Chefe de Laboratório: Jonathas Nascimento Amor Divino

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 85 / 143

ENSAIO DE CARACTERIZAÇÃO

NORMAS (DNER-ME 080/94 / DNER-ME 082/94 / DNER-ME 122/94)

TERRAPLENAGEM - CAMADA FINAL - NORMA DNIT 137/2010 - ES

DADOS GERAIS

Obra:	-			Material:	ARGILA DE COR VARIEGADA		
Trecho:	FUNDÃO / ES			Coleta:	0,20 Á 1,50	Número:	003
Jurisdição:	-	Estudo:	-	Data:	20/10/2025	Registro:	ST - 003
Interessado:	-	Trecho:	RIO GRANDE				

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

UMIDADE HIGROSCÓPICA - PASSANTE Nº 10

Cápsula	n°	03	09
Cápsula+Solo Úmido	g	83,97	84,52
Cápsula+Solo seco	g	83,40	84,02
Peso da Cápsula	g	11,74	11,90
Água	g	0,57	0,50
Solo seco	g	71,66	72,12
Umidade	%	0,8	0,7
Média (hm)	(%)	**0,7**	

AMOSTRA CALCULADA

a) - Amostra Total Umida = b + c	g	2000,00
b) - Solo Seco Retido pela Peneira 10	g	65,38
c) - Solo Úmido Pass. Peneira 10 = (a - b)	g	1934,62
d) - Solo Seco Pas. Peneira 10 = c/ 1 + h	g	1920,22
e) - Amostra Total Seca = b + d	g	1985,60

RESUMO DA GRANULOMETRIA			
	Pedregulho	%	3,29
	Areia Grossa	%	26,59
	Areia Fina	%	31,14
	Silte + Argila	%	38,97

PENEIRAMENTO GROSSO

RECIPIENTE				n°	04
PENEIRAS			Unid.	Peso da amostra seca		% que passa da Amostra Total
Pen. n°	Pol.	mm		Peso Retido	Peso Passante	
001	2"	50,0	g	0,00	1985,60	100,00
001	1 1/2"	38,0	g	0,00	1985,60	100,00
001	1"	25,0	g	0,00	1985,60	100,00
001	3/4"	19,0	g	0,00	1985,60	100,00
001	3/8"	9,5	g	3,93	1981,67	99,80
001	N.º 4	4,8	g	15,18	1966,49	99,04
001	N.º 10	2,0	g	46,27	1920,22	96,71

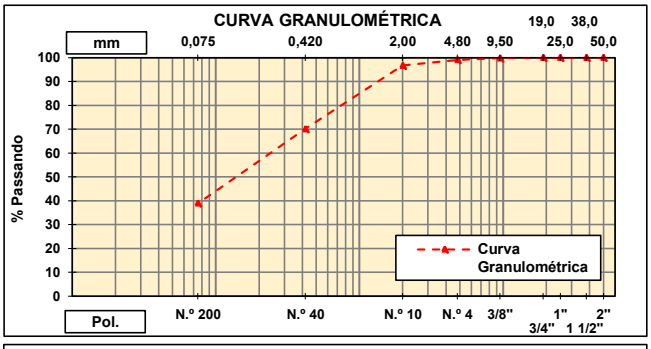
PENEIRAMENTO FINO

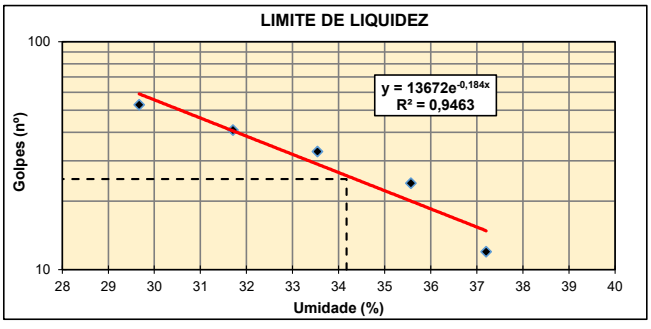
RECIPIENTE				n°	01	
Peso da Amostra Parcial Umida				g	200,00	
Peso da Amostra Parcial Seca				g	198,51	
PENEIRAS			Unid.	Peso amostra seca		% Passante Parcial	% Passante Total
Pen. n°	Pol.	mm		Retido	Passante		
001	N.º 40	0,42	g	54,59	143,92	72,50	70,11
001	N.º 200	0,075	g	63,93	79,99	40,30	38,97

LIMITES DE CONSISTÊNCIA

AMOSTRA		LIMITE DE LIQUIDEZ					LIMITE DE PLASTICIDADE				
Cápsula	n°	124	119	80	79	107	02	12	16	04	08
Cápsula + Solo Úmido	g	21,84	23,56	21,29	21,82	24,15	19,62	20,87	19,70	19,26	18,92
Cápsula + Solo Seco	g	19,14	20,42	18,89	19,22	20,74	17,45	18,15	17,44	17,11	16,84
Peso da Cápsula	g	10,04	10,51	11,74	11,90	11,58	10,03	9,16	9,86	9,84	9,75
Peso da Água	g	2,70	3,14	2,40	2,60	3,41	2,17	2,72	2,26	2,15	2,08
Peso do Solo Seco	g	9,10	9,91	7,15	7,32	9,16	7,42	8,99	7,58	7,27	7,09
% de Água	%	29,67	31,70	33,54	35,57	37,20	29,28	30,21	29,81	29,57	29,34
N.º de golpes	-	53	41	33	24	12	Nº de pontos aproveitados			3	

RESUMO DOS ENSAIOS FÍSICOS				VALORES P/ CÁLCULO DO I.G						
	Limite de Liquidez	%	34,2	a	4,0	c	0,0	Índice de Grupo	%	1
	Limite de Plasticidade	%	29,6					Classificação TRB	%	A - 4
	Índice de Plasticidade	%	4,5	b	24,0	d	0,0	Tipo de Solo	%	GRANULAR





EQUIVALENTE DE AREIA

Proveta	nº			
Nível superior da suspensão argilosa	cm			
Nível superior do sedmento	cm			
Equivalente de areia	%			
Equivalente de areia médio	**%**			

PARÂMETROS DO ENSAIO

	Parâmetro		Unid.	Valor obtido	Mín.	Máx.	Aceitação
GRANULOMETRIA	2"	50,0	%	100,0	-	-	-
	1.1/2"	38,0	%	100,0	-	-	-
	1"	25,0	%	100,0	-	-	-
	3/4"	19,0	%	100,0	-	-	-
	3/8"	9,50	%	99,8	-	-	-
	Nº 4	4,80	%	99,0	-	-	-
	Nº 10	2,00	%	96,7	-	-	-
	Nº 40	0,42	%	70,1	-	-	-
	Nº 200	0,075	%	39,0	-	-	-
L.L e L.P	Limite de Liquidez		%	34,2	-	-	-
	Índice de Plasticidade		%	4,5	-	-	-
	Índice de Grupo		%	1	-	-	-
Equivalente de Areia			%	-	-	-	-

Observações:

Engenheiro Coordenador: Bruno Cremonini Zuqui

Chefe de Laboratório: Jonathas Nascimento Amor Divino

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 86 / 143

4 PROJETOS

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

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

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 87 / 143

4.1 PROJETO GEOMÉTRICO

O Projeto Geométrico tem por objetivo a definição geométrica do segmento em estudo em seus aspectos ligados ao comportamento horizontal, vertical longitudinal e vertical transversal. O Projeto Geométrico foi desenvolvido através das informações topográficas fornecidas.

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

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

4.1.1 CRITÉRIOS DE PROJETO

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

4.1.1.1 CARACTERÍSTICAS PLANIMÉTRICAS

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

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

Apresenta-se ao final deste capítulo a Planilha de Locação dos Eixos Projetados.

4.1.1.2 CARACTERÍSTICAS ALTIMÉTRICAS

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

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

4.1.2 APRESENTAÇÃO

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 88 / 143

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

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 89 / 143

4.2 PROJETO DE TERRAPLENAGEM

O Projeto de Terraplenagem foi desenvolvido tendo em vista os elementos fornecidos pelo Projeto Geométrico, bem como, o conhecimento das características geotécnicas dos solos que compõe a área de projeto, visando atendimento às prescrições técnicas do DNIT, de forma a assegurar perfeita execução, segurança, redução de custos, viabilização de manutenção e facilitação à possíveis modificações.

4.2.1 DOCUMENTAÇÃO DE REFERÊNCIA

O projeto foi desenvolvido em estreita consonância com as seguintes disposições normativas:

- Manual de Implantação Básica de Rodovia do DNIT (DNIT/ IPR 742, 2010):
- DNIT 104/2009-ES: Terraplenagem – Serviços preliminares;
- DNIT 105/2009-ES: Terraplenagem – Caminhos de serviço;
- DNIT 106/2009-ES: Terraplenagem – Cortes;
- DNIT 107/2009-ES: Terraplenagem – Empréstimos;
- DNIT 108/2009-ES: Terraplenagem – Aterros;
- DNIT IS-209: Projeto de Terraplenagem;
- DNIT IS-243: Projeto de Terraplenagem para Projeto Executivo de Engenharia de para Construção Rodovias Vicinais;
- ABNT NBR 5681/1980: Controle Tecnológico de Aterros em obras de Edificações;
- ABNT NBR 11.682/1991: Estabilidade de Taludes.

4.2.2 METODOLOGIA

O Projeto de Terraplenagem consistiu na definição das seções transversais tipo para todos os casos previstos no projeto geométrico. A partir das seções tipo, foram gabaritadas, através do Software AutoCad Civil 3D, todas as seções geradas por interpolação correspondentes às estacas definidas pelos eixos de referência do projeto, contendo as plataformas com suas variações de largura, inclinações transversais, taludes e offsets, quando necessário. Em suma, constou das seguintes etapas:

- Gabaritagem e Otimização das Seções Transversais;
- Processamento dos Volumes;
- Fator de compensação (empolamento);
- Calculo dos Volumes de Terraplenagem.

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 90 / 143

4.2.2.1 GABARITAGEM E OTIMIZAÇÃO DAS SEÇÕES

O volume de terraplenagem, estaca por estaca, em cortes e em aterros, foi calculado a partir do processamento do perfil longitudinal e vertical do terreno natural, do greide projetado e das cadernetas de seções transversais.

Ao desenho das seções efetivou-se a gabaritagem da plataforma de terraplanagem obedecendo as informações concernentes às seções transversais típicas, tais como superelevação e offsets.

4.2.2.2 PROCESSAMENTO DOS VOLUMES

Os volumes de terraplenagem foram gerados a partir das cotas do terreno natural e do pavimento acabado definido no Projeto de Geométrico. O processamento dos volumes foi efetuado após a gabaritagem das seções transversais, sendo obtido mediante aplicação do método da semissoma.

Vale ressaltar que para o caso de aterros, o volume cubado na terraplenagem corresponde a espessura do topo do terreno natural até a fibra inferior do pavimento projetado. O volume acima do aterro será quantificado, em outros materiais, junto a estrutura de pavimento.

4.2.2.3 MASSAS ESPECÍFICAS DOS SOLOS E DOS AGREGADOS

De acordo com o manual de custos do DNIT Volume 01 (Metodologia e Conceitos) entre os principais índices, podemos destacar: a umidade (relação entre o peso da água e o peso dos sólidos), o índice de vazios (relação entre o volume de vazios e o volume das partículas sólidas), a porosidade (relação entre o volume de vazios e o volume total), o grau de saturação (relação entre o volume de água e o volume de vazios) e as massas específicas (relação entre a massa e o volume).

Os solos podem se apresentar nas seguintes condições:

- Solo no estado natural, com massa específica natural referido ao corte;
- Solo solto é aquele que, após o corte (desmonte), sofre forte expansão de volume, com massa específica dita solta;
- Solo compactado é aquele que sofreu redução volumétrica pela diminuição dos índices de vazios, por meio do emprego de equipamentos especiais, com massa específica dita compactada.

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 91 / 143

Quando se procede a escavação de um terreno, os solos que anteriormente se encontravam em condição natural e sujeitos a um estado de compactação inicial em função de seu próprio processo de formação, tendem a sofrer expansão volumétrica, denominada empolamento.

De forma similar, os solos escavados e em condição solta podem sofrer diminuição de volume após serem trabalhados por equipamentos especiais, em operação denominada compactação. A realização da compactação tem por objetivo aumentar a resistência dos solos sob ação de cargas externas, reduzir possíveis variações de volume advindas das cargas ou da percolação de água e impermeabilizar os solos.

Com esse objetivo, a Tabela 15 apresenta um quadro-resumo das massas específicas adotadas com referência para os materiais de 1ª, 2ª e 3ª categorias, os solos e os agregados, as condições natural, solta e compactada.

Tabela 15 - Massas Específicas referenciais dos materiais, solos e agregados

Materiais	Massa Específica Natural (t/m³)	Massa Específica Solta (t/m³)	Massa Específica Compactada (t/m³)
Materiais de 1ª categoria	1,875	1,500	2,063
Materiais de 2ª categoria	2,085	1,500	2,085
Materiais de 3ª categoria	2,630	1,500	2,100
Solos	1,875	1,500	2,063
Brita	2,630	1,500	2,100
Areia	-	1,500	1,725

Fonte: Manual de Custo DNIT – Volume 01

4.2.2.4 MASSAS ESPECÍFICAS DAS MISTURAS

De acordo com o manual de custos do DNIT Volume 01 (Metodologia e Conceitos) as camadas dos pavimentos rodoviários são normalmente executadas por meio da confecção de misturas envolvendo diversos materiais, notadamente solos, agregados, cimento, cal, aditivos, estabilizantes químicos e ligantes asfálticos.

A Tabela 16 apresenta o quadro-resumo das massas específicas compactadas adotadas como referência para as principais misturas de materiais, bem como das massas específicas dos principais insumos adotados nestes traços.

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 92 / 143

Tabela 16 - Massas específicas das misturas de materiais

Misturas	Massa Específica Compactada (t/m³)
Areia-asfalto	1,980
Solo-areia	2,063
Solo-brita	2,063
Solo-cimento	2,063
Solo melhorado com cimento	2,063
Solo melhorado com escória de forno	2,063
Brita graduada	2,200
Macadame Seco	2,100
Macadame hidráulico	2,100
Concreto asfáltico usinado a quente	2,400
Concreto asfáltico pré-misturado a frio	2,300
Micro-revestimento a frio	2,300
Tratamentos superficiais	2,300
Concreto de cimento Portland	2,400
Concreto armado	2,500
Argamassa de cimento e areia	2,100
Nata de cimento	1,900
Cimento	1,400
Filler cal	0,500
Filler cimento	1,400
Filler escória de alto forno	1,500

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 93 / 143

Fonte: Manual de Custo DNIT – Volume 01.

4.2.2.5 NOTA DE SERVIÇO

A Nota de Serviço do Greide de Terraplenagem está apresentada no final do capítulo, com indicação das cotas de projeto e terreno natural, larguras de pista em relação ao eixo, inclinações transversais, taludes e offsets.

4.2.3 APRESENTAÇÃO

Apresenta-se a seguir as Notas de Serviço de Terraplenagem e as Folhas de Cubação. Apresenta-se no ***Volume 02 – Projeto de Execução*** as Seções Tranversais do Projeto de Terraplenagem em formato A3 (ABNT).

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 94 / 143

avantec
Soluções em Engenharia

PROJETO DE TERRAPLENAGEM
CÁLCULO DE VOLUMES - FOLHA DE CUBAÇÃO
Ramo 0 - Rua Rio Grande do Norte

Estaca	Áreas (m²)		Semi-distância (m)	Volume Parcial (m³)		Volume Acumulado (m³)		Volume Líquido (m³)
	Corte	Aterro		Corte	Aterro	Corte	Aterro	
9+5,930	2,53	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10+0,000	2,23	0,00	7,04	33,49	0,00	33,49	0,00	33,49
11+0,000	2,38	0,01	10,00	46,10	0,10	79,59	0,10	79,49
12+0,000	3,02	0,00	10,00	54,00	0,10	133,59	0,20	133,39
13+0,000	3,59	0,01	10,00	66,10	0,10	199,69	0,30	199,39
14+0,000	2,80	0,00	10,00	63,90	0,10	263,59	0,40	263,19
15+0,000	3,57	0,00	10,00	63,70	0,00	327,29	0,40	326,89
16+0,000	2,94	0,00	10,00	65,10	0,00	392,39	0,40	391,99
17+0,000	4,03	0,02	10,00	69,70	0,20	462,09	0,60	461,49
17+2,960	4,68	0,03	1,48	12,89	0,07	474,98	0,67	474,30

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 95 / 143

PROJETO DE TERRAPLENAGEM

NOTA DE SERVIÇO

RAMO 0 - RUA RIO GRANDE DO NORTE

Lado Esquerdo								Eixo						Lado Direito								
Calçada			Meio-fio		Pista Rolamento			Estaca	Coordenadas		Cota Projeto	Cota Terreno	Cota Vermelha	Pista Rolamento			Meio-fio		Calçada		
Inclin. (%)	Cota (m)	Afast. (m)	Cota (m)	Afast. (m)	Inclin. (%)	Cota (m)	Afast. (m)		X	Y				Afast. (m)	Cota (m)	Inclin. (%)	Cota (m)	Afast. (m)	Afast. (m)	Cota (m)	Inclin. (%)
1,000	4,461	-5,944	-4,150	4,332	-2,000	4,202	-3,500	9+5.930	7784055,165	375910,908	4,272	4,500	-0,228	3,500	4,202	2,000	4,332	4,150	5,810	4,485	1,000
1,000	4,557	-6,078	-4,150	4,418	-2,000	4,288	-3,500	10+0.000	7784066,052	375919,814	4,358	4,553	-0,195	3,500	4,288	2,000	4,418	4,150	5,744	4,554	1,000
1,000	4,682	-6,270	-4,150	4,540	-2,000	4,410	-3,500	11+0.000	7784081,532	375932,478	4,480	4,681	-0,201	3,500	4,410	2,000	4,540	4,150	5,858	4,677	1,000
1,000	4,801	-6,399	-4,150	4,658	-2,000	4,528	-3,500	12+0.000	7784097,011	375945,142	4,598	4,889	-0,291	3,500	4,528	2,000	4,658	4,150	5,906	4,796	1,000
1,000	4,858	-6,325	-4,150	4,717	-2,000	4,587	-3,500	13+0.000	7784112,491	375957,806	4,657	4,979	-0,322	3,500	4,587	2,000	4,717	4,150	5,654	4,852	1,000
1,000	4,911	-6,214	-4,150	4,771	-2,000	4,641	-3,500	14+0.000	7784127,971	375970,470	4,711	4,961	-0,250	3,500	4,641	2,000	4,771	4,150	5,298	4,902	1,000
1,000	4,963	-5,970	-4,150	4,825	-2,000	4,695	-3,500	15+0.000	7784143,450	375983,135	4,765	5,102	-0,337	3,500	4,695	2,000	4,825	4,150	5,292	4,956	1,000
1,000	5,169	-5,983	-4,150	5,031	-2,000	4,901	-3,500	16+0.000	7784158,930	375995,799	4,971	5,223	-0,252	3,500	4,901	2,000	5,031	4,150	5,689	5,166	1,000
1,000	5,770	-6,085	-4,149	5,630	-2,000	5,500	-3,499	17+0.000	7784174,410	376008,463	5,570	5,806	-0,236	3,499	5,500	2,000	5,630	4,149	6,046	5,769	1,000
1,000	5,844	-6,052	-5,366	5,717	-2,000	5,587	-4,716	17+2.957	7784176,699	376010,335	5,682	5,962	-0,280	4,404	5,593	2,000	5,723	5,054	6,036	5,853	1,000

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 96 / 143

4.3 PROJETO DE DRENAGEM

O Projeto de Drenagem do trecho em questão, localizado no município de Fundão/ES tem por objetivo proteger as vias em estudo, das águas que, de algum modo, possam prejudicá-las ou, com elas interferirem. Com esse intuito, foi desenvolvido um projeto de escoamento de águas visando à captação, condução e deságue em local seguro, das águas que se precipitem diretamente sobre as vias.

Obtidas as vazões máximas prováveis dos estudos hidrológicos, o projeto de drenagem constou dos estudos hidráulicos definidores dos dispositivos que se destinam a captar as águas e conduzi-las, adequadamente, de modo a não comprometer os elementos do corpo estradal.

4.3.1 DRENAGEM SUPERFICIAL

O projeto de drenagem superficial visou posicionar os diversos dispositivos de coleta das águas superficiais que incidem na plataforma da estrada, conduzindo-as convenientemente para fora de seu corpo.

Os dispositivos utilizados no projeto foram:

- Sarjetas de concreto;
- Valetas de proteção;
- Meio-fio de concreto;
- Descida d'água em degraus;
- Dissipadores de energia;

4.3.1.1 SARJETAS

Tem como objetivo captar as águas que precipitam sobre a plataforma, canteiro central e taludes de corte e aterro e conduzi-las, longitudinalmente à rodovia, até a transição entre o corte e o aterro, de forma a permitir a saída lateral para o terreno natural ou para a valeta de proteção.

Quando o estudo do comprimento crítico mostrou que o trasbordamento se dará fora dos pontos adequados, o fluxo será conduzido a caixas coletoras de bueiros de greide.

Estes dispositivos também têm como objetivo atuar captando as águas que precipitam diretamente sobre as banquetas, conduzindo-as até outros elementos de derivação que vão

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 97 / 143

desaguá-las em terreno natural à jusante da estrada, onde seus efeitos nocivos não mais se farão sentir.

4.3.1.2 DESCIDAS D'ÁGUA

São os dispositivos que conduzem as águas pluviais que, em vista do posicionamento forçado de outros dispositivos de drenagem tenderiam a emergir no talude dos aterros/cortes. Seu perfil longitudinal em degraus visa dissipar energia das águas ao longo de seu curso, minimizando possíveis efeitos erosivos aos pés dos taludes. Foram utilizadas para deságue de sarjetas, bueiros e para deságue das valetas de corte nas caixas coletoras dos bueiros. As descidas d'água foram determinadas em conjunto com o pré-dimensionamento das valetas, utilizando dispositivos compatíveis para cada projeto tipo.

4.3.1.3 VALETAS DE PROTEÇÃO DE CORTE E ATERRO

Esses dispositivos tem a finalidade principal de interceptar o fluxo superficial difuso ocasionado pelas precipitações nas encostas naturais à montante das seções de corte ou aterro e conduzir as águas aos pontos inferiores do perfil como sejam: os bueiros de grota, dissipador de energia no terreno natural e descida d'água em degrau implantada nos taludes de corte.

4.3.1.4 PRÉ-DIMENSIONAMENTO DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM SUPERFICIAL

O pré-dimensionamento foi realizado de acordo com a primícias do Manual de Drenagem Rodoviária do DNIT e baseou-se no critério de equivalência de vazões, o qual compara-se a fórmula do método racional (descarga de projeto) com a equação de Manning + continuidade (capacidade de vazão máxima do dispositivo), as quais são descritas abaixo:

- Método racional (descarga de projeto)

$$Q = \frac{C \times i \times A}{36 \times 10^4}$$

Onde:

Q= descarga hidráulica do dispositivo (m³/s);

c = coeficiente de escoamento superficial (adimensional);

i = intensidade de precipitação (cm/h);

A = área de contribuição (m²).

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 98 / 143

- Equação de Manning + Equação da continuidade (capacidade de vazão máxima do dispositivo)

$$Q = \frac{A \times R^{2/3} \times I^{1/2}}{n}$$

Onde:

Q= vazão máxima admissível (m³/s);

n = coeficiente de rugosidade (adimensional);

R = raio hidráulico (m);

I = declividade do dispositivo (m/m);

A = área molhada do dispositivo (m²).

Quando a capacidade de vazão máxima do dispositivo for superior a descarga de projeto, o disposto empregado é suficiente para atender a contribuição no trecho, caso contrário o dispositivo é insuficiente.

Outra forma de avaliar se o dispositivo é suficiente para atender a vazão demandada é comparar o comprimento unitário com o comprimento crítico para a aquele dispositivo, o qual é determinado pela seguinte equação:

$$L_{cr} = \frac{36 \times 10^4 \times A \times R^{2/3} \times I^{1/2}}{c \times i \times L \times n}$$

Onde:

L_{cr}= comprimento máximo para o segmento (m);

A = área molhada do dispositivo (m²);

R = raio hidráulico (m);

I = declividade do dispositivo (m/m);

c = coeficiente de escoamento superficial (adimensional);

i = intensidade de precipitação (cm/h);

L = largura de implúvio (m);

n = coeficiente de rugosidade (adimensional);

O valor da intensidade de precipitação foi obtido através da equação de chuva elaborada pelo método de Chow-Gumbel para uma recorrência de 10 anos e um tempo de concentração igual a 10 minutos.

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 99 / 143

A obtenção da área de contribuição de cada segmento do dispositivo foi determinada através da multiplicação da largura de implúvio (largura de contribuição) pelo comprimento do dispositivo.

As propriedades utilizadas no pré-dimensionamento dos dispositivos empregados no projeto estão apresentadas a seguir:

Figura 14: Dimensionamento da Sarjeta Meio-fio MFC-01

avantec
Soluções em Engenharia

Dispositivo		COMPRIMENTOS CRÍTICOS - MFC-01						
Área molhada (a):	0,108	m²						
Perímetro molhado (p):	3,233	m						
Raio hidráulico (R):	0,033	m						
Manning (n):	0,014							
Coef. de escoamento (c):	0,80							
Intens. precipitação (i):	16,295	cm/h						
Declividade (I)	%	0,5	0,7	0,8	2,0	4,3	16,7	15,0
Velocidade (V)	m/s	0,525	0,633	0,675	1,050	1,539	3,033	2,875
Contribuição (m)		Comprimento crítico (m)						
Largura de implúvio (m)	1	1.569,60	1.892,75	2.018,23	3.139,20	4.602,98	9.071,16	8.597,07
	2	784,80	946,37	1.009,11	1.569,60	2.301,49	4.535,58	4.298,53
	3	523,20	630,92	672,74	1.046,40	1.534,33	3.023,72	2.865,69
	4	392,40	473,19	504,56	784,80	1.150,74	2.267,79	2.149,27
	5	313,92	378,55	403,65	627,84	920,60	1.814,23	1.719,41
	6	261,60	315,46	336,37	523,20	767,16	1.511,86	1.432,84
	7	224,23	270,39	288,32	448,46	657,57	1.295,88	1.228,15
	9	174,40	210,31	224,25	348,80	511,44	1.007,91	955,23
	10	156,96	**189,27**	**201,82**	313,92	460,30	907,12	859,71
	12	130,80	157,73	168,19	261,60	383,58	755,93	716,42
	15	104,64	126,18	134,55	209,28	306,87	604,74	573,14
	20	78,48	94,64	100,91	156,96	230,15	453,56	429,85
	30	52,32	63,09	67,27	104,64	153,43	302,37	286,57

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 100 / 143

4.3.2 APRESENTAÇÃO

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

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 101 / 143

4.4 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

4.4.1 INTRODUÇÃO

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

4.4.2 PARÂMETROS DE PROJETO

4.4.2.1 NÚMERO N (TRÁFEGO ATUANTE)

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

Com base na Instrução de Projeto de Pavimentação 02/2004 da Prefeitura Municipal de São Paulo em conjunto de visitas a campo, torna-se possível caracterizar o tráfego em função dos veículos que a utilizam, como:

> *Tráfego Leve - Ruas de características essencialmente residenciais, para as quais não é previsto o tráfego de ônibus, podendo existir ocasionalmente passagens de caminhões e ônibus em número não superior a 20 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por um número "N" típico de 105 solicitações do eixo simples padrão (80kN) para o período de projeto de 10 anos.*

A Tabela 17, apresentada a seguir, correlaciona a classificação da via conforme a função predominante e o volume médio diário de veículos estimado da faixa mais carregada com o número N característico – parâmetro que será utilizado no dimensionamento do pavimento. Com essas estimativas tem-se uma projeção do tráfego a ser gerado ao longo da vida útil de projeto, considerando uma taxa de crescimento de 5% ao ano.

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 102 / 143

Tabela 17 – Classificação das vias e parâmetros de tráfego.

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

OBSERVAÇÕES:

(1) Faixa mais carregada

(2) Majorado em função do tráfego (excesso de frenagens e partidas)

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

4.4.2.2 $ISC_{PROJETO}$ (SUBLEITO EXISTENTE)

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

ISC = 11,00%

4.4.3 DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS COM BLOCOS INTERTRAVADOS

O dimensionamento do pavimento consiste na determinação das espessuras de cada camada componente da estrutura do mesmo. Para tanto, seguindo a Instrução de Projeto 06/2004 da Prefeitura Municipal de São Paulo, foram utilizados dois métodos de cálculo de dimensionamento, que serão descritos de forma sucinta ao decorrer do capítulo.

Através da Figura 15 foi definida a prioridade de utilização dos procedimentos de dimensionamento: para Tráfego leve foi utilizado o Método A.

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

Figura 15 - Prioridade de utilização dos procedimentos de dimensionamento

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 103 / 143

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

4.4.3.1 – MÉTODO A: "ABCP – ET27"

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

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

Sub-base

A Figura 16 fornece as espessuras necessárias de sub-base em função do valor de CBR do subleito e do número N de solicitações. Fica dispensada a utilização da camada de sub-base quando ocorrerem concomitantemente as situações: (i) $N < 5 \times 10^5$; (ii) CBRsubleito > 20%.

Base

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

- $N < 1{,}5 \times 10^6$: não é necessária camada de base;
- $1{,}5 \times 10^6 \leq N < 1{,}0 \times 10^7$: a espessura mínima da camada de base cimentada será de 10,0 cm;
- $N \geq 10^7$, a espessura de base cimentada será determinada em através da Figura 17.

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 104 / 143

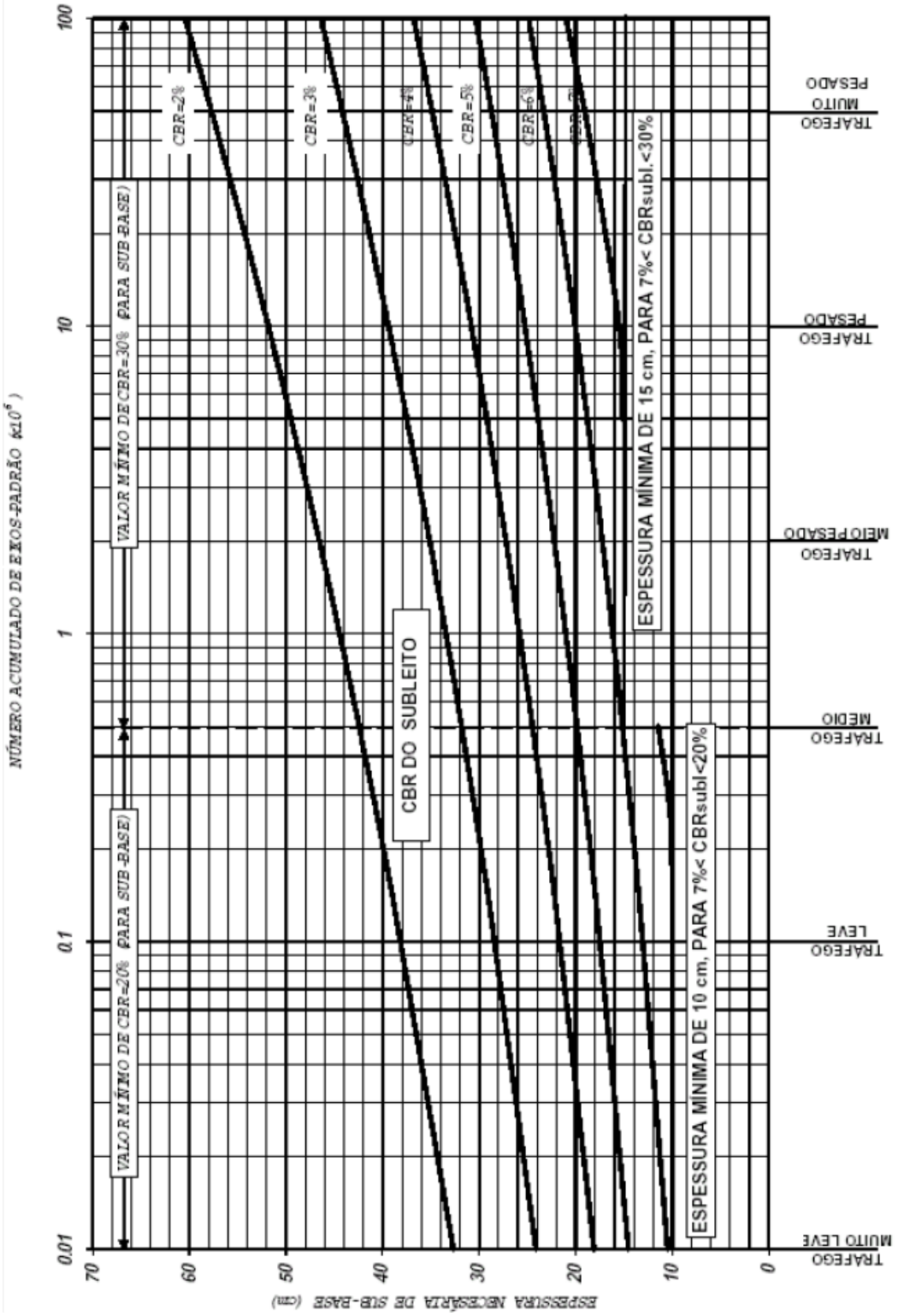


Figura 16 - Espessura necessária de sub-base.
Fonte: Boletim Técnico nº 27 da ABCP.

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 105 / 143

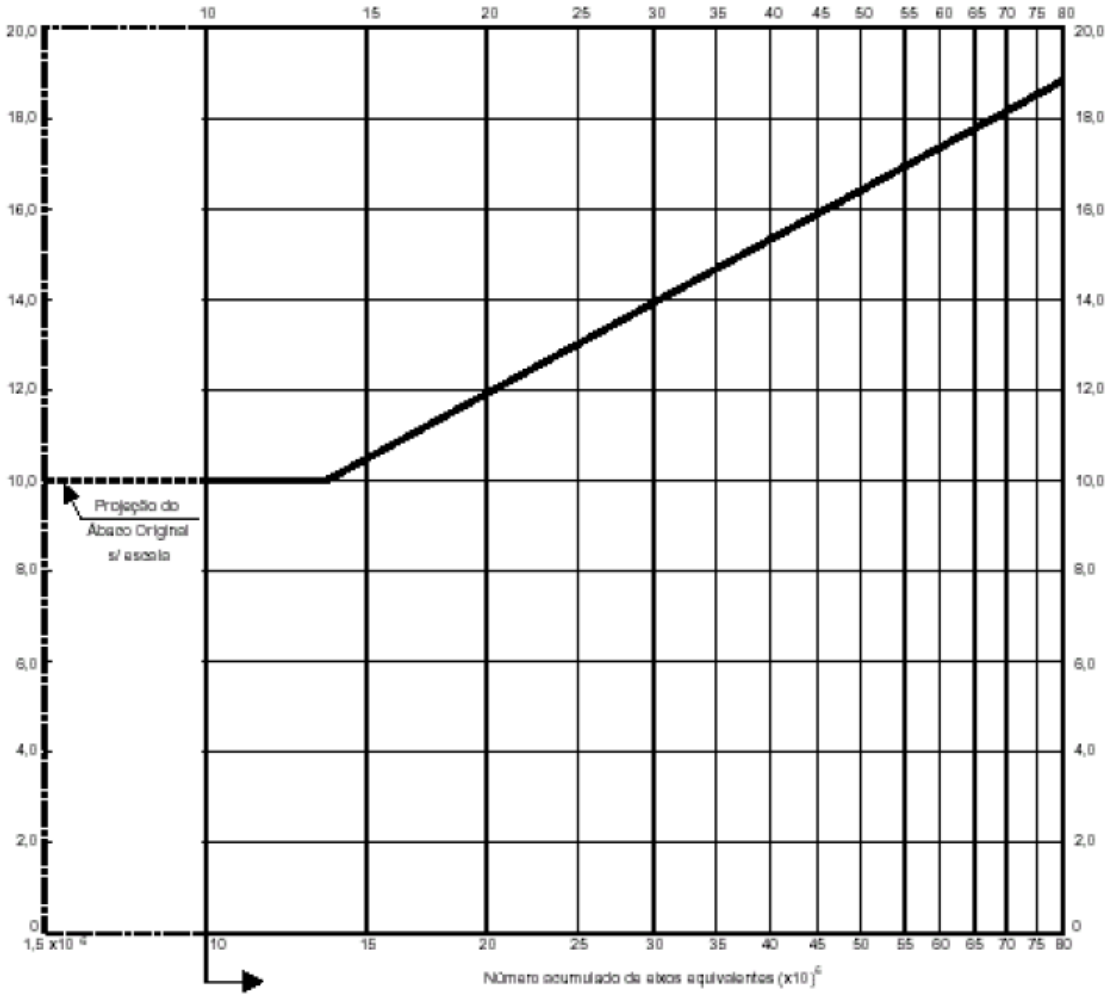


Figura 17 - Espessura da base cimentada em função do número N.
Fonte: Instrução de Projeto 06/2004 da Prefeitura Municipal de São Paulo.

Revestimento

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

Tabela 18 - Espessura e resistência dos blocos de revestimento

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

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

4.4.3.1.1 Dimensionamento

O dimensionamento do acesso ao bairro contemplado no presente projeto com blocos pré-moldados de concreto levou em consideração: (i) o número N para o horizonte de projeto de

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 106 / 143

10 anos determinado nos Estudos de Tráfego; (ii) O ISC de projeto, definido nos Estudos Geotécnicos.

- *Parâmetros Adotados*
  - Número $N_{10\ anos} = 10^5$
  - ISC de projeto = 11,00%
- *Determinação da camada de sub-base (e_{SB})*

Apesar do número N ser inferior a 5×10^5, o ISC de projeto é menor do que 20%, portanto a estrutura de pavimento requer uma camada de sub-base. Conforme a Figura 16, para as características do subleito existente e do tráfego incidente a espessura mínima necessária de sub-base para a proteção do sub-leito é igual a 15,0 cm. Porém se optou pela substituição da camada de sub-base por uma camada de base, devidos a melhoria em suas propriedades estruturais. Portando, foi adotado uma espessura de sub-base de 0,00 cm:

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

- *Determinação da camada de base (e_B)*

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

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

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

- *Determinação da camada de revestimento (e_R)*

A espessura da camada de rolamento com blocos pré-moldados (8,0 cm) foi definida em função do tráfego, através da Tabela 18. Contudo, objetivando obter uma estrutura de pavimento com maior capacidade de resistência aos agentes externos (tráfego e intempéries), a Consultora propõe a utilização de blocos com 8,0 cm de espessura:

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

4.4.4 VANTAGENS DO PAVIMENTO COM BLOCOS PRÉ-MOLDADOS DE CONCRETO

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 107 / 143

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

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

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

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

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

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

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

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

Conforto Térmico: A coloração mais clara e homogênea dos bloquetes/piso intertravado, em relação aos outros produtos mais escuros, reduz significativamente a absorção de calor pela superfície do pavimento, melhorando em muito o conforto térmico e diminuindo a formação das ilhas de calor nos grandes centros urbanos, tornando sua aplicação ecologicamente correta.

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

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

Não Impermeabiliza o Solo: Os pisos intertravados, por serem assentados sobre pó de pedra ou areia, permitem a passagem da água da chuva, não impermeabilizando o solo e

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 108 / 143

contribuindo para o controle das enchentes. Este fator o torna um produto ecologicamente correto.

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

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

4.4.5 RESULTADO FINAL

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

Pista de Rolamento:

- Revestimento em blocos de concreto retangulares tipo “Holandês” (35 MPa), paginação tipo “Espinha de Peixe”, com espessura de 8,0 cm, execução atendendo as normas de peças de concreto para pavimentação NBR 9780 e NBR 9781;
- Colchão de areia com espessura de 5,0 cm para assentamento dos blocos;
- Imprimação com a utilização de emulsão asfáltica do tipo EAI à taxa de aplicação de 1,2 l/m²;
- Base estabilizada granulometricamente em Brita Graduada Simples (BGS) com energia de compactação correspondente ao Proctor Modificado (55 golpes) e espessura de 15,0 cm, execução atendendo a especificação de serviço DNIT 141/2010-ES;
- Regularização do subleito com energia de compactação correspondente a 100% do Proctor Intermediário (26 golpes) e espessura de 20,0 cm.

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

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

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

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 109 / 143

4.4.6 APRESENTAÇÃO

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

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 110 / 143

4.5 PROJETO DE SINALIZAÇÃO

4.5.1 GENERALIDADES

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

4.5.2 DESCRIÇÃO, CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E MATERIAIS

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

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

4.5.3 SINALIZAÇÃO VERTICAL

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

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

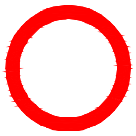
- Sinalização de Regulamentação;
- Sinalização de Advertência;
- Sinalização de Indicação.

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

4.5.3.1 FORMA E CORES

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

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 111 / 143





OBRIGAÇÃO PROIBIÇÃO

Lado - 0,250m

Fundo - Branco

Tarja - Vermelha

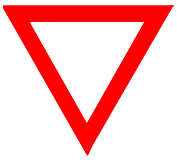
Orla - Vermelha

Símbolo - Preto

Letras - Pretas

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





R-1

Fundo - Vermelho

Letras - Brancas

Orla Interna - Branca

Orla Externa - Vermelha

R-2

Fundo - Branco

Orla - Vermelho

4.5.3.2 DIMENSÕES

SINAIS DE FORMA CIRCULAR

VIAS UBANAS DE TRÂNSITO RÁPIDO

Diâmetro - 0,750m

Tarja - 0,075m

Orla - 0,075m

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 112 / 143

VIA URBANA

Diâmetro - 0,500m

Tarja - 0,050m

Orla - 0,050m

VIA RURAL ESTRADA

Diâmetro - 0,750m

Tarja - 0,075m

Orla - 0,075m

VIA RURAL RODOVIA

Diâmetro - 1,00m

Tarja - 0,100m

Orla - 0,100m

SINAIS DE FORMA OCTOGONAL URBANA – R-1

Lado - 0,350m

Orla Interna Branca - 0,028m

Orla Externa Vermelha m - 0,014m

SINAIS DE FORMA OCTOGONAL RURAL ESTRADA – R-1

Lado - 0,350m

Orla Interna Branca - 0,028m

Orla Externa Vermelha m - 0,014m

SINAIS DE FORMA OCTOGONAL RURAL RODOVIA – R-1

Lado - 0,500m

Orla Interna Branca - 0,040m

Orla Externa Vermelha m - 0,020m

SINAL DE FORMA TRIANGULAR URBANA – R-2

Lado - 0,900m

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 113 / 143

Orla - 0,150m

SINAL DE FORMA TRIANGULAR RURAL ESTRADA – R-2

Lado - 0,900m

Orla - 0,150m

SINAL DE FORMA TRIANGULAR RURAL ESTRADA – R-2

Lado - 1,00m

Orla - 0,20m

4.5.3.3 SINALIZAÇÃO DE ADVERTÊNCIA

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

Forma Cores

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

Fundo - Amarelo



Orla Interna - Preta

Orla Externa - Amarela

Símbolo e/ou Legenda –Pretos

4.5.3.3.1 Dimensões

SINAIS DE FORMA QUADRADA

VIA URBANA

Lado - 0,450m

Orla Externa - 0,009m

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 114 / 143

Orla Interna - 0,018m

VIA RURAL ESTRADA

Lado - 0,500m

Orla Externa - 0,010m

Orla Interna - 0,020m

VIA RURAL RODOVIA

Lado - 0,600m

Orla Externa - 0,012m

Orla Interna - 0,024m

4.5.3.4 SINALIZAÇÃO DE INDICAÇÃO

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

4.5.3.5 PLACAS DE LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DE DESTINO

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

4.5.3.6 PLACAS DE ORIENTAÇÃO DE DESTINO

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

4.5.3.7 PLACAS INDICATIVAS DE SENTIDO (DIREÇÃO)

CORES

Fundo - Verde

Orlas Internas - Brancas

Orla Externa - Verde

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 115 / 143

Legenda - Branca

Símbolos - Rodovia Nacional (BR 101/262)

FORMAS E DIMENSÕES MÍNIMAS:

Largura - 1.000m

Altura - 0,400m

Altura da Letra - 0,150m

Orla Interna e Tarja - 0,020m

Orla Externa - 0,010m

4.5.4 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

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

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

4.5.4.1 CARACTERÍSTICAS

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

4.5.4.2 PADRÃO DE TRAÇADO

Seu padrão de traçado pode ser:

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

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

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

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 116 / 143

4.5.4.3 CORES

A sinalização horizontal utilizada apresenta três cores:

AMARELA: para a regulação de fluxos de sentidos opostos;

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

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

4.5.4.4 CLASSIFICAÇÃO

A sinalização horizontal é classificada em:

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

4.5.4.5 MARCAS LONGITUDINAIS

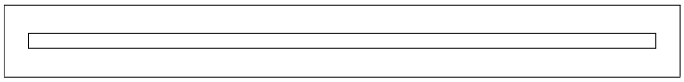
Separam e ordenam as correntes de tráfego, definindo a parte da pista destinada ao rolamento, a sua divisão em faixas, a divisão de fluxos opostos, as faixas de uso exclusivo de um tipo de veículo, as reversíveis, além de estabelecer as regras de ultrapassagem.

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

LINHAS DE DIVISÃO DE FLUXOS OPOSTOS

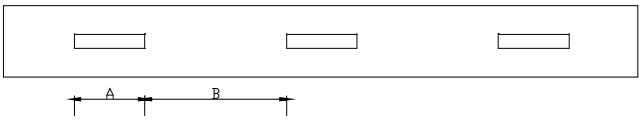
(cor amarela)

SIMPLES CONTÍNUA

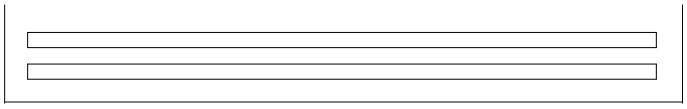


SIMPLES SECCIONADA

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 117 / 143



DUPLA CONTÍNUA



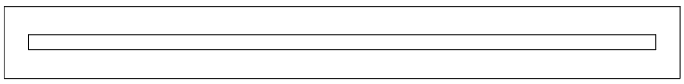
Largura das linhas: 0,120m

Distância entre as linhas: 0,120m

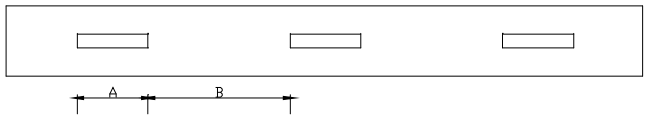
Relação entre A e B: 1:2

LINHAS DE DIVISÃO DE FLUXOS DE MESMO SENTIDO

(cor branca)



Largura da Linha: 0,120m



Relação entre A e B: 1:1

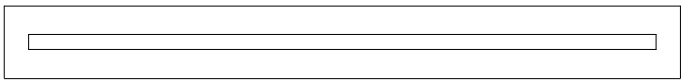
Dimensões: A = 4,000m

B = 4,000m

LINHAS DE BORDO

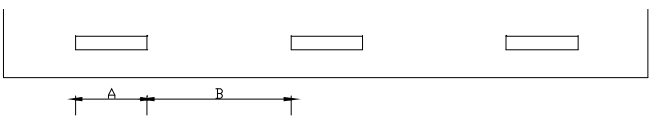
(cor branca, exceto em vias com canteiro central muito estreito quando então são amarelas separando fluxos opostos)

CONTÍNUA



Largura da Linha:0,120m

SECCIONADA



Relação entre A e B. 1:2

Dimensões: A = 4,000m

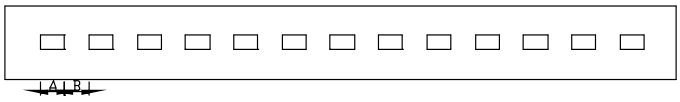
2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 118 / 143

B = 4,000m

LINHA DE CONTINUIDADE

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

TRACEJADA



Largura da Linha: 0,120m

Relação entre A e B = 1:1

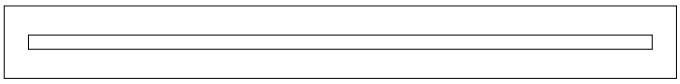
4.5.4.6 MARCAS TRANSVERSAIS

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

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

LINHAS DE RETENÇÃO

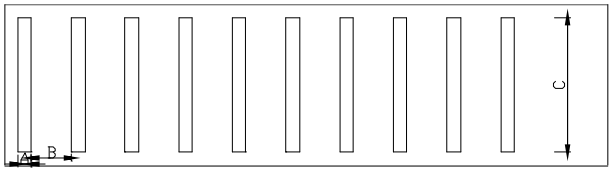
(cor branca)



Largura da Linha: 0,400m

FAIXAS DE TRAVESSIA DE PEDESTRES

(cor branca)



Largura da Linha A: 0,400m

Distância entre as linhas B: 0,400

Largura da Faixa C : 4,000m

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 119 / 143

4.5.5 APRESENTAÇÃO

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

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 120 / 143

4.6 PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

4.6.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Para o Projeto de Obras Complementares foram cadastradas tudo o que pode de alguma forma interferir com a execução da obra, contidas entre as linhas de *off-set* e/ou dentro da faixa de domínio da via.

Foram indicados:

- Calçadas a demolir;

- Caixas ralo a remolir;

- Meio-fio a demolir;

- Pav. Asfáltico a demolir;

- Viga de travamento a executar.

4.6.2 APRESENTAÇÃO

O ***Projeto de Obras Complementares***, em formato A3 e/ou A1 (ABNT), está apresentado no ***Volume 2 – Projeto de Execução***.

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 121 / 143

5 ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO

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

5.1.1 ESPECIFICAÇÕES DE TERRAPLENAGEM

5.1.1.1 EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS PRELIMINARES DE TERRAPLENAGEM (DNIT 104/2009-ES)

Conforme DNIT 104/2009-ES, a execução dos serviços preliminares de terraplenagem, de forma geral, consiste na instalação de canteiro de obras e eventual remoção de elementos como: vegetações, blocos de rocha, linhas de transmissão de energia elétrica e telefônicas, cercas, construções e demais elementos que venham interferir no desenvolvimento da execução do projeto.

Os serviços devem ser desenvolvidos conforme as indicações de projeto, especialmente no que se refere à destinação do material removido.

Deve ser feito o controle qualitativo de forma visual, avaliando se a área superficial tratada se encontra efetivamente isenta da camada vegetal e/ou de outros elementos suscetíveis de impedir ou prejudicar o pleno desenvolvimento e a qualidade dos serviços de terraplenagem

É importante ressaltar que antes do início de serviços de corte e aterro deve-se ter os serviços preliminares já executados.

5.1.1.2 ESCAVAÇÃO MECÂNICA EM MATERIAL DE 1ª CATEGORIA

Escavação mecanizada com a utilização de retroescavadeira ou escavadeira hidráulica do material constituinte do terreno natural até o greide de terraplenagem projetado.

5.1.1.3 ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS DE TERRAPLENAGEM

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

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 122 / 143

5.1.2 ESPECIFICAÇÕES DE DRENAGEM

5.1.2.1 ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALA EM MATERIAL DE 1º CATEGORIA

Escavação do material constituinte do terreno natural até a profundidade para assentamento do tubo com a utilização de retroescavadeira, devendo ser respeitadas as cotas e declividades definidas em projeto.

5.1.2.2 REATERRO MECANIZADO DE VALA

Consiste no reaterro das valas onde foram instaladas as tubulações. O reaterro será executado com material proveniente da escavação mecânica de vala. O lançamento do material é realizado com restroescavadeira, seguido de compactação com soquete.

5.1.2.3 EXECUÇÃO DE POÇO DE VISITA

Os poços de visita serão executados em concreto, fôrma e armação em aço CA-60, conforme detalhamento apresentado no Projeto de Drenagem. O concreto deverá apresentar fck=20MPa, confeccionado em betoneira e lançado manualmente.

5.1.2.4 EXECUÇÃO DE CHAMINÉ DOS POÇOS DE VISITA

Sobre a laje dos poços de visita será instalada a chaminé de alvenaria de blocos de concreto, rejuntados com argamassa de cimento e areia no traço 1:3, incluindo tampão de ferro fundido articulado DN 600 classe 400, conforme detalhamento apresentado no Projeto de Drenagem.

5.1.2.5 ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS DE DRENAGEM

As Especificações de Serviços listadas abaixo devem ser estritamente consideradas durante a execução das obras.

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

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 123 / 143

5.1.3 ESPECIFICAÇÕES DE PAVIMENTAÇÃO

5.1.3.1 REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SUBLEITO

Consiste nas atividades necessárias à obtenção de um leito “conformado” para receber a estrutura do pavimento, devendo ser executada na área a ser pavimentada. O serviço de regularização envolve a compactação dos 20cm finais da camada de corte ou aterro com energia de compactação correpondente a 100% do Proctor Intermediário. A regularização do subleito consiste basicamente das seguintes operações:

- Escarificação e Espalhamento dos Materiais;
- Homogeneização dos Materiais Secos;
- Umedecimento (ou Aeração) e Homogeneização da Umidade;
- Compactação;
- Acabamento.

5.1.3.2 BASE DE BRITA GRADUADA

Os serviços para execução de base de brita graduada deverão ser iniciados somente após a regularização do subleito. Os serviços de implantação da camada de base deverão ser executados mecanicamente, com os seguintes esquipamentos: caminhão tanque, distribuidor de agregados, rolo compactador de pneus autopropelido e rolo compactador vibratório autopropelido.

O agregado deverá estar isento de matéria vegetal e outras substâncias nocivas e sua composição deverá se enquadrar em uma das faixas granulométricas especificadas pelo DNIT. O grau de compactação mínimo para a camada de base será de 100% da energia de compactação correpondente ao Proctor Modificado.

A execução da camada de base de brita graduado consiste basicamente das seguintes operações:

- Fornecimento;
- Transporte;
- Mistura;
- Espalhamento;
- Compactação.

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 124 / 143

5.1.3.3 PAVIMENTAÇÃO EM BLOCOS DE CONCRETO

Os blocos de concreto são colocados seguindo dois critérios: um padrão de posicionamento (modo relativo como ficam posicionados em relação ao outro) e um padrão de alinhamento (posição relativa entre o eixo dos blocos e o da via). Ambos devem ser definidos antes do início do calçamento. Quando há tráfego de veículos, não podem existir juntas contínuas que fiquem paralelas à direção do tráfego, devendo ser escolhido um padrão de posicionamento dos blocos em que esta coincidência não seja possível. Por este motivo, existem padrões de posicionamento que só se prestam para vias de trânsito de pedestres.

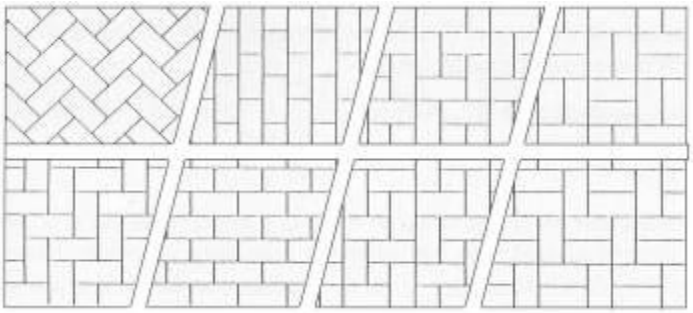


Figura 18 – Padrões posicionamento dos blocos

Existe uma diversidade de formas dos blocos, e alguns deles, como os retangulares, podem ter padrões de posicionamento muito diversos. Todos eles são utilizáveis em via de trânsito de pedestres, onde o padrão de alinhamento não tem importância.

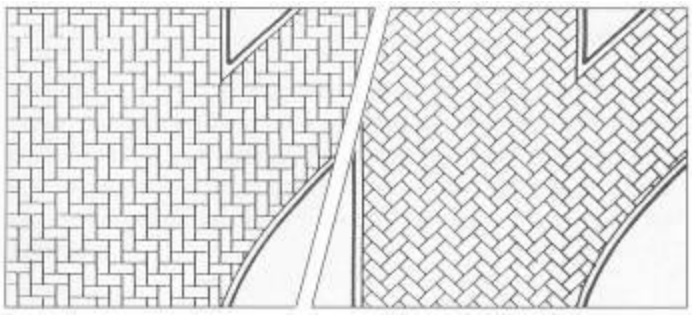


Figura 19 - Posicionamento de blocos em espinha de peixe

Pavimentos com tráfego veicular têm os blocos dispostos, de preferência, no padrão espinha de peixe e alinhados com o eixo da via num ângulo qualquer. Este padrão tem a vantagem de não requerer uma mudança de alinhamento em curvas ou esquinas.

Quando os blocos retangulares são colocados em fileiras, estas devem ser travadas da mesma maneira que os tijolos de uma parede, e devem ficar alinhadas transversalmente ao sentido do tráfego. Nas interseções com curvas ou esquinas, o padrão de posicionamento deve ser

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 125 / 143

“girado”, de modo que as fileiras fiquem transversais ao fluxo das rodas. Esta mudança se realiza mediante o corte preciso dos blocos ou adotando um cordão transversal de calçamento. Fileiras nunca devem ficar alinhadas com o eixo da via.

Início

Cada padrão de posicionamento deve obedecer a uma determinada sequência de montagem dos blocos, de modo a atingir o máximo rendimento. Esta sequência deve permitir o trabalho simultâneo de mais de um colocador, montando dois blocos ao mesmo tempo, não tendo que encaixar peças em vazios, mas apenas deslocando-as lateralmente. Para conseguir a necessária coordenação, deve-se iniciar a colocação de uma maneira bem definida, a qual varia de acordo com o padrão de posicionamento e com o alinhamento escolhido. Convém fazer inicialmente um teste de 2 a 3 m para corrigir o alinhamento e memorizar a sequência.

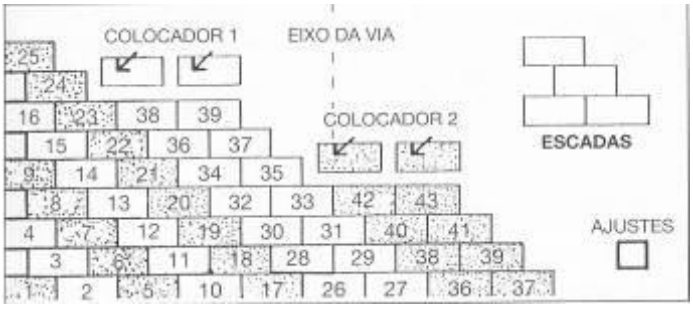


Figura 20 – Sequência de assentamento blocos

Para colocar blocos (dos tipos 1, 2 ou 3) em fileiras transversais, pode ser utilizada como guia, tanto um dos lados da via como uma linha no seu eixo. Inicialmente colocam-se uns 25 blocos até que o padrão fique definido e, a seguir, se prossegue com um ou dois colocadores (com duas linhas cada um) e, de preferência, um na frente do outro.

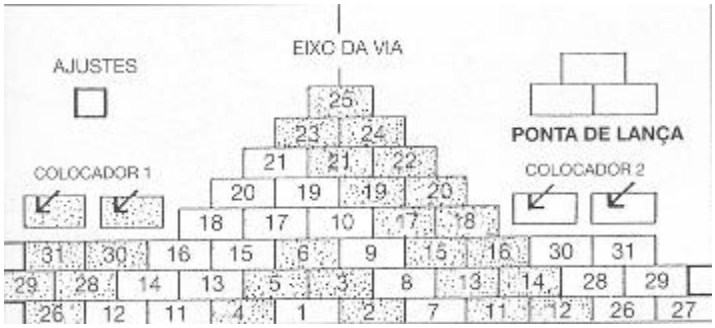


Figura 21 - Sequência de assentamento blocos

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 126 / 143

Seguindo uma linha ou o eixo da via se colocam os primeiros 10 blocos e, a seguir, os colocadores (até 4) continuam avançando simetricamente em linhas oblíquas duplas até a ponta encontrar o eixo. Os espaços vazios resultantes são preenchidos posteriormente.

Para o posicionamento em espinha de peixe, deve-se escolher para qual lado se deseja que fique a sua diagonal. Caso se queira o avanço da esquerda para a direita, colocar-se-ão primeiramente uns 18 blocos e, a seguir 1 ou 2 colocadores poderão continuar com as duas fileiras seguindo a diagonal sempre da frente para trás.



Figura 22 – Assentamento de blocos em espinha de peixe

Caso se queira que a diagonal da espinha de peixe avance da direita para a esquerda, somente um colocador poderá avançar pela diagonal colocando uma única fileira para frente e logo a seguinte para trás. Para espinhas de peixe posicionadas em outro ângulo qualquer, recomenda-se empregar este segundo esquema, embora dê um maior número de ajustes.

Alinhamento

Um alinhamento correto dos blocos depende de unidades de boa qualidade (dimensões homogêneas) e esmero dos colocadores durante a montagem. Não há muita diferença no

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 127 / 143

rendimento da colocação de blocos corretamente alinhados ou colocados de forma descuidada. No entanto, a diferença na aparência será expressiva.

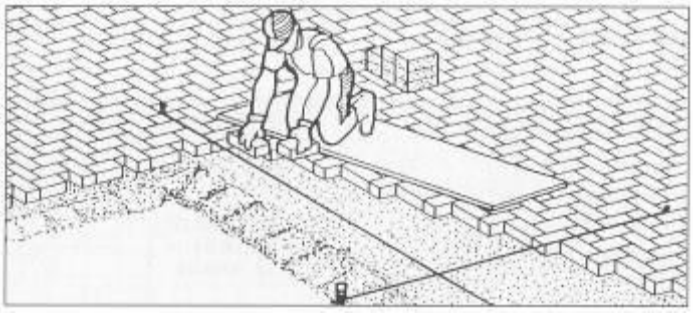


Figura 23 - Assentamento blocos seguindo alinhamento

É importante manter sob controle, ao longo da via, tanto o padrão de posicionamento como o alinhamento dos blocos. Com este objetivo deve-se utilizar linhas longitudinais e transversais fixadas e esticadas com estacas, varetas ou blocos.

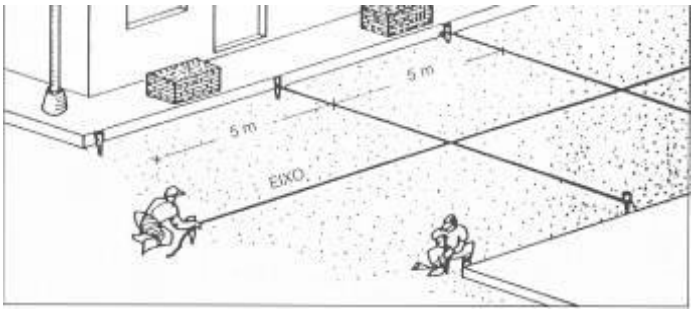


Figura 24 – Execução preliminar de locação eixo

Definida uma frente de avanço, o alinhamento da colocação dos blocos deve ser verificado, pelo menos, com uma linha longitudinal e linhas transversais a cada 5 m. Eventuais desajustes podem ser corrigidos sem a necessidade de retirar blocos, mas apenas utilizando cuidadosamente uma cunha ou talhadeira

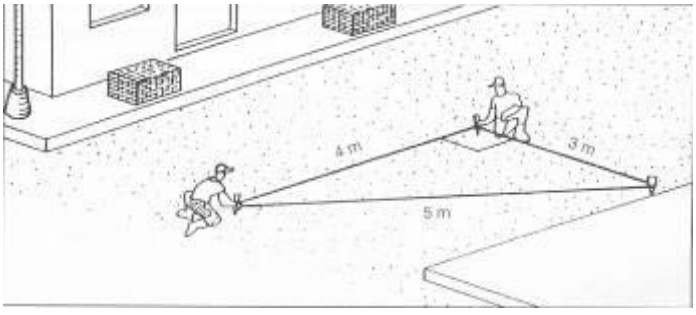


Figura 25 - Locação eixo da via

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 128 / 143

Para poder checar ângulos retos, especialmente no início do serviço, é empregada uma linha de 12 m, com as extremidades unidas e com marcas correspondentes aos 5, 4 e 3 m. Colocando as marcas de 3 e 4 m sobre estacas e esticando o conjunto, a diagonal do triângulo coincidirá exatamente com a marca dos 5 m.

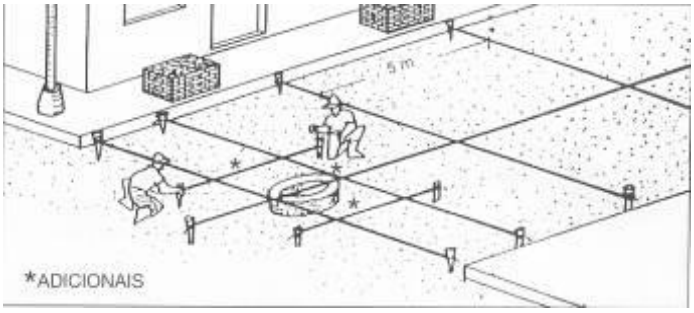


Figura 26 – Instalação marcações para verificação ângulos retos

Quando houver interrupções na via (sumidouros, caixas de inspeção ou outros confinamentos internos), a seqüência de colocação deverá ser controlada com linhas em forma de quadrícula ao seu redor, de modo a não perder o alinhamento até que esta interferência seja ultrapassada.

Colocação dos blocos de concreto

A etapa da montagem dos blocos é a atividade mais importante da construção do pavimento, pois responde, em grande medida, pela qualidade final deste. Dependem dela: nivelamento, alinhamento do padrão de colocação, regularidade superficial, largura das juntas etc., fundamentais para o acabamento e durabilidade do pavimento. Pelo fato de ser uma atividade manual, é fundamental exercer um estrito controle sobre cada uma das suas etapas.

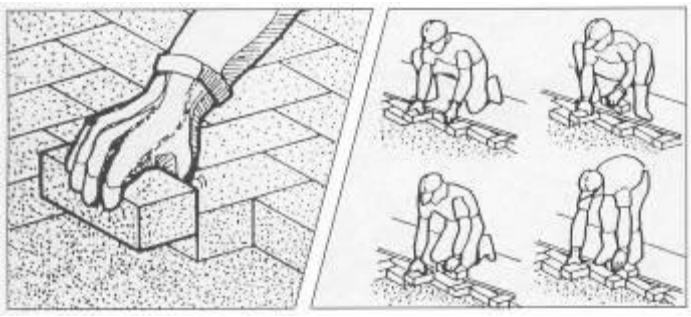


Figura 27 - Detalhe da instalação manual blocos

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 129 / 143

Como os blocos são colocados, principalmente, a mão, o colocador deverá usar, ao máximo, luvas de proteção. O seu trabalho, no nível do chão, é cansativo. Para evitar fadiga terá que mudar frequentemente de posição.

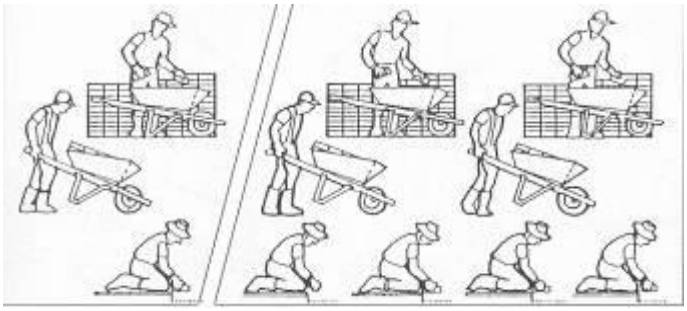


Figura 28 – Detalhe do transporte dos blocos

A equipe mínima de trabalho será de três operários: um colocador, um auxiliar para transportar e outro para carregar e distribuir. Porém, se a obra permitir, poderão ser utilizadas equipes com maior número de colocadores.

A atividade do colocador é a mais cansativa de todas. Para não sobrecarregar a sua capacidade física, é conveniente dispor de equipes nas quais cada função possa ser exercida por todos, em rodízio.



Figura 29 - Detalhe instalação blocos intertravados

Durante a colocação e antes que os blocos sejam compactados, a circulação dos operários e dos materiais sobre as áreas não terminadas deverá ser exclusivamente sobre proteções de madeira (tábuas ou chapas grossas).

Juntas

Além da uniformidade superficial dos blocos, também é importante que as juntas entre eles sejam as mais estreitas possíveis, de modo que o bom intertravamento garanta o bom funcionamento mecânico do pavimento, e de maneira que o pavimento não seja muito

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 130 / 143

permeável, não seja afetado pelo escorrimento da água nem facilite o crescimento de grama etc.

Os blocos são assentados diretamente sobre a camada de areia previamente rasada. Cada bloco é pego com a mão, encostado firmemente contra os outros já assentados e, a seguir, deslizado verticalmente para baixo até tocar na areia.

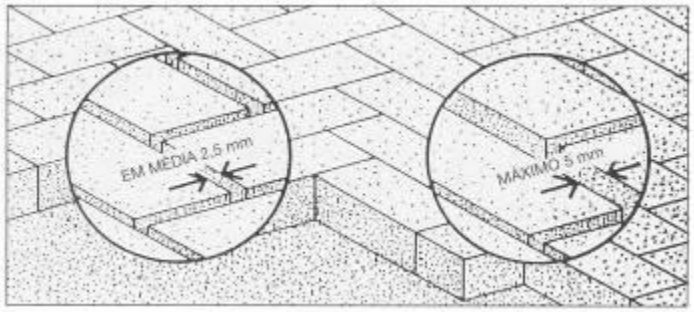


Figura 30 - Detalhe juntas entre blocos

Procedendo desta forma se consegue a junta com a mínima abertura. Esta junta tem, em decorrência das irregularidades das faces, aproximadamente, 2,5 mm de abertura. No caso da abertura da junta ficar muito grande, o bloco deve ser batido lateralmente com uma marreta de madeira ou borracha contra os blocos adjacentes, para fechá-la.

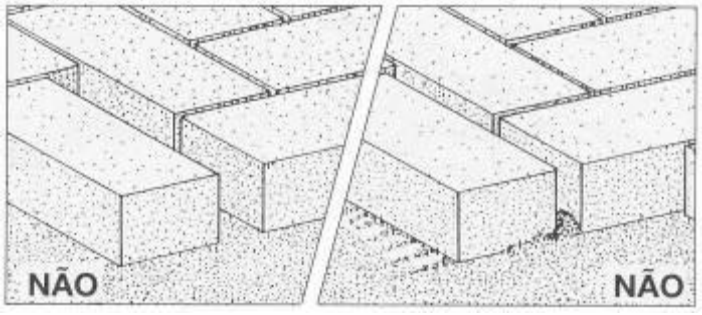


Figura 31 – Procedimento para execução junta

Procedimento inadequado é primeiro deitar o bloco sobre a areia e, logo, empurrá-lo horizontalmente contra os blocos vizinhos. A areia que se arrasta desta forma não permite um encosto perfeito.

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 131 / 143

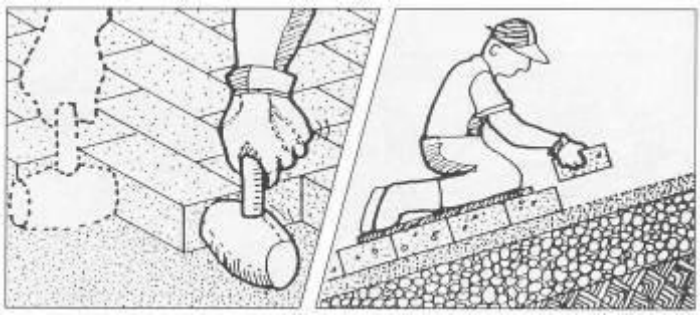


Figura 32 – Detalhe golpeamento bloco

Os blocos não devem ser golpeados verticalmente para que fiquem rentes entre si. Os golpes devem ser utilizados apenas para minimizar as juntas ou para corrigir o alinhamento. Em pistas inclinadas é aconselhável executar a colocação de baixo para cima.

Ajustes

Uma vez terminada a montagem de todos os blocos inteiros que caibam num trecho, deve-se colocar os de ajuste (frações de unidade) nos vazios juntos a confinamentos, estruturas de drenagem etc. Estes ajustes são feitos com frações dos mesmos blocos inteiros colocados e com o mesmo alinhamento ou padrão de posicionamento do resto do pavimento. Existem três procedimentos para preparar os pedaços de blocos para ajustes, cada um dando faces de corte de qualidade diferente. Quanto melhor o plano de corte, mais cara é a sua obtenção e melhor será a sua aparência e o seu comportamento.

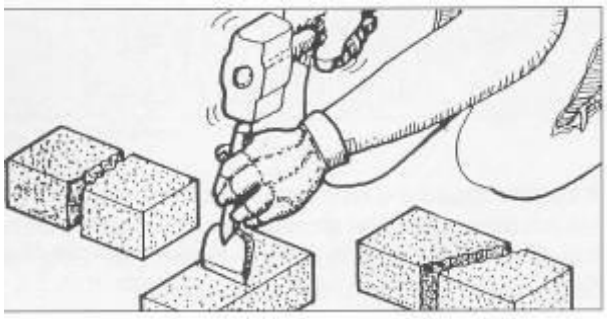


Figura 33 - Corte manual dos blocos

A forma mais simples de cortar o bloco é com talhadeira e marreta, apoiando a peça sobre um calço duro e dando um golpe seco. O fio da talhadeira deverá ter uma largura de 8 a 12 cm.

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 132 / 143

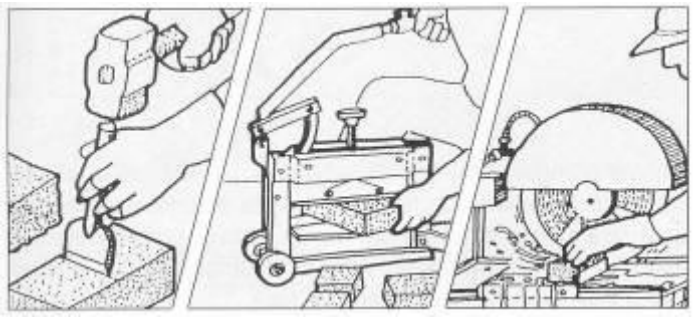


Figura 34 - Corte mecânico dos blocos

Uma outra maneira de produzir o corte da peça de ajuste é com o cisalhamento, entre duas lâminas, por golpe ou com auxílio de uma prensa (hidráulica ou parafuso). Por último, o corte de melhor qualidade é executado com serra circular munida de disco abrasivo e, estando o bloco preso numa morsa.

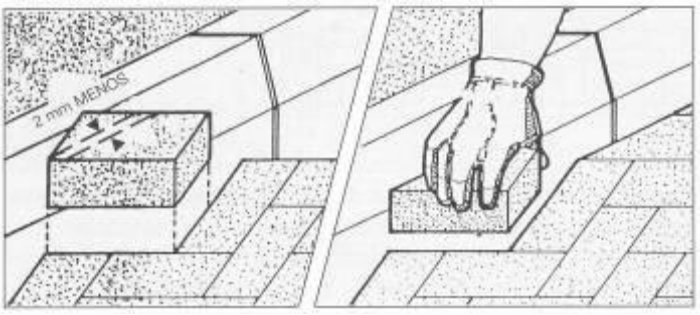


Figura 35 - Detalhe peça de ajuste

A peça de ajuste deve ser cortada 2 mm mais curta que o espaço a ser preenchido. O corte manual de ajustes muito pequenos é difícil. Para preencher os vazios de dimensões inferiores a ¼ do bloco, é melhor usar uma argamassa muito seca (1 parte de cimento por 4 partes de areia) sacada com força no vazio.

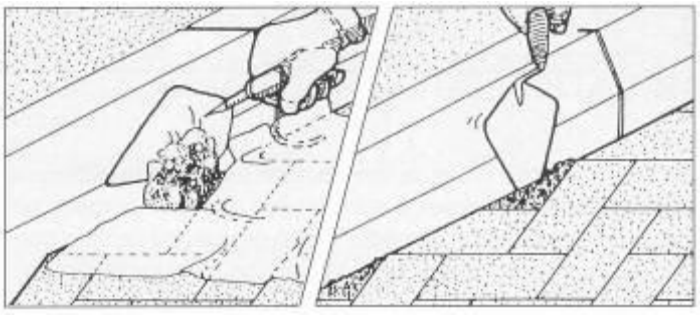


Figura 36 – Detalhe preenchimento com argamassa

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 133 / 143

No preenchimento com esta argamassa deve-se tomar cuidado de cobrir os blocos vizinhos com plástico ou papel grosso para evitar o seu manchamento. Após o endurecimento da argamassa esta proteção é retirada. A argamassa é compactada com soquete e rasada com colher de pedreiro.

Compactação inicial

A compactação inicial tem como funções: rasar os blocos pela face externa, dar início ao adensamento da camada de areia sob os blocos e induzir esta a penetrar, de baixo para cima,nas juntas entre as faces laterais de modo de produzir o seu intertravamento.

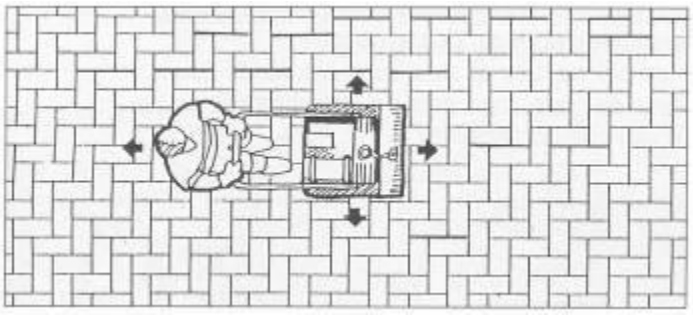


Figura 37 - Detalhe compactação blocos

Tanto a compactação inicial, como a compactação final realizada logo após o rejuntamento, devem ser realizadas com uma placa de vibrocompressão de tamanho comum. Evitar equipamentos muito potentes em pavimentos com blocos de 6 cm de espessura, pois podem provocar a sua quebra.

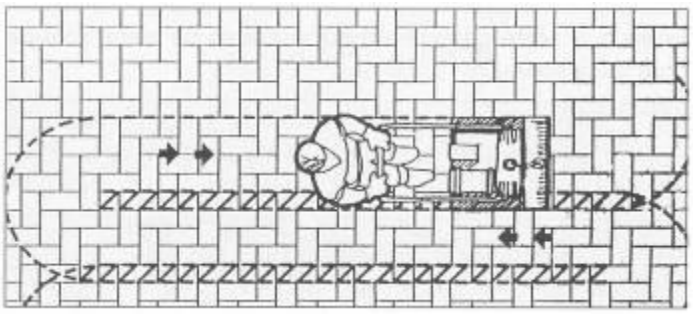


Figura 38 – Detalhe sentido de compactação blocos

Na compactação inicial se deve passar a vibrocompactadora, pelo menos, duas vezes, e em direções opostas: primeiro um circuito completo num sentido, e logo depois, no sentido contrário. Deve haver uma sobreposição dos percursos para evitar a formação de degraus.

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 134 / 143

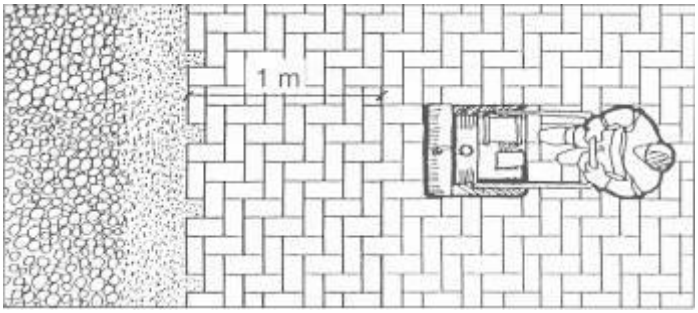


Figura 39 - Limite de compactação

A compactação e o rejuntamento com areia devem avançar até um metro antes de alcançar a extremidade livre não confinada em que prossegue a pavimentação. Esta faixa será compactada junto com o trecho seguinte.

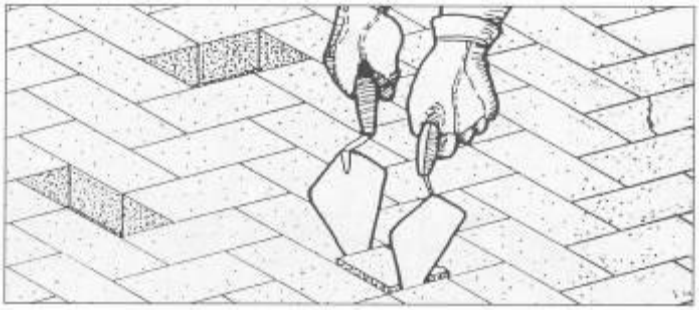


Figura 40 – Detalhe retirada de blocos danificados

Após a compactação inicial, retirar com auxílio de duas colheres de pedreiro ou chaves de fenda aqueles blocos que quebraram e substituí-los por novos. Esta operação deve ser executada antes do rejunte e da compactação final, porque nesta fase, essa atividade ainda é fácil.

Selagem das juntas

No Rejuntamento com areia é necessário para reduzir a percolação de água e garantir o funcionamento mecânico do pavimento. Isto obriga a utilizar material e mão-de-obra de boa qualidade na execução deste selo e da compactação final. Com rejunte mal feito os blocos ficam soltos e o pavimento perde travamento, deteriorando rapidamente. Isto é valido tanto para pavimentos novos como para já existentes.

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 135 / 143



Figura 41 - Detalhe material para preenchimento de juntas

No rejunte deve ser utilizada areia fina com grãos menores do que 2,5 mm, do tipo utilizado para preparar rebocos de paredes. No instante da colocação, a areia deve estar bem seca e não conter cimento ou cal. Nunca utilizar argamassa, o que tornaria o rejunte muito quebradiço.

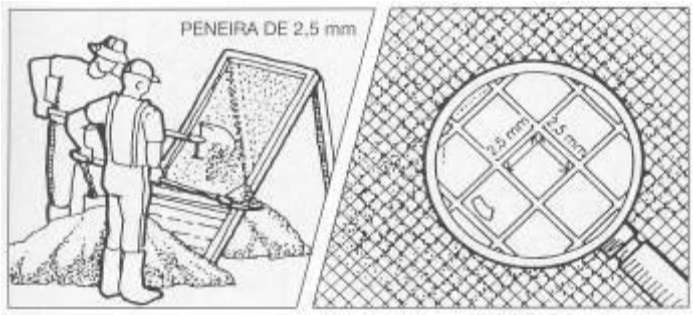


Figura 42 – Detalhe peneiramento areia para rejuntamento blocos

A areia deve ser passada por uma peneira de malha quadrada para retirar os grãos maiores do que 2,5 mm, os contaminantes e corpos estranhos e soltá-la, para que seque mais facilmente.

Quando muito molhado, a areia pode ser seca estendendo-a numa camada fina exposta ao solou coberta. Deve-se evitar a sua contaminação com o solo e ser freqüentemente remexida. De um modo geral, não são necessários mais de 3,5 litros de areia por m², ou seja, 1 m³ serve para selar 285 m² de pavimento.

A areia é posta sobre os blocos de concreto numa fina camada (insuficiente para cobri-los totalmente) e espalhada com uma vassoura até preencher completamente as juntas. A varrição pode ser alternada (desde que se disponha do pessoal suficiente) com a compactação final.

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 136 / 143

Compactação final e limpeza

A compactação final se destina a dar a firmeza definitiva ao pavimento e, portanto, não se deve economizar esforços na sua execução. Porém, mesmo que tenha sido muito bem executada, o tráfego posterior continuará compactando a areia das juntas e acomodando os blocos.

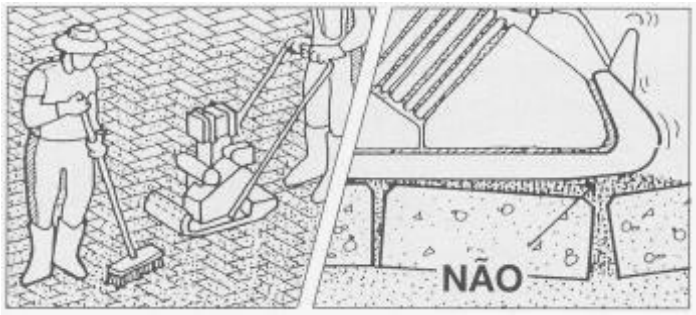


Figura 43 - Detalhe compactação final

A compactação final se executa com o mesmo equipamento e da mesma forma que a inicial. Apenas que a varrição pode ser alternada ou simultânea com a compactação. Deve evitar-se que a areia grude na superfície dos blocos e nem forme protuberâncias que afundem excessivamente os blocos quando a vibrocompactadora passar sobre eles.

Deverão ser feitos, pelo menos, quatro passadas, em diversas direções, com a placa vibrocompressora e sobreposicionando parcialmente os percursos sucessivos. Encerrada esta operação o pavimento pode ser aberto ao tráfego.

O excesso da areia para rejunte deve ser deixado sobre o pavimento umas duas semanas, de modo que o próprio tráfego contribua para completar o selado das juntas. Evidentemente que isto só é recomendável na ausência de chuvas, quando a frenagem não for dificultada ou a poeira não incomodar.

Caso isto não seja possível, deverá ser realizada a varrição final e aberta ao tráfego. Uma ou duas semanas depois o empreiteiro deverá voltar para refazer a selagem e nova varrição. Não será permitido jogar água sobre o pavimento antes de um mês.

Uso e manutenção

Cada pavimento tem seus cuidados característicos, diferentes entre si, tanto na utilização como na manutenção. Por este motivo é importante que as autoridades que dispõem de pavimentos de blocos de concreto saibam como cuidar deles corretamente, identificar os problemas e danos, de modo que os técnicos possam ordenar, em tempo hábil, os reparos requeridos.

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 137 / 143

Desta maneira os pavimentos serão permanentemente cômodos para os usuários e mais econômicos para a comunidade.

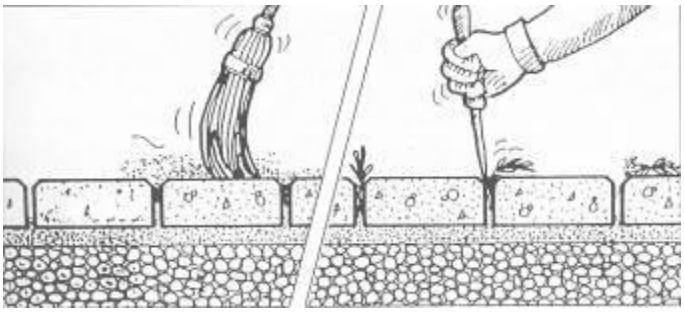


Figura 44 – Detalhe manutenção blocos intertravaods

Para que uma junta intertravada funcione bem, é necessário que ela permaneça permanentemente cheia. Caso fique vazia em mais de 1 cm deve ser averiguada a causa deste fato, corrigir a anomalia e novamente preenchê-la e completar o procedimento descrito anteriormente. A grama nas juntas não atrapalha e pode ser eliminada com ferramenta adequada.

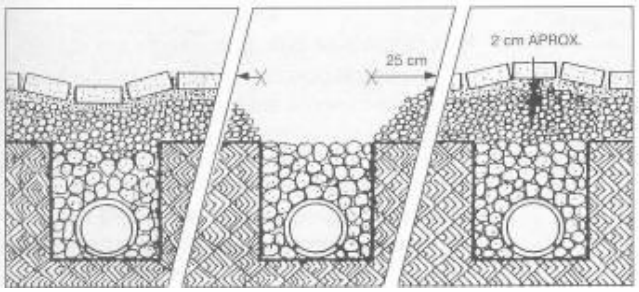


Figura 45 - Detalhe de manutenção em rede sob pavimento de bloco

Em pavimentos que afundam devido a danos nas redes de tubulações ou falta local de compactação, os blocos devem ser retirados, a anomalia consertada e a área afetada repavimentada. Neste caso, o nível da base compactada deve ficar uns 2 cm mais alta para que com a consolidação posterior, o pavimento fique rente ao resto da superfície.

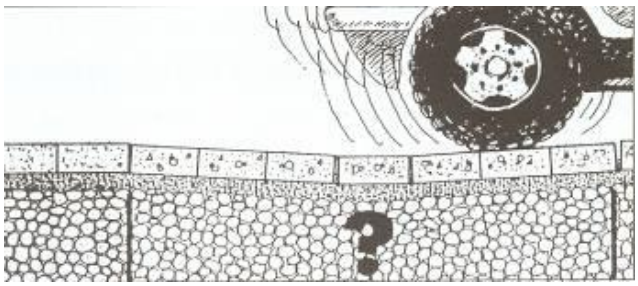


Figura 46 – Detalhe de ondulações no pavimento

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 138 / 143

Pavimentos que ao longo do tempo apresentam ondulações revelam que foram construídos sobre bases de qualidade portante insuficiente, sobre subleitos instáveis ou que estão submetidos a tráfegos superiores aos previstos. A causa da disfunção deve ser pesquisada e a anomalia eliminada antes de repavimentar.

O pavimento de blocos pré-moldados de concreto deve ser limpo apenas com varrição, sendo permitido apenas esporadicamente o esguicho com água. Os vizinhos do pavimento devem ficar informados que a areia das juntas não constitui sujeira e é necessária para o seu correto funcionamento.

5.1.3.4 ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO

- ES 141/2010 - Base de solo estabilizado granulometricamente;
- ES 137/2010 - Regularização do Subleito.
- ABCP – ET27 – Pavimentação com peças pré-moldadas de concreto
- NBR 15953/2011 – Pavimento intertravado com blocos de concreto

5.1.4 ESPECIFICAÇÕES DE SINALIZAÇÃO

5.1.4.1 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

A sinalização rodoviária horizontal refere-se às marcas, símbolos, legendas e tachas aplicados na superfície da pista de uma rodovia, seguindo um projeto específico. Essa sinalização tem como objetivo proporcionar condições seguras e confortáveis para os usuários da rodovia.

A fase de execução da sinalização horizontal engloba as etapas de limpeza do pavimento, pré-marcação e pintura. A limpeza deverá ser executada de modo a eliminar qualquer tipo de material que possa prejudicar a aderência do produto aplicado no pavimento. A pré-marcação deverá seguir as cotas do projeto e o alinhamento dos pontos locados. A locação deverá ser feita com base no projeto da sinalização. Para execução da sinalização definitiva em pavimentos novos a aplicação deverá ser feita após um período de cura. A pintura consiste na aplicação do material por equipamentos adequados e em conformidade com o alinhamento fornecido pela pré-marcação e pelo projeto de sinalização.

5.1.4.2 SINALIZAÇÃO VERTICAL

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 139 / 143

A sinalização rodoviária vertical é constituída por placas e painéis montados sobre suportes, na posição vertical, implantados ao lado ou sobre a rodovia, por meio dos quais são fornecidas mensagens de caráter permanente e, eventualmente temporário, através de legendas e símbolos legalmente instituídos, com propósito de regulamentar, advertir e indicar o uso das vias para condutores de veículos e pedestres da forma mais segura e eficiente.

Considerando o disposto no Código de Trânsito Brasileiro, que exige sinais com perfeita visibilidade e legibilidade durante o dia e à noite, todos os sinais devem ser confeccionados com material refletivo.

Inicialmente deverá ser feito o levantamento da área para verificação das condições do local de implantação das placas. Posteriormente deverá ser realizada uma limpeza no local de forma a garantir a visibilidade do sinal a ser implantado. Após a limpeza deverá ser realizada a marcação da localização dos dispositivos e a distribuição das placas nos pontos, de acordo com o projeto de sinalização (SIN-01).

Qualquer interferência do projeto de sinalização com a rede de distribuição de concessionária deve ser imediatamente comunicada à Fiscalização.

5.1.4.3 ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS DE SINALIZAÇÃO

- ES 100/2009 - Sinalização horizontal;
- ES 101/2009 - Sinalização vertical.

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 140 / 143

6 ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

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

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 141 / 143

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-ES

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do ES

ART de Obra ou Serviço

0820250244012

ART de Equipe

1. Responsável Técnico

THIAGO GOMES BONOMO

Título profissional: **ENGENHEIRO CIVIL,ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO - CIVIL**

RNP: 0807119334
Registro: ES-018427/D
Registro: 9950

Empresa contratada: AVANTEC ENGENHARIA LTDA

2. Dados do Contrato

Contratante: **MUNICIPIO DE FUNDAO** CPF/CNPJ: **27165182000107**
Rua: RUA SAO JOSE Nº: 135
Complemento: CEP: 29185000
Cidade: FUNDÃO UF: ES Bairro: CENTRO
Telefone: 2732671724
Contrato: 140/2025 Nº do Aditivo: 0
Valor do Contrato/Honorários: R$1,00 Tipo de contratante: PESSOA JURÍDICA

3. Dados da Obra/Serviço

Rua: RUA RIO GRANDE DO NORTE Nº: SN
Complemento: Bairro: PRAIA GRANDE Quadra Lote
Cidade: FUNDÃO UF: ES CEP: 29185000
Data de início: 09/10/2025 Prev. Término: 09/10/2026 Coord. Geogr.: ,
Proprietário: MUNICIPIO DE FUNDAO CPF/CNPJ:27165182000107

4. Atividade Técnica

Qtde de Pavimento(s): 0 **Nº Pavimento(s):** 0 **Dimensão/Quantidade:** 0,32 **Unidade de medida:** KM

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

PARTICIPAÇÃO:

NATUREZA: 103 - AUTORIA

NÍVEL: 104 - EXECUÇÃO

NATUREZA DO(S) SERVIÇO(S): 9111 - SERVIÇOS AFINS E CORRELATOS (ESPECIFICAR NO CAMPO 22)

TIPO DA OBRA/SERVIÇO: 223 - TERRAPLENAGEM,225 - ACESSIBILIDADE,307 - DRENAGEM PLUVIAL / OBRA DE ARTE CORRENTE,309 - PAVIMENTAÇÃO,505 - URBANIZAÇÃO

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

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

5. Observações

ELABORAÇAO DE PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO E DRENAGEM DA RUA RIO GRANDE DO NORTE, EM PRAIA GRANDE, CONFORME CONTRATO N. 140/2025, FIRMADC COM O MUNICIPIO.

6. Declarações

Profissional

Contratante

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

7. Entidade de classe

NENHUMA ENTIDADE

8.Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

_____,_____de_____de_____
Local Data

THIAGO GOMES BONOMO - CPF: 05772065750

MUNICIPIO DE FUNDAO - CPF/CNPJ: 27165182000107

9. Informações

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

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

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

Valor ART: R$ 103,03 Registrada em: 21/11/2025 Data de pagamento: 21/11/2025 Valor Pago: R$ 103,03 Nosso Número: 36328400000161174

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 142 / 143

INFORMAÇÕES DO DOCUMENTO
Documento capturado em 08/01/2026 12:58:29 (HORÁRIO DE BRASÍLIA - UTC-3)
por WENDRIO FRITZ COCO (GERENTE DE CONTRATOS E MEDIÇÕES - DEAEP - SEMOB - PMFUNDAO)
Valor Legal: CÓPIA SIMPLES | Natureza: DOCUMENTO NATO-DIGITAL

A disponibilidade do documento pode ser conferida pelo link: https://e-docs.es.gov.br/d/2026-S044B1

2026-S044B1 - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 08/01/2026 12:58 PÁGINA 143 / 143