



*ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS  
DA REGIÃO DA GRANDE FLORIANÓPOLIS  
" GRANFPOLIS "*

**META 1 - PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA, DRENAGEM,  
PASSEIOS E SINALIZAÇÃO DAS RUAS DO  
AGRICUTOR, LATERAL DO HOSPITAL E CLEMENTE  
LEHMKUHL**

**SÃO BONIFÁCIO/SC**

**RELATÓRIO DE PROJETO  
VOLUME 02**

**OUTUBRO/2021**



## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO DOS PROJETOS.....	2
RELATÓRIO DO PROJETO .....	2
1. Apresentação do Documento .....	2
2. Normas de Referência.....	2
3. Estudo Geológico-Geotécnico.....	3
4. Estudo Topográfico .....	3
5. Estudo de Tráfego .....	4
6. Estudo Ambiental .....	6
7. Estudo Hidrológico .....	7
8. Projeto Geométrico.....	8
9. Projeto De Terraplenagem .....	13
10. Projeto De Drenagem.....	14
10.1. Dimensionamento Hidráulico.....	14
10.2. Galerias circulares .....	14
10.3. Capacidade das Sarjetas .....	15
11. Projeto De Pavimentação.....	16
11.1. Pavimentação Em Concreto Asfáltico .....	16
12. PROJETO DE PASSEIO.....	20
13. Projeto De Sinalização .....	21
13.1. Sinalização Vertical .....	21
13.2. Sinalização Horizontal .....	21
13.3. Linhas (marcas) longitudinais.....	21
14. Orçamento .....	22
15. Prazos E Cronograma .....	22
16. Finalização Do Documento .....	22



## **APRESENTAÇÃO DOS PROJETOS**

A Associação dos Municípios da Região da Grande Florianópolis, através da Assessoria de Engenharia e Arquitetura apresenta o Projeto de Engenharia Rodoviária Da Ruas Do Agricultor, Lateral Do Hospital E Clemente Lehmkuhl.

O presente volume é dedicado à apresentação especificidades da execução do projeto, descrevendo todos os serviços a serem executados.

Estes projetos são apresentados em 4 volumes, sendo que o Volume de n.º 01 é denominado Memorial Descritivo, onde são detalhados os serviços a serem executados no projeto, a partir da Planilha Orçamentária. O Volume de n.º 02 é denominado de Relatório do Projeto e contém os parâmetros que guiaram a elaboração do projeto, tais como, Estudo Geotécnico, Relatório de Materiais, Dimensionamento do Pavimento, descrevendo a metodologia e os resultados obtidos na elaboração dos projetos e peças orçamentárias. O volume de n.º 03 contém a Documentação Orçamentária, conteúdo planilha de orçamento, memória de quantidades, composição de BDI, composições de custos próprias e cronograma. Por fim, o Volume de n.º 04 possui os Projetos de Engenharia.

## **RELATÓRIO DO PROJETO**

### **1. Apresentação do Documento**

O presente relatório de projeto destina-se a detalhar e justificar todos os parâmetros utilizados para a elaboração do Projeto Básico de Pavimentação asfáltica, passeios, drenagem pluvial e sinalização viária Das Ruas Do Agricultor, Lateral Do Hospita E Clemente Lehmkuhl no município de São Bonifácio/SC.

### **2. Normas de Referência**

- NBR 13133 (1994) – Execução de Levantamento Topográfico.
- NBR 15645 – Execução de obras de esgoto sanitário e drenagem de águas pluviais utilizando aduelas de concreto.
- NBR 16537 (2016) – Sinalização tátil no piso – Diretrizes para elaboração de projetos e instalação.
- NBR 9050 (2015) – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.
- NBR 7211 (2009) – Agregados para concreto – Especificação.
- NBR 12142 (2010) – Concreto – Determinação da resistência à tração de corpos de prova prismáticos.
- NBR 9895 (2016) – Solo – Índice de Suporte Califórnia – Método de Ensaio.
- NBR 12752 (1992) – Execução de reforço do subleito de uma via.
- NBR 12948 (1993) – Materiais para concreto betuminoso usinado a quente.
- NBR 12949 (1993) – Concreto betuminoso usinado a quente.



- NORMA DNIT 104/105/106/107/108 (2009) -ES – Terraplenagem.
- NORMA DNIT 145 (2012) –ES- Pintura de ligação com ligante asfáltico.
- NORMA DNIT 144 (2014) –ES- Imprimação com ligante asfáltico.
- NORMA DNIT 138 (2010) –ES- Reforço de Subleito
- NORMA DNIT 137 (2010) – ES – Regularização do Subleito
- NBR 14363 2013 – Sinalização horizontal viária – tachas refletivas viárias

### **3. Estudo Geológico-Geotécnico**

Abrange informações geológicas, geotécnicas e ambientais de caráter geral e local, baseados nas instruções do DNIT.

- Localização da intervenção: Local do mapa onde será a obra.
- Metodologia: Informações e dados geológicos, geotécnicos, geométricos, planialtimétricos e ambientais utilizados e obtidos sobre o local de intervenção, foram feitos através de bibliografia existente, mapas, informações locais e ensaios apropriados.
- Geologia Regional: Estudos geológicos apontam as características dos tipos litológicos que incluem o traçado e sua proximidade, as condições climáticas, a cobertura vegetal, as condições geotécnicas do trecho e os tipos de materiais que podem ser utilizados.

Características das cidades em relação aos aspectos geológico-geotécnicos:

**REGIÃO 2 – Tijucas, Canelinha, Major Gercino, São João Batista, Nova Trento, Angelina, Rancho Queimado, Anitápolis, Águas Mornas, São Pedro de Alcântara, São Amaro da Imperatriz e São Bonifácio**

Relevo: faixa de altimetria de 400 a 800m;

Serra Geral, Serras Cristalinas (Serra do Tabuleiro).

Domínio Geológico: Embasamento Cristalino (Período Pré-Cambriano – rochas arqueozoicas e proterozóicas), destacam-se gnaisses, xistos e granitos.

O Estudo Geotécnico elaborado consistiu da programação e execução de furos de sondagem, como também da realização dos ensaios de laboratório necessários ao desenvolvimento dos projetos correlatos e encontra-se em anexo. Para dimensionamento foi usada a média aritmética dos resultados dos ensaios.

### **4. Estudo Topográfico**

Com base na situação atual da via, o projeto do traçado procurou evitar a interferência com as edificações existentes ao longo do trecho, assim como no projeto do greide, procurou-se aproveitar o alinhamento do leito existente, evitando cortes e aterros desnecessários.

O estudo foi desenvolvido a partir da ABNT NBR 13133/94, seguindo os elementos:

- Cadastro de propriedades e benfeitorias, cadastro de cursos d'água, valas, cercas, muros, postes, meio-fio, via existente, pontes e outras interferências;
- Levantamento de bueiros e dispositivos de drenagem existentes;



- Cadastro de intersecções e acessos;
- Determinação de cota máxima de enchente dos rios;
- Elementos de curvas;
- Eixo do projeto estaqueado;
- Determinação do eixo e greide de terraplenagem;
- Seções transversais e perfil longitudinal.

Os levantamentos planialtimétrico e cadastral foram realizados com Estação Total, tomando como referencial de amarração marcos implantados. Através de um sistema de codificação foram levantados todos os pontos de altimetria do terreno e cadastro, sendo confeccionado conjuntamente no campo, um croqui que serviu de orientação ao desenhista para interpretação e desenho desses elementos. Os dados coletados em campo foram digitalizados e processados com auxílio do software *topoGRAPH SE* e/ou *AutoCAD Civil 3D*, obtendo-se o produto final (levantamento topográfico planialtimétrico cadastral da via), servindo de base para o desenvolvimento do Projeto Geométrico.

## 5. Estudo de Tráfego

Os estudos foram feitos de acordo com as instruções do DNER – USACE e têm o objetivo de auxiliar no dimensionamento do pavimento de acordo com as necessidades locais.

- Obtenção do número **N** para dimensionamento de revestimento:

$V_i$  = volume diário de tráfego;

$V_m$  = volume médio diário de tráfego;

$V_t$  = volume total diário de tráfego;

TABELA –  $V_i$

MOVIMENTO	CARRO	ONIBUS	CAMINHÃO LEVE	CAMINHÃO MEDIO	CAMINHÃO PESADO	SEMI- REBOQUE	REBOQUE

$$V_m = \frac{V_i \left[ 2 + \frac{(P-1)t}{100} \right]}{2}$$

$$V_t = 365 V_i \frac{\left[ \left( 1 + \frac{t}{100} \right)^P - 1 \right]}{\frac{t}{100}}$$

Onde,

$t$  = taxa de crescimento anual

$P$  = período de anos

$$FV = FE \times FC \times FR$$

Onde,

$FE$  = Fator de Eixo



*FC = Fator de Carga*

*FR = Fator Climático Regional*

$$N = Vt \times FV$$

Onde,

*N = número de equivalente de operações do eixo*

<b>N</b>	<b>Espessura mínima do revestimento</b>
$N \leq 10^6$	Tratamento superficial
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimento Betuminoso 5,0cm de espessura
$5 \times 10^6 \leq N < 10^7$	Concreto Betuminoso 7,5cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto Betuminoso 10,0cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto Betuminoso 12,5cm de espessura

$$FE = \frac{n}{Vt}$$

$$FC = \frac{\text{Equivalencia}}{100}$$

$$FR = 1,0$$

Não foi possível realizar a contagem de tráfego com isso foi utilizado da IP 002/2004 da PMSP, considerando a via como local de tráfego médio, com N característico de  $5 \times 10^5$  e Vida de Projeto VP igual a 10 anos.



**Classificação das vias e parâmetros de tráfego**

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

N = valor obtido com uma taxa de crescimento de 5% ao ano durante o período do projeto

Tabela retirada da Instrução de Projeto 02/2004 da Prefeitura de São Paulo.

## 6. Estudo Ambiental

Após o levantamento topográfico e o estabelecimento do corredor de trabalho, foram feitas observações em campo para detalhar os impactos ambientais, possibilitando assim medidas mitigadoras. A metodologia utilizada no desenvolvimento dos estudos considerou o levantamento topográfico e imagens de satélite, definindo-se a área de estudo e as restrições identificadas.

As características socioambientais da área afetada e as condições ambientais do trecho serviram de base para definir os objetivos gerais para o projeto, estabelecidos como:

- Evitar ao máximo a interferência em áreas de preservação permanente (APP) e vegetações protegidas por lei;
- Respeitar o traçado existente da rodovia ou evitar ao máximo o desvio de trajeto da via existente;
- Minimizar conflitos com a ocupação antrópica limreira, priorizando a segurança da população local e dos usuários da via;
- A manutenção das características originais da paisagem do entorno e,
- A proteção de rede hidrográfica da área do projeto.



## 7. Estudo Hidrológico

No caso das Obras de Arte Correntes, as bacias foram identificadas em imagens de satélite, calculando-se as suas áreas, comprimentos dos talwegues principais e declividades. O tempo de concentração não é constante para uma dada área, mas varia com o estado de recobrimento vegetal e a altura e distribuição da chuva sobre a bacia. O cálculo do Tempo de Concentração para cada bacia foi feito mediante a aplicação do método cinemático de cálculo onde:

$$t_c = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{V_i}$$

Onde:

$t_c$  - tempo de concentração da bacia, em segundos;

$L_i$  - comprimento do trecho, em m;

$V_i$  - velocidade média no trecho, em m/s.

A Intensidade da Precipitação foi calculada com a equação da chuva proposta por Júlio Simões e Doalcey Ramos, para cada tempo de concentração e período de retorno especificados nas planilhas de dimensionamento.

$$i = \frac{1,9206 T^{0,0466}}{(t-4)^{0,1043}}$$

Para as galerias pluviais e bocas de lobo, com bacias de pequenas dimensões, foi admitido um Tempo de Concentração inferior a 5 minutos e um Período de Recorrência de 5 anos.

O cálculo das vazões de projeto foi feito com base no método racional, uma vez que as bacias envolvidas são de pequenas dimensões, onde a vazão é dada pela equação:

$$Q = 0,28 . C . i . A$$

$Q$  – m<sup>3</sup>/s;

$C$  é o coeficiente de deflúvio ou de Runoff;

$I$  – mm/h;

$A$  – Km<sup>2</sup>





## 8. Projeto Geométrico

O projeto geométrico foi elaborado de acordo com as instruções normativas do DNIT e DEINFRA, seguindo em linhas gerais, as Diretrizes para a Concepção de Estradas (DCE-DEINFRA). As estradas e as interseções para o trânsito público são divididas em 5 grupos de categoria, conforme a tabela a seguir:

LOCALIZAÇÃO	URBANIZAÇÃO DAS MARGENS	FUNÇÃO DETERMINANTE	GRUPO DE CATEGORIA	DIRETRIZES QUE DEVEM UTILIZAR-SE
1	2	3	4	5
Fora de áreas urbanizadas	Sem	Interligação	A	DCE-R DCE-S
Dentro de áreas urbanizadas	Sem	Interligação	B	DCE-C
	Com ou possibilidade de ter	Interligação	C	DCE-I DCE-TPP <sup>1</sup>
		Integração de áreas	D	DCE-R RCE-EiA <sup>2</sup>
		Local	E	

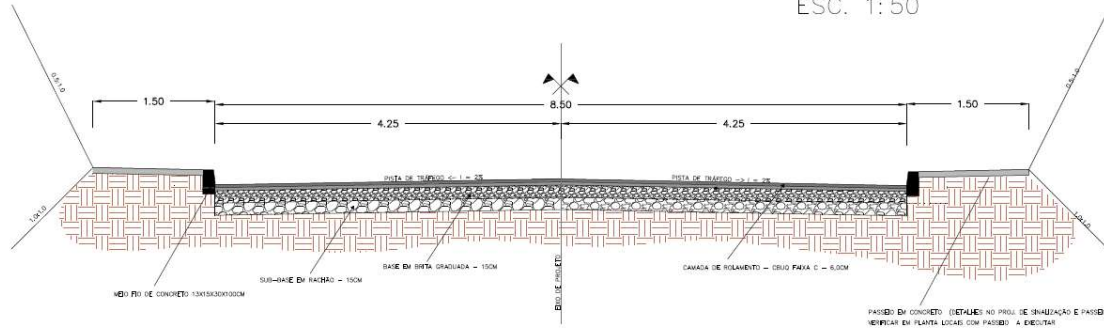
Transporte público coletivo de pessoas Estradas de integração



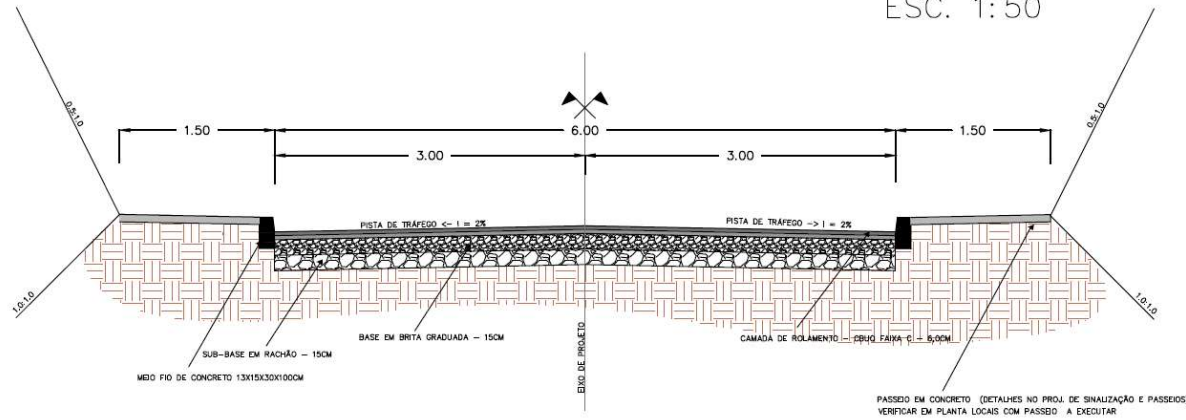
**ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS  
DA REGIÃO DA GRANDE FLORIANÓPOLIS  
" GRANFPOLIS "**



SEÇÃO TIPO RUA LATERAL DO HOSPITAL — 8,5M  
ESC. 1: 50

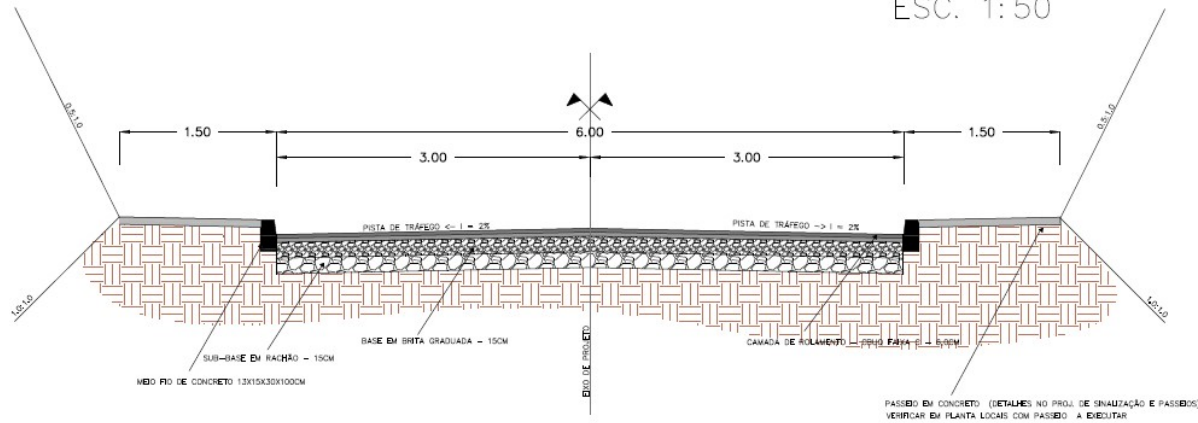


SEÇÃO TIPO RUA CLEMENTE LEHMKUHL— 6,0M  
ESC. 1: 50

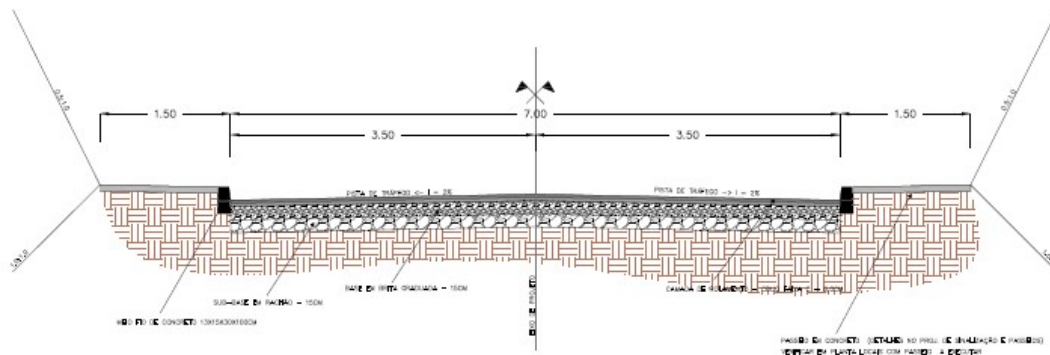




SEÇÃO TIPO RUA DO AGRICULTOR – 6,0M  
ESC. 1: 50



SEÇÃO TIPO RUA DO AGRICULTOR – EST. 6 + 2m a 11 + 6m – 7,0M  
ESC. 1: 50





Características Técnicas:

- 1) Região Predominante: Planície
- 2) Velocidade Diretriz: 40 km/h
- 3) Faixa de domínio: apenas plataforma
- 4) Declividade das faixas: -2%
- 5) Plataforma de Terraplenagem: extensão da via x largura total das pistas



TABELA DE COMPONENTES

CAMADA	MATERIAL	DIMENSÕES (m)	
		LARGURA	ESPESSURA
Camada de Rolamento	Concreto Asfáltico Usinado a Quente – Faixa C	Conforme seção	6,0 cm
Base	Brita Graduada	Conforme seção	15,0 cm
Sub-base	Rachão/Macadame	Conforme seção	15,0 cm

O Projeto Geométrico foi desenvolvido com embasamento no Estudo Topográfico, constituído de levantamentos que possibilitaram caracterizar fielmente o terreno e elementos urbanos da região em estudo. Desta forma, o projeto elaborado buscou características planialtimétricas que melhor se adaptassem às condições das Ruas e edificações adjacentes, como também estabeleceu um novo plano funcional integrando a nova via ao sistema existente.

### 9. Projeto De Terraplenagem

O projeto foi desenvolvido de acordo com o projeto geométrico, tendo como referencia os elementos básicos obtidos através dos estudos geológicos e geotécnicos. O projeto de terraplenagem é composto pela definição dos seguintes elementos:

- Seções transversais de terraplenagem;
- Inclinação dos taludes de corte e aterro;
- Volumes de corte e aterro conforme projeto topográfico.

#### **Escavação, carga e transporte de material:**

Estes serviços compreendem a escavação, a carga, transporte e espalhamento do material no destino final (aterro ou bota-fora). Os solos dos cortes serão classificados em conformidade com as seguintes determinações:

- *Materiais de 1ª categoria:* solos de natureza residual ou sedimentar, seixos rolados ou não e rochas em adiantado estado de decomposição, com fragmentos de diâmetro máximo inferior a 0,15m, qualquer que seja o teor de umidade apresentado. Em geral, este tipo de material é escavado por escavadeira hidráulica. A escavação deste material não requer uso de explosivos.
- *Materiais de 2ª categoria:* solos de resistência ao desmonte mecânico inferior a da rocha não alterada. A extração pode exigir o uso de equipamentos de escarificação ou até o uso de explosivos. Consistem em blocos de rochas de volume inferior a 2m<sup>3</sup> e os matacões ou pedras de diâmetro médio entre 0,15m e 1,00m.

#### TABELA



CATEGORIA	MATERIAL	PROCESSO
1ª	Solo	Escavação simples
2ª	Solo resistente	Escarificação
3ª	Rocha	Desmonte com explosivos

### Remoção de solos moles

Processo de retirada e disposição de camadas de solo de baixa resistência ao cisalhamento, podendo ser considerados "solos moles" os depósitos de solos orgânicos, turfas, areias muito fofas e solos hidromórficos.

Geralmente ocorrem em zonas alagadiças, mangues, antigos leitos de ribeirões e planícies de sedimentação. Possui baixa resistência e alto teor de umidade.

### Reposição com material de jazida

Substituição de materiais inadequados (com baixa capacidade de suporte, resistência ao cisalhamento e alto teor de umidade), previamente removidos do subleito, dos cortes ou dos terrenos de fundação dos aterros. Os solos para reposição deverão apresentar os seguintes requisitos:

Isenção de matéria orgânica, micácea ou diatomácea;

Expansão máxima de 2%, determinada pelo ISC, utilizando-se energia normal.

### Distância Média de Transporte (DMT) até Bota fora

O bota fora será definido pela Prefeitura de São Bonifácio em local adequado a uma distância de até 5,0km da obra.

## 10. Projeto De Drenagem

### 10.1. Dimensionamento Hidráulico

O projeto de drenagem tem como objetivo a definição e dimensionamento das estruturas de captação, controle e condução de águas pluviais.

Este projeto é constituído por sistemas de drenagem superficial, drenagem de travessia urbana e drenagem profunda.

Afim de otimizar os cálculos foi utilizada planilha própria do projetista para cálculo de galerias circulares, bem como verificação da capacidade das sarjetas das ruas.

### 10.2. Galerias circulares

A determinação do diâmetro das galerias foi feita com a fórmula de Manning, com o coeficiente de rugosidade  $n$ , estabelecido na planilha de dimensionamento anexa. Com esta metodologia, determinou-se para cada bacia a declividade e diâmetro especificado no projeto executivo.

$$Q = \frac{0,3117}{n} D^{8/3} I^{1/2}$$



$D$  = Diâmetro da galeria (m)

$Q$  = Vazão ( $m^3/s$ )

$n$  = Coeficiente de rugosidade

$I$  = Declividade da galeria (m/m)

### 10.3. Capacidade das Sarjetas

As chuvas, ao caírem nas áreas urbanas, escoam, inicialmente, pelos terrenos até chegarem às ruas. Sendo as ruas abauladas (declividade transversal) e tendo inclinação longitudinal, as águas escoarão, rapidamente, para as sarjetas e, desta, rua abaixo. Se a vazão for excessiva, ocorrerá: alagamento e seus reflexos, inundações de calçadas e, em velocidades exageradas, erosão do pavimento. Assim, de modo a garantir escoamento seguro das águas superficiais, é calculado o escoamento da rua a partir das equações:

$$Q_{sarjeta} = \frac{A \cdot R_H^{2/3} \cdot \sqrt{I_{rua}}}{n}$$

$$\frac{A \cdot R_H^{2/3}}{n} = k$$

$$Q_{sarjeta} = k \cdot \sqrt{I_{rua}}$$

$Q_{sarjeta}$  = capacidade da sarjeta

$A$  = área molhada

$R_h$  = raio hidráulico

$n$  = Coeficiente de rugosidade de Manning

$I_{rua}$  = Declividade da rua (m/m)

$k$  = coeficiente de capacidade da sarjeta

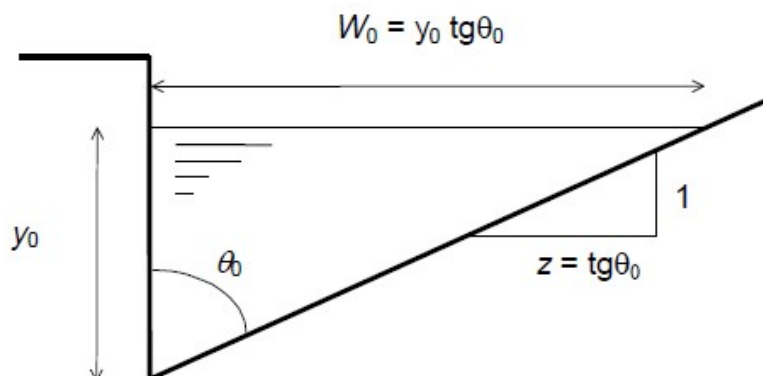
E a capacidade da sarjeta formada entre meio fio e pavimento, ou quando determinado em projeto da sarjeta moldada no pavimento, variando a altura de água inundando o bordo da pista durante o escoamento, a partir da fórmula de Izzard:

$$Q_{sarjeta} = \left[ 0,375 \cdot \left( \frac{z}{n} \right) \cdot y_0^{5/3} \right] \cdot \sqrt{I_{rua}} = k \cdot \sqrt{I_{rua}}$$

$$k = \left[ 0,375 \cdot \left( \frac{z}{n} \right) \cdot y_0^{5/3} \right]$$

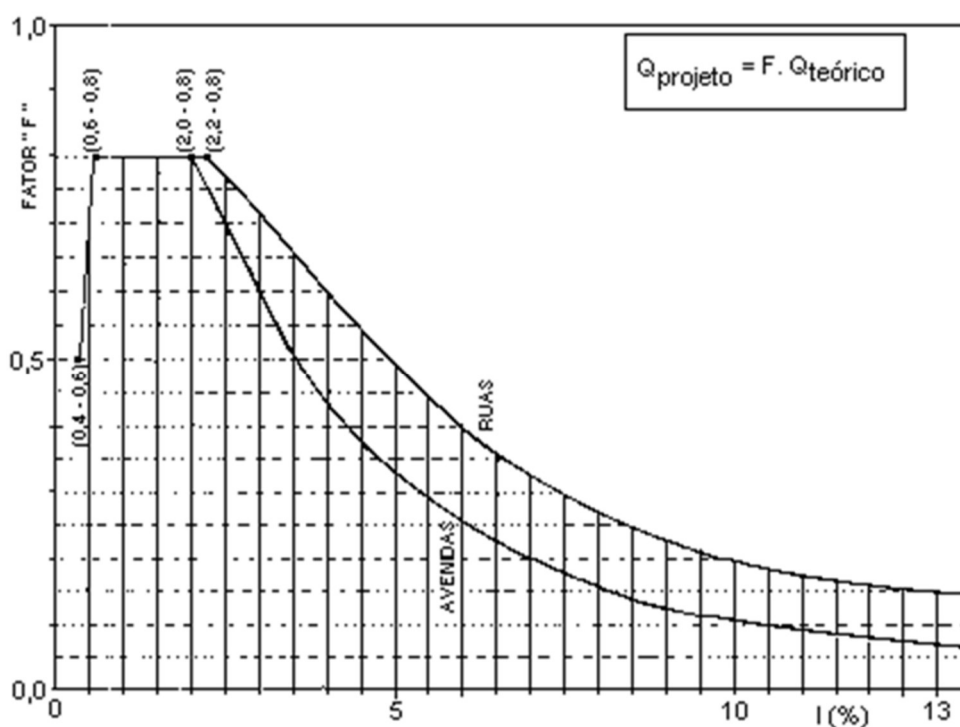
Onde:





A partir do ábaco abaixo, em função da declividade da rua é determinado o coeficiente de redução da capacidade de escoamento da rua, para determinar-se a capacidade de escoamento de projeto:

$$Q_{sarjeta(projeto)} = F \cdot Q_{sarjeta(teórico)}$$



Assim, se  $Q_{sarjeta\ projeto}$  for maior que o escoamento superficial, a sarjeta tem capacidade de escoar o deflúvio.

## 11. Projeto De Pavimentação

### 11.1. Pavimentação Em Concreto Asfáltico

O dimensionamento das camadas do pavimento foi realizado através do método de Projeto de Pavimentos Flexíveis de autoria do Engenheiro Murillo Lopes de Souza, recomendado pelo DNER. Também foram utilizadas informações e especificações de Serviços Rodoviários do DEINFRA.



Utilizando a Tabela a seguir, pode-se determinar a espessura da camada de revestimento e qual espessura necessária em função do volume de tráfego. Adotou-se a espessura de **6,0 cm** de revestimento betuminoso.

Tabela – Espessura mínima de revestimento betuminoso

<b>N</b>	<b>Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso</b>
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura

Fonte: DNIT (2006)

O próximo passo foi definir os coeficientes de equivalência estruturais, apresentados na Tabela a seguir, para o dimensionamento das camadas do pavimento, a serem usados nas inequações a seguir:

$$RK_R + BK_B \geq H_{20}$$

$$RK_R + BK_B + h_{20}K_S \geq H_n$$

Onde:

*R* corresponde a espessura do revestimento;

*B* corresponde a espessura da camada de base;

*h*<sub>20</sub> corresponde a espessura da camada de sub-base e;



Tabela - Coeficientes de equivalência estrutural

Componentes do pavimento	Coeficiente K
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,00
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	1,70
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	1,40
Base ou revestimento betuminoso por penetração	1,20
<b>Camadas granulares</b>	<b>1,00</b>
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 kg/cm	1,70
Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre 45 kg/cm e 28 kg/cm	1,40
Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre 28 kg/cm e 21 kg/cm	1,20

Fonte: DNIT (2006)

Sendo que o coeficiente de equivalência estrutural de um material é um valor empírico definido como a relação entre as espessuras de uma base granular e de uma camada de material considerado, que apresente desempenho semelhante, ou seja, considera-se que uma camada de 10 centímetros de um material com coeficiente de equivalência estrutural igual a 1,5 apresenta comportamento igual ao de uma camada de 15 cm de base granular.

Assim, determinaram-se os coeficientes de equivalência estrutural para o dimensionamento do pavimento proposto:

$$K_R = 2,0$$

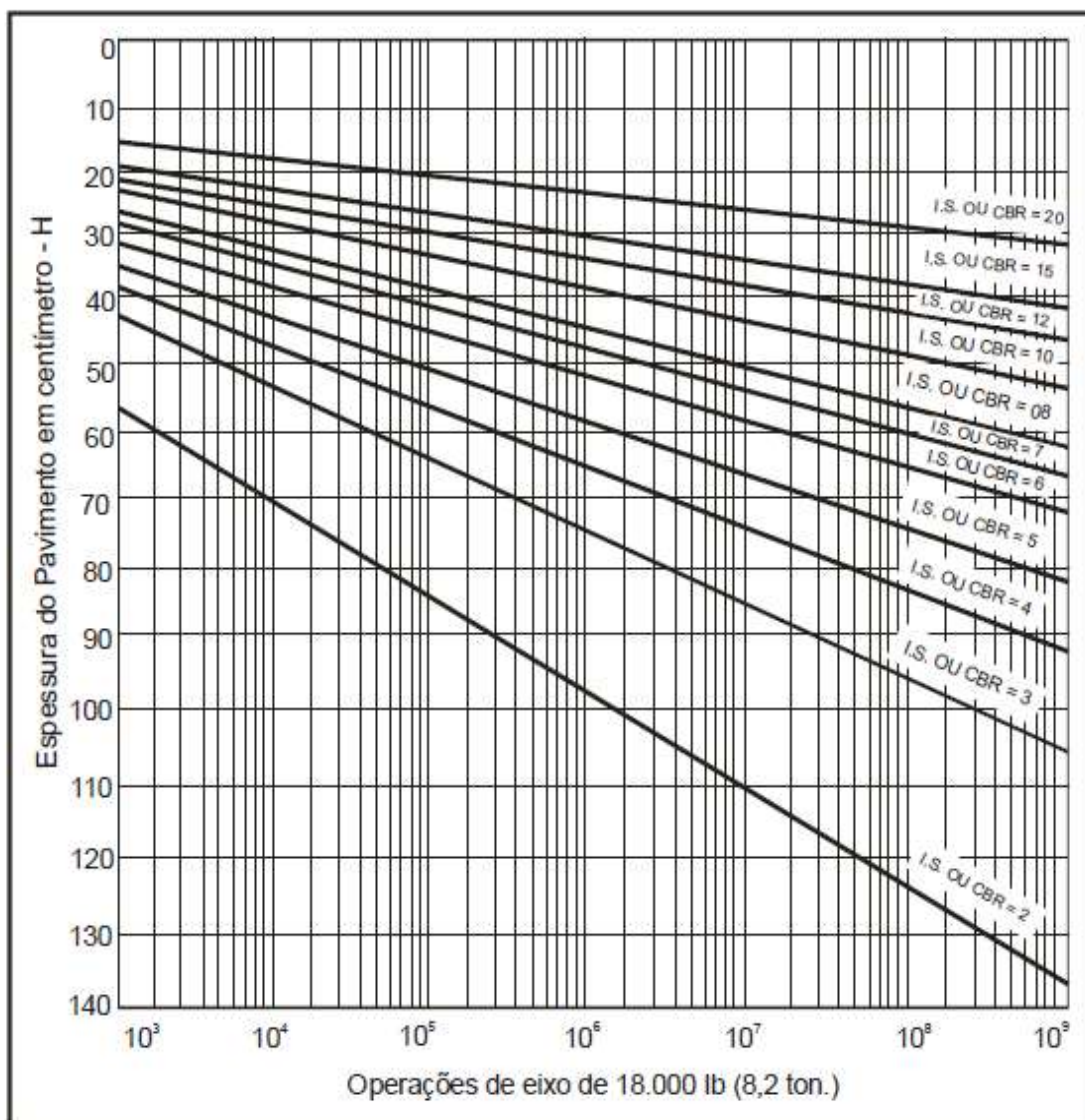
$$K_B = 1,0$$

$$K_S = 1,0$$

O ISC adotado para o subleito foi de **12%**.



Ábaco para a determinação das espessuras do pavimento



Fonte: Manual de Pavimentação (DNIT, 2006)

Resumo das camadas (após compactação):

Revestimento em CBUQ  $\geq 6,0$  cm

Base em brita graduada  $\geq 15,0$  cm

Sub-base em rachão  $\geq 15,0$  cm



Distância Média de Transporte (DMT) de materiais das camadas de pavimento:

**DMT dos materiais pétreos**

EMPRESA	ENDEREÇO	DMT
<b>VOGELSANGER</b>	<b>R. Ver. Rogerio da Silva, 1329 - Alto Aririu, Palhoça - SC, 88135-730</b>	<b>57 KM</b>
<b>SUL CATARINENSE</b>	<b>Rua Treze de Maio km 2300 Encruzilhada, SC, 88165-270</b>	<b>88 KM</b>
<b>PEDRITA</b>	<b>Rodovia Dr. Antônio Luiz Moura Gonzaga, 2146 - Rio Tavares, Florianópolis - SC, 88048-300</b>	<b>91 KM</b>

**DMT dos materiais betuminosos - CBUQ**

EMPRESA	ENDEREÇO	DMT
<b>VOGELSANGER</b>	<b>R. Ver. Rogerio da Silva, 1329 - Alto Aririu, Palhoça - SC, 88135-730</b>	<b>57 KM</b>
<b>SUL CATARINENSE</b>	<b>Rua Treze de Maio km 2300 Encruzilhada, SC, 88165-270</b>	<b>88 KM</b>
<b>USINA A. MENDES</b>	<b>Gravatal - SC, 88735-000</b>	<b>78 KM</b>

## 12. PROJETO DE PASSEIO

### Sinalização Tátil

- Piso tátil direcional

Deve ser instalado no sentido do deslocamento das pessoas, quando da ausência ou descontinuidade de linha-guia identificável.

- Piso tátil alerta

Deve ser posicionado a fim de informar sobre a existência de desníveis, obstáculos – suspensos ou situação de risco permanente.

Os pisos táteis direcionais ou alertas serão na cor vermelha, com 40x40cm, seguindo o dimensionamento recomendado pela NBR 16537:2016. Os pisos serão dispostos conforme especificado em projeto gráfico e deverão ser assentados com argamassa de cimento e areia no traço 1:3.



### **Acesso dos veículos aos lotes**

Os rebaixamentos (para entradas de residências, garagens, lotes) ficarão dispostos na faixa de serviço, poderão ter largura variável, porém sem interferir na faixa livre de 1,20m.

### **Dimensões mínimas das calçadas (novas ou reformadas)**

De acordo com a NBR 9050:2015 são definidos como:

- Faixa livre: destina-se exclusivamente a circulação de pedestres, deve ser livre de qualquer obstáculo, terá inclinação transversal de 2% e terá de ser contínua entre os lotes e ter no mínimo 1,20m de largura.
- Faixa de serviço: serve para acomodar o mobiliário, os canteiros, as árvores e os postes de iluminação e sinalização.

## **13. Projeto De Sinalização**

Os projetos de sinalização foram elaborados de acordo com os Manuais Brasileiros de Sinalização de Trânsito do CONTRAN (volumes I, II e III). Maiores detalhes de dimensões de placas e faixas, pictogramas e disposições de sinalização viária são encontradas nas Prancha de Detalhamentos dos Projetos de Sinalização – Volume 3.

### **13.1. Sinalização Vertical**

A sinalização vertical é classificada segundo sua função, que pode ser:

- Regulamentar as obrigações, limitações, proibições e restrições que governam o uso da via;
- Advertir os condutores sobre as condições com potencial de risco na via ou nas suas proximidades.
- Indicar direções, localizações, pontos de interesse ou de serviços, etc.

### **13.2. Sinalização Horizontal**

A sinalização horizontal é classificada segundo a sua função:

- Ordenar e canalizar o fluxo de veículos;
- Orientar o fluxo de pedestres;
- Orientar os deslocamentos de veículos em função das condições físicas da via;
- Complementar os sinais verticais;
- Regular os casos previstos no CTB.

### **13.3. Linhas (marcas) longitudinais**

As linhas longitudinais de marcação de eixo, podem ser simples contínua, simples seccionada, dupla contínua ou dupla contínua/seccionada. A largura das linhas de eixo será de 0,10m (podendo ser utilizado até 0,15m em casos específicos) para velocidades de até 80km/h.

A cor das linhas de eixo é amarela, conforme Padrão Munsell.

As linhas longitudinais de marcação de bordo terão largura de 0,10m. As linhas de bordo serão utilizadas somente em vias sem guia (meio-fio) ou quando houver acostamento.





Os materiais de demarcações horizontais podem variar de acordo com a necessidade do projeto. Podem ser utilizadas tintas, massas plásticas, plásticos aplicáveis a frio, etc. Porém é exigência que a sinalização horizontal seja RETRORREFLETIVA.

Padrão Munsell

COR	TONALIDADE
Amarela	10 Y R 7,5/14
Branca	N 9,5
Vermelha	7,5 R 4/14
Azul	5 P B 2/8
Preta	N 0,5

#### **14. Orçamento**

O orçamento foi tomado a partir das quantificações de projeto e utilizando custos e composições do SINAPI e SICRO. A data base do banco de preços e composições é **AGOSTO de 2021 e ABRIL** de 2021, para SINAPI e SICRO, respectivamente. No **Volume 3** é encontrada a planilha orçamentária, quadro de composições, composição do BDI e cronograma.

#### **15. Prazos E Cronograma**

O cronograma foi elaborado de forma que os serviços nas duas ruas sejam executados sejam executados em 3 meses, conforme apresentado no **Volume 3**. O atraso no cronograma acarretará em multa à CONTRATADA. O prazo total para entrega da obra está definido no cronograma físico-financeiro, contados a partir da assinatura da ordem de serviço.

#### **16. Finalização Do Documento**

Encerro o presente memorial contendo 22 laudas, todas rubricadas e esta assinada pelo engenheiro responsável, com anotação de responsabilidade técnica anexa. Todos os casos de dúvidas referentes ao projeto, orçamento e/ou execução deverão ser reportados à Secretaria Municipal responsável para a devida análise.

Vinícius Feller  
Engenheiro Civil  
CREA/SC 147.982-3

**DIMENSIONAMENTO DO PROJETO DE DRENAGEM**

NUMERAÇÃO DOS TRECHOS										
CENTRO DE SÃO BONIFÁCIO	Trecho	Cotas (m)		Desnível (m)	Comprimento (m)	Declividade do trecho tubulado (m/m)	Área (m <sup>2</sup> )	Área (km <sup>2</sup> )	Coef. C	Área de Contribuição das Sarjetas (m <sup>2</sup> )
		Montante	Jusante							
7+10 A 6	1.1	418,28	418,31	-0,03	29,00	0,00	2900,00	0,0029	0,30	232,00
6 A 2	1.2	418,31	417,94	0,37	38,00	0,01	3800,00	0,0038	0,30	304,00
2 A 4	1.3	417,94	417,46	0,48	40,00	0,01	4000,00	0,0040	0,30	320,00
4 A 5+5	1.4	417,46	416,95	0,51	26,00	0,02	2600,00	0,0026	0,30	208,00
5+5 A CL	1.5	416,96	416,72	0,24	12,00	0,02	1200,00	0,0012	0,30	96,00
0 A 3+2	2.1	420,89	419,04	1,85	52,00	0,04	5200,00	0,0052	0,30	416,00
3+2 A 3+18	2.2	419,04	418,67	0,37	14,00	0,03	1400,00	0,0014	0,30	112,00
3+15 A 2	2.3	418,67	419,06	-0,39	39,00	-0,01	3900,00	0,0039	0,30	312,00
2 A 0	2.4	419,06	419,69	-0,63	34,00	-0,02	3400,00	0,0034	0,30	272,00
0 A 2	3.1	423,69	421,54	2,15	26,00	0,08	2600,00	0,0026	0,30	208,00
2 A 3+10	3.2	421,54	419,69	1,85	29,00	0,06	2900,00	0,0029	0,30	232,00
3+10 A 5	3.3	419,69	419,16	0,53	31,00	0,02	3100,00	0,0031	0,30	248,00
5 A 6	3.4	419,16	418,81	0,35	21,00	0,02	2100,00	0,0021	0,30	168,00
6 A EXUTÓRIO	3.5	418,81	417,35	1,46	26,00	0,06	2600,00	0,0026	0,30	208,00
8 a 10	4.1	417,73	416,81	0,92	39,00	0,02	3900,00	0,0039	0,30	312,00
10 a CL	4.2	416,81	416,70	0,11	9,00	0,01	900,00	0,0009	0,30	72,00



**CAPACIDADE DAS SARJETAS**

TRECHO	NOME DA RUA	CLASSIFICAÇÃO	n	z	Tirante (m)	Coef. k	Declividade do trecho (m/m)	Declividade do trecho (%)	Q <sub>rua teórico</sub> (m³/s)	Coef. Redução F	Q <sub>rua projeto</sub> (m³/s)
1.1	RUA PROF. FRANCISCO SCHADEN	Rua local	0,013	10	0,06	0,159	0,0010	0,10	0,005	0,8	0,004
1.2	RUA CLEMENTE LEHMKUHL	Rua local	0,013	10	0,06	0,159	0,0097	0,97	0,016	0,8	0,013
1.3	RUA CLEMENTE LEHMKUHL	Rua local	0,013	10	0,06	0,159	0,0120	1,20	0,017	0,7	0,012
1.4	RUA CLEMENTE LEHMKUHL	Rua local	0,013	10	0,06	0,159	0,0196	1,96	0,022	0,8	0,018
1.5	RUA CLEMENTE LEHMKUHL	Rua local	0,013	10	0,06	0,159	0,0200	2,00	0,023	0,7	0,016
2.1	RUA AUGUSTO SCHWIRLING	Rua local	0,013	10	0,06	0,159	0,0356	3,56	0,030	0,7	0,021
2.2	RUA AUGUSTO SCHWIRLING	Rua local	0,013	10	0,06	0,159	0,0264	2,64	0,026	0,7	0,018
2.3	RUA PROF. FRANCISCO SCHADEN	Rua local	0,013	10	0,06	0,159	0,0100	1,00	0,016	0,8	0,013
2.4	RUA PROF. FRANCISCO SCHADEN	Rua local	0,013	10	0,06	0,159	0,0185	1,85	0,022	0,7	0,015
3.1	RUA DO AGRICULTOR	Rua local	0,013	10	0,06	0,159	0,0827	8,27	0,046	0,5	0,023
3.2	RUA DO AGRICULTOR	Rua local	0,013	10	0,06	0,159	0,0638	6,38	0,040	0,5	0,020
3.3	RUA DO AGRICULTOR	Rua local	0,013	10	0,06	0,159	0,0171	1,71	0,021	0,7	0,015
3.4	RUA DO AGRICULTOR	Rua local	0,013	10	0,06	0,159	0,0167	1,67	0,021	0,7	0,014
3.5	RUA DO AGRICULTOR	Rua local	0,013	10	0,06	0,159	0,0562	5,62	0,038	0,5	0,019
4.1	RUA DO AGRICULTOR	Rua local	0,013	10	0,06	0,159	0,0236	2,36	0,024	0,7	0,017
4.2	RUA DO AGRICULTOR	Rua local	0,013	10	0,06	0,159	0,0122	1,22	0,018	0,8	0,014

Fator de Redução (F)	
Declividade	F
0 a 1	0,8
1 a 3	0,7
3 a 5	0,6
5 a 10	0,5
> 10	0,4

VERIFICAÇÃO DO ESCOAMENTO DA RUA

Trecho	C	T (anos)	t (min)	i		A (m <sup>2</sup> )	A (km <sup>2</sup> )	Escoamento superficial (m <sup>3</sup> /s)	Capacidade de escoamento da rua (m <sup>3</sup> /s)	Comparação
				(mm/min)	i (mm/h)					
1.1	0,9	10	5	2,13814387	128,28863	232	0,000232	0,007446693	0,00409521	Sarjeta insuficiente
1.2	0,9	10	5	2,13814387	128,28863	304	0,000304	0,009757736	0,012563876	Sarjeta suficiente
1.3	0,9	10	5	2,13814387	128,28863	320	0,00032	0,010271301	0,01220431	Sarjeta suficiente
1.4	0,9	10	5	2,13814387	128,28863	208	0,000208	0,006676346	0,017832531	Sarjeta suficiente
1.5	0,9	10	5	2,13814387	128,28863	96	0,000096	0,00308139	0,015755697	Sarjeta suficiente
2.1	0,9	10	5	2,13814387	128,28863	416	0,000416	0,013352691	0,021013907	Sarjeta suficiente
2.2	0,9	10	5	2,13814387	128,28863	112	0,000112	0,003594955	0,01811171	Sarjeta suficiente
2.3	0,9	10	5	2,13814387	128,28863	312	0,000312	0,010014519	0,012732526	Sarjeta suficiente
2.4	0,9	10	5	2,13814387	128,28863	272	0,000272	0,008730606	0,015165385	Sarjeta suficiente
3.1	0,9	10	5	2,13814387	128,28863	208	0,000208	0,006676346	0,022883747	Sarjeta suficiente
3.2	0,9	10	5	2,13814387	128,28863	232	0,000232	0,007446693	0,020099324	Sarjeta suficiente
3.3	0,9	10	5	2,13814387	128,28863	248	0,000248	0,007960258	0,014567322	Sarjeta suficiente
3.4	0,9	10	5	2,13814387	128,28863	168	0,000168	0,005392433	0,014382918	Sarjeta suficiente
3.5	0,9	10	5	2,13814387	128,28863	208	0,000208	0,006676346	0,01885751	Sarjeta suficiente
4.1	0,9	10	5	2,13814387	128,28863	312	0,000312	0,010014519	0,017111348	Sarjeta suficiente
4.2	0,9	10	5	2,13814387	128,28863	72	0,000072	0,002311043	0,014076337	Sarjeta suficiente

Tempo de Retorno (anos)	10
Tirante relativo máximo (y/d)	0,85

Trecho	Cota		Comprimento (m)	Desnível (m)	Declividade do trecho (m/m)	Declividade adotada (m/m)	Coeficiente C	Área tributária		Tempo de escoam.		intensidade (mm/h)	Q (m³/s)	D calculado (mm)	D adotado (mm)	Qp (m³/s)	Q/Qp (m³/s)	y/d		V/Vp	Vp (m/s)
	Montante (m)	Jusante (m)						Trecho (km²)	Σ A (km²)	Montante (min)	Trecho (min)										
1.1	418,280	418,310	29,00	-0,03	-0,001	<b>0,00500</b>	0,40	0,00290	0,00290	5,00	0,51	128,29	0,04	255,48	<b>400</b>	0,14	0,30	<b>0,37</b>	<b>Ok</b>	0,868	1,088
1.2	418,310	417,940	38,00	0,37	0,010	<b>0,01020</b>	0,40	0,00380	0,00670	5,51	0,41	122,87	0,09	301,06	<b>400</b>	0,20	0,47	<b>0,48</b>	<b>Ok</b>	0,983	1,554
1.3	417,940	417,460	40,00	0,48	0,012	<b>0,01150</b>	0,40	0,00400	0,01070	5,93	0,38	119,81	0,14	347,54	<b>400</b>	0,21	0,69	<b>0,60</b>	<b>Ok</b>	1,072	1,650
1.4	417,460	416,950	26,00	0,51	0,020	<b>0,01890</b>	0,40	0,00260	0,01330	6,30	0,19	117,60	0,17	341,15	<b>400</b>	0,27	0,65	<b>0,58</b>	<b>Ok</b>	1,060	2,116
1.5	416,960	416,720	12,00	0,24	0,020	<b>0,02260</b>	0,40	0,00120	0,01450	6,50	0,08	116,61	0,19	339,69	<b>400</b>	0,29	0,65	<b>0,58</b>	<b>Ok</b>	1,060	2,314
2.1	420,890	419,040	52,00	1,85	0,036	<b>0,03000</b>	0,40	0,00520	0,00520	5,00	0,41	128,29	0,07	227,27	<b>400</b>	0,33	0,22	<b>0,31</b>	<b>Ok</b>	0,790	2,666
2.2	419,040	418,670	14,00	0,37	0,026	<b>0,02000</b>	0,40	0,00140	0,00660	5,41	0,12	123,76	0,09	264,57	<b>400</b>	0,27	0,33	<b>0,39</b>	<b>Ok</b>	0,891	2,176
2.3	418,670	419,060	39,00	-0,39	-0,010	<b>0,00500</b>	0,40	0,00390	0,01050	5,53	0,50	122,71	0,14	407,05	<b>600</b>	0,40	0,36	<b>0,41</b>	<b>Ok</b>	0,913	1,426
2.4	419,060	419,690	34,00	-0,63	-0,019	<b>0,00500</b>	0,40	0,00340	0,01390	6,03	0,41	119,15	0,18	447,24	<b>600</b>	0,40	0,46	<b>0,47</b>	<b>Ok</b>	0,973	1,426
3.1	423,690	421,540	26,00	2,15	0,083	<b>0,10180</b>	0,40	0,00260	0,00260	5,00	0,16	128,29	0,04	139,37	<b>400</b>	0,62	0,06	<b>0,16</b>	<b>Ok</b>	0,538	4,910
3.2	421,540	419,690	29,00	1,85	0,064	<b>0,03930</b>	0,40	0,00290	0,00550	5,16	0,20	126,27	0,08	219,34	<b>400</b>	0,38	0,20	<b>0,30</b>	<b>Ok</b>	0,776	3,051
3.3	419,690	419,160	31,00	0,53	0,017	<b>0,01000</b>	0,40	0,00310	0,02250	5,37	0,25	124,16	0,31	477,80	<b>600</b>	0,57	0,54	<b>0,52</b>	<b>Ok</b>	1,016	2,017
3.4	419,160	418,810	21,00	0,35	0,017	<b>0,00820</b>	0,40	0,00210	0,02460	5,62	0,18	121,99	0,33	509,41	<b>600</b>	0,52	0,65	<b>0,58</b>	<b>Ok</b>	1,060	1,826
3.5	418,810	417,350	26,00	1,46	0,056	<b>0,00800</b>	0,40	0,00260	0,02720	5,80	0,22	120,65	0,36	529,23	<b>600</b>	0,51	0,72	<b>0,62</b>	<b>Ok</b>	1,084	1,804
4.1	417,730	416,810	39,00	0,92	0,024	<b>0,02790</b>	0,40	0,00390	0,00390	5,00	0,34	128,29	0,06	206,83	<b>400</b>	0,32	0,17	<b>0,28</b>	<b>Ok</b>	0,747	2,571
4.2	416,810	416,700	9,00	0,11	0,012	<b>0,00500</b>	0,40	0,00090	0,00480	5,34	0,14	124,45	0,07	305,11	<b>400</b>	0,14	0,49	<b>0,49</b>	<b>Ok</b>	0,991	1,088

V (m/s)		y (m)	Geratriz superior		Recobrimento		Geratriz inferior		Escavação		Nível da lamina		Volume de escavação (m³)	LASTRO DE BRITA (m²)	REATERRO DE VALA (m²)	
			Montante (m)	Jusante (m)	Montante (m)	Jusante (m)	Montante (m)	Jusante (m)	Montante (m)	Jusante (m)	Montante (m)	Jusante (m)				
0,944	Ok	0,15	417,68	417,54	0,60	0,78	417,28	417,14	1,00	1,18	417,43	417,28	28,384	0,580	24,741	RUA PROF. FRANCISCO SCHADEN
1,527	Ok	0,19	417,54	417,15	0,78	0,79	417,14	416,75	1,18	1,19	417,33	416,94	40,486	0,760	35,713	RUA CLEMENTE LEHMKUHL
1,770	Ok	0,24	417,15	416,69	0,79	0,77	416,75	416,29	1,19	1,17	416,99	416,53	42,574	0,800	37,550	RUA CLEMENTE LEHMKUHL
2,242	Ok	0,23	416,69	416,20	0,77	0,75	416,29	415,80	1,17	1,15	416,52	416,03	27,221	0,520	23,956	RUA CLEMENTE LEHMKUHL
2,452	Ok	0,23	416,20	415,92	0,76	0,80	415,80	415,52	1,16	1,20	416,03	415,76	12,740	0,240	11,232	RUA CLEMENTE LEHMKUHL
2,106	Ok	0,12	420,29	418,73	0,60	0,31	419,89	418,33	1,00	0,71	420,01	418,45	40,014	1,040	33,483	RUA AUGUSTO SCHWIRLING
1,939	Ok	0,16	418,73	418,45	0,31	0,22	418,33	418,05	0,71	0,62	418,49	418,21	8,379	0,280	6,621	RUA AUGUSTO SCHWIRLING
1,302	Ok	0,25	418,45	418,26	0,22	0,81	417,85	417,66	0,82	1,41	418,10	417,90	47,726	1,170	36,705	RUA PROF. FRANCISCO SCHADEN
1,388	Ok	0,28	418,26	418,09	0,81	1,61	417,66	417,49	1,41	2,21	417,94	417,77	67,507	1,020	57,899	RUA PROF. FRANCISCO SCHADEN
2,640	Ok	0,06	423,09	420,44	0,60	1,10	422,69	420,04	1,00	1,50	422,75	420,11	29,213	0,520	25,947	RUA DO AGRICULTOR
2,368	Ok	0,12	420,44	419,30	1,10	0,39	420,04	418,90	1,50	0,79	420,16	419,02	29,797	0,580	26,155	RUA DO AGRICULTOR
2,050	Ok	0,31	418,09	417,78	1,61	1,39	417,49	417,18	2,21	1,99	417,80	417,49	71,440	0,930	62,679	RUA DO AGRICULTOR
1,936	Ok	0,35	417,78	417,60	1,39	1,21	417,18	417,00	1,99	1,81	417,52	417,35	43,800	0,630	37,865	RUA DO AGRICULTOR
1,955	Ok	0,37	417,60	417,39	1,21	-0,04	417,00	416,79	1,81	0,56	417,37	417,17	33,782	0,780	26,435	RUA DO AGRICULTOR
1,920	Ok	0,11	417,13	416,04	0,60	0,77	416,73	415,64	1,00	1,17	416,84	415,75	38,050	0,780	33,152	RUA DO AGRICULTOR
1,079	Ok	0,20	416,04	416,00	0,77	0,70	415,64	415,60	1,17	1,10	415,84	415,79	9,198	0,180	8,068	RUA DO AGRICULTOR

ESTADO DE SANTA CATARINA  
MUNICÍPIO DE SÃO BONIFÁCIO  
SECRETARIA DE PLANEJAMENTO



JULHO 2021

# ESTUDOS DE SOLOS

VOLUME 01 - MEMORIAL DESCRITIVO  
E ESPECIFICAÇÕES DE ESTUDOS

LOCAL: SÃO BONIFÁCIO-SC  
RUA DO AGRICULTOR  
RUA PROFESSOR FRANCISCO SCHADEN  
RUA PADRE AUGUSTO SCHWIRLING





MUNICÍPIO DE SÃO BONIFÁCIO/SC  
CNPJ: 82.892.340/0001-39

---

MUNICÍPIO DE SÃO BONIFÁCIO

N E S ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA  
CNPJ: 39.611.844/0001 -04  
REGISTRO CREA/SC: 177497-3

Assinado de forma digital por NATHAN RICARDO LUIZ:09850720913  
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=000001009907560, ou=Secretaria da Receita Federal  
do Brasil - RFB, ou=RFB e-CPF A1, ou=AC SERASA RFB v5, ou=00100997000151,  
ou=PRESENCIAL, cn=NATHAN RICARDO LUIZ:09850720913  
Dados: 2021.07.21 08:46:35 -03'00'

---

NATHAN RICARDO LUIZ  
ENG. CIVIL – CREA/SC 174738-0  
RESPONSÁVEL TÉCNICO



## Sumário

<b>1. APRESENTAÇÃO</b> .....	4
<b>2. MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA RETIRADA DO SOLO</b> .....	6
<b>3. ENSAIOS REALIZADOS</b> .....	9
3.1 ENSAIO DE COMPACTAÇÃO .....	10
3.1.1 EQUIPAMENTOS.....	10
3.1.2 PROCEDIMENTOS.....	10
3.1.3 CÁLCULOS E RESULTADOS .....	11
3.2 ÍNDICE DE SUPOR CALIFÓRNIA (CBR).....	12
3.2.1 EQUIPAMENTOS.....	12
3.2.2 PROCEDIMENTOS .....	12
3.2.3 EXPANSÃO.....	12
3.2.4 PENETRAÇÃO.....	13
3.2.3 CÁLCULOS E RESULTADOS .....	13
<b>4. RESULTADOS OBTIDOS</b> .....	15
4.2 LAUDOS .....	17
4.2.1 ENSAIO 01 .....	17
4.2.2 ENSAIO 02 .....	19
4.2.3 ENSAIO 03 .....	21
4.2.4 ENSAIO 04 .....	23
4.2.5 ENSAIO 05 .....	25
COMENTÁRIOS GERAIS: RESULTADO DOS RESULTADOS .....	27
<b>5. APÊNDICES</b> .....	28

## 1. APRESENTAÇÃO



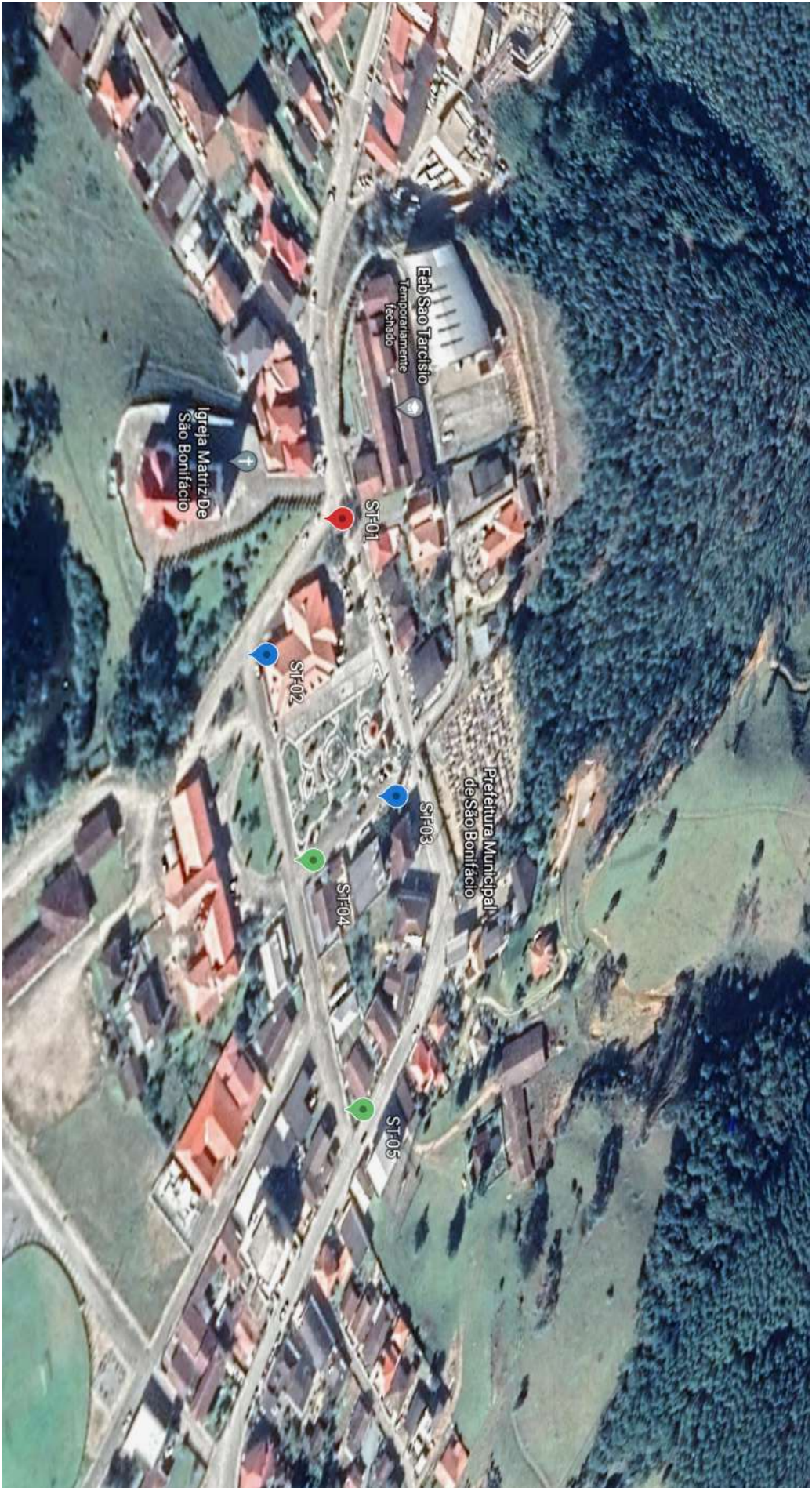


Um projeto que envolva a utilização de solos como componente estrutural, por exemplo uma estrutura de pavimento, além de garantir desempenho e durabilidade que atendam às exigências das normas brasileiras, deve também se atentar para a racionalização dos custos de forma que a obra se torne viável do ponto de vista econômico. Uma solução racional é fazer uso dos solos locais de fácil disponibilidade, porém, nem sempre os materiais presentes na natureza atendem às especificações mínimas exigidas. Desta forma é necessário melhorar suas características a fim de viabilizar essa utilização, ou ainda substituir os solos existentes, por outros que atendam a necessidade do projeto. Ademais, mesmo que o solo seja inicialmente adequado como camada de subleito ou sub-base, a melhoria de suas características pode ampliar as possibilidades de aplicação deste material na estrutura do pavimento.

Desta forma, este documento visa o estudo de solos, para utilização em obras de pavimentação, evitando a ocorrência de futuros defeitos no revestimento asfáltico, tanto como, gerar economia para execução da obra, permitindo saber as propriedades do solo existente no leito estradal, e seu farar-se seu uso, ou seu descarte.

Este documento fixa os procedimentos para determinação do Índice de Suporte Califórnia (ISC) de solos, utilizando-se amostras deformadas e não trabalhadas de material que passa na peneira de 19 mm. Prescreve a aparelhagem necessária, o ensaio, o cálculo da expansão, as condições para obtenção dos resultados e apresenta a curva de compactação.

## 2. MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA RETIRADA DO SOLO



### 3. ENSAIOS REALIZADOS



### 3.1 ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

O Ensaio de Proctor é padronizado no Brasil pela ABNT (NBR 7.182/2016). Pega-se uma amostra de solo previamente seca ao ar e destorroada. Inicia-se o ensaio, acrescentando-se água até que o solo fique com cerca de 5% de umidade abaixo da umidade ótima. Uniformizando-se bem a umidade, uma porção do solo é colocada num cilindro padrão (10 cm de diâmetro, altura de 12,73 cm, volume de 1.000 cm<sup>3</sup>) e submetida a 26 golpes (anteriormente, o número de golpes era 25) de um soquete com massa de 2,5 kg e caindo de uma altura de 30,5 cm. A porção do solo compactado deve ocupar cerca de um terço da altura do cilindro. O processo é repetido mais duas vezes, atingindo-se uma altura um pouco superior à do cilindro, o que é possibilitado por um anel complementar. Acerta-se o volume raspando o excesso. Determina-se  $\gamma_t$  e a partir de uma amostra de seu interior, determina-se  $h$ . Com estes dois valores, calcula-se a densidade seca. A amostra é destorroada, a umidade aumentada (cerca de 2%), nova compactação é feita, e novo par de valores umidade-densidade seca é obtido. A operação é repetida até que se perceba que a densidade seca, depois de ter subido, já tenha caído em duas ou três operações sucessivas. Note-se que, quando a densidade úmida se mantém constante em duas tentativas sucessivas, a densidade seca já caiu. Se o ensaio começou, de fato, com umidade 5% abaixo da ótima, e os acréscimos forem de 2% a cada tentativa, com 5 determinações o ensaio estará concluído (geralmente não são necessárias mais do que 6 determinações).

#### 3.1.1 EQUIPAMENTOS

Os principais equipamentos são:

- Almofariz e mão com borracha;
- Peneira no .4;
- Balança;
- Molde cilíndrico de 1000cm<sup>3</sup> , com base e colarinho;
- Soquete cilíndrico;
- Extrator de amostras;
- Cápsulas para determinação de umidade;
- Estufa.

#### 3.1.2 PROCEDIMENTOS

- Adiciona-se água à amostra até se verificar uma certa consistência. Deve-se atentar para uma





perfeita homogeneização da amostra;

- Compacta-se a amostra no molde cilíndrico em 3 camadas iguais (cada uma cobrindo aproximadamente um terço do molde), aplicando-se em cada uma delas 25 golpes distribuídos uniformemente sobre a superfície da camada, com o soquete caindo de 0,305m;
- Remove-se o colarinho e a base, aplaina-se a superfície do material à altura do molde e pesa-se o conjunto cilindro + solo úmido compactado;
- Retira-se a amostra do molde com auxílio do extrator, e partindo-a ao meio, coleta-se uma pequena quantidade para a determinação da umidade;
- Desmancha-se o material compactado até que possa ser passado pela peneira no .4 (4,8mm), misturando-o em seguida ao restante da amostra inicial (para o caso de reuso do material);
- Adiciona-se água à amostra homogeneizando-a (normalmente acrescenta-se água numa quantidade da ordem de 2% da massa original de solo, em peso).

Repete-se o processo pelo menos por mais quatro vezes.

### 3.1.3 CÁLCULOS E RESULTADOS

- Peso específico úmido:  $\gamma = [(Peso\ Cilindro + Solo\ Úmido) - (Peso\ Cilindro)] / (Volume\ Cilindro)$
- Peso específico seco:  $\gamma_d = (\gamma \cdot 100) / (100 + w)$
- Peso específico seco em função do grau de saturação:  $\gamma_d = (Sr \cdot \gamma_s \cdot \gamma_w) / (w \cdot \gamma_s + Sr \cdot \gamma_w)$

Onde:

Sr - Grau de saturação

w – Umidade

$\gamma_s$  - Peso específico das partículas sólidas

$\gamma_w$  - Peso específico da água.

A Curva de compactação é obtida marcando-se, em ordenadas, os valores dos pesos específicos secos ( $\gamma_d$ ) e, em abcissas, os teores de umidade correspondentes (w), o peso específico seco máximo ( $\gamma_{d\max}$ ), é a ordenada máxima da curva de compactação, a umidade ótima ( $w_{ot}$ ), é o teor de umidade correspondente ao peso específico máximo, a curva de saturação, relaciona o peso específico seco com a umidade, em função do grau de saturação.



### 3.2 ÍNDICE DE SUPOR CALIFÓRNIA (CBR)

O Índice de Suporte Califórnia (ISC ou CBR - California Bearing Ratio) é a relação, em percentagem, entre a pressão exercida por um pistão de diâmetro padronizado necessária à penetração no solo até determinado ponto (0,1" e 0,2") e a pressão necessária para que o mesmo pistão penetre a mesma quantidade em solo-padrão de brita graduada. Através do ensaio de CBR é possível conhecer qual será a expansão de um solo sob um pavimento quando este estiver saturado, e fornece indicações da perda de resistência do solo com a saturação. Apesar de ter um caráter empírico, o ensaio de CBR é mundialmente difundido e serve de base para o dimensionamento de pavimentos flexíveis.

#### 3.2.1 EQUIPAMENTOS

São os seguintes os equipamentos utilizados nesse ensaio:

- Molde cilíndrico grande com base e colarinho; Prato-base perfurado;
- Disco espaçador, Prato perfurado com haste central ajustável;
- soquete de 4,54kg;
- Extensômetro mecânico ou transdutor elétrico de deslocamento;
- Papel-filtro;
- Prensa com anel dinamométrico ou com célula de carga elétrica;
- Tanque de imersão;
- Cápsulas para umidade;
- Estufa;
- Balança;
- Peneira de 19mm.

#### 3.2.2 PROCEDIMENTOS

#### 3.2.3 EXPANSÃO

- Coloca-se o disco espaçador no cilindro, cobrindo-o com papel filtro;



- Compacta-se o corpo de prova à umidade ótima (05 camadas e 55 golpes do soquete caindo de 45 cm) e, invertendo-se o cilindro, substitui-se o disco espaçador pelo prato perfurado com haste de expansão e pesos. Esse peso ou sobrecarga corresponderá ao do pavimento e não deverá ser inferior a 4,5kg;

Obs.: Entre o prato perfurado e o solo colocam-se outro papel-filtro.

- Imerge-se o cilindro com o corpo de prova e sobrecarga no tanque durante 96 horas, de tal forma que a água banhe o material tanto pelo topo quanto pela base;

- Realiza-se leituras de deformação (expansão ou recalque) com aproximação de 0,01mm. a cada 24h; - Terminada a “saturação”, deixa-se escorrer a água do corpo de prova durante 15 minutos e pesa-se o cilindro + solo úmido.

#### 3.2.4 PENETRAÇÃO

- Instala-se o conjunto, molde cilíndrico com corpo de prova e sobrecarga, na prensa;

- Assenta-se o pistão da prensa na superfície do topo do corpo de prova, zerando-se em seguida os extensômetros;

- Aplica-se o carregamento com velocidade de 1,27 mm/min, anotando-se a carga e a penetração até decorridos o tempo de 10 minutos.

#### 3.2.3 CÁLCULOS E RESULTADOS

Para calcular a expansão (%) do solo num dado instante usa-se o quociente,  $[(h - h_i)/h_i].100$ , onde:

h - deformação até o instante considerado;

h<sub>i</sub> - altura inicial do corpo de prova.

Com os pares de valores da fase de penetração, traça-se o gráfico que relaciona a carga, em ordenadas às penetrações, nas abscissas. Se a curva apresentar ponto de inflexão, traça-se por ele uma reta seguindo o comportamento da curva, até que intercepte o eixo das abscissas. Esse ponto de interseção será a nova origem, provocando assim uma translação no sistema de eixos. Do gráfico obtém-se, por interpolação, as cargas associadas às penetrações de 2,5 e 5,0mm.

Cálculo do CBR:





$CBR = [(Pressão\ encontrada) / (Pressão\ padrão)].100.$

Obs: A pressão a ser utilizada será a carga obtida dividida pela área do pistão.

O resultado para o CBR determinado, será o maior dos dois valores encontrados correspondentes às penetrações de 2,5 e 5,0mm.

## 4. RESULTADOS OBTIDOS

#### 4.1 EXTRAÇÃO DE AMOSTRAS DE SOLOS

Foram retiradas um total de 5 amostras de solo, com auxílio de trado, com profundidade média de 0,80 metros até 1,50 metros, onde foram divididos em ensaios de bordos e eixo da via existente, conforme apresentado na imagem 02. A ruas estudadas atualmente encontrasse com pavimentação de lajotas sextavadas de concreto, em condições médias/boa de rodagem, não possuindo pontos críticos de deformações ou defeitos existentes.



Imagem 02: Pontos de extração de solo.

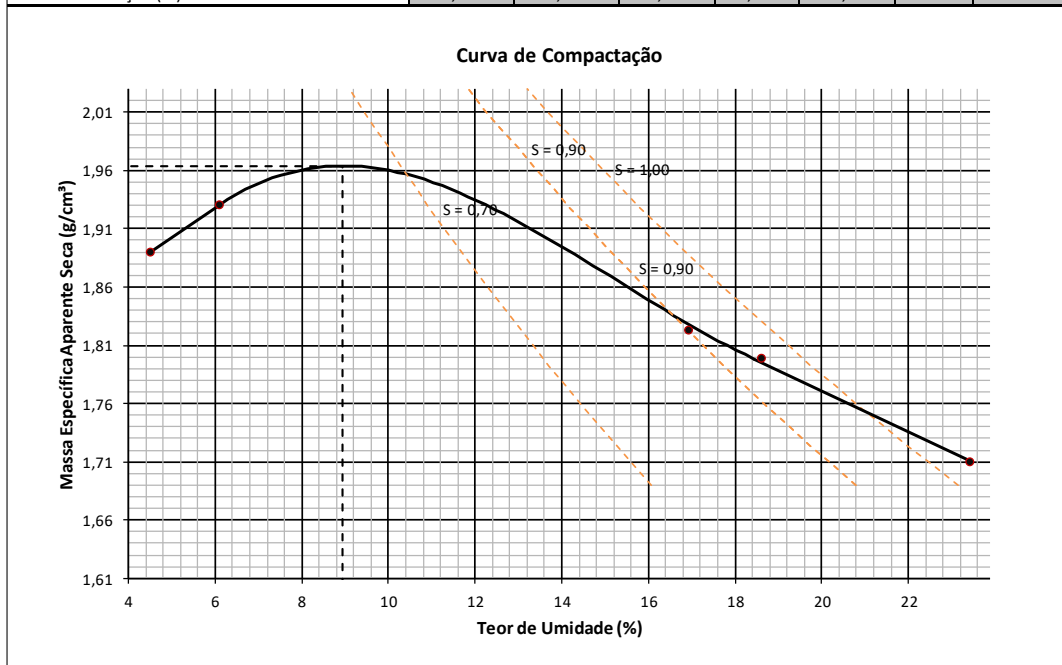


## 4.2 LAUDOS

### 4.2.1 ENSAIO 01

N E S ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA					
Solicitante:	Município de São Bonifácio	Obra:		Data da coleta:	10/07/2021
Responsável pela coleta:	Nathan Ricardo Luiz	Endereço:	Rua do Agricultor	Jazida:	
Material coletado:	Areia Média	Observações:			

Ensaio de Compactação dos solos - NBR 7182:2016						
Peso do Cilindro + Solo Úmido (g):	8342,00	8496,00	8674,00	8670,00	8625,00	
Peso do Solo Úmido (g):	4181,62	4335,62	4513,62	4509,62	4464,62	
Massa Específica Aparente Úmida (g/cm³):	1,98	2,05	2,14	2,13	2,11	
Cápsula:	32	57	4	30	57	
Peso da Cápsula (g):	5,70	5,35	5,15	5,55	5,12	
Peso da Cápsula + Solo Úmido (g):	21,20	21,36	21,20	16,52	22,84	
Peso da Cápsula + Solo Seco (g):	20,15	20,14	19,15	15,23	20,65	
Teor de Umidade (%):	7,27	8,25	14,64	13,33	14,10	
Cápsula:	30	58	12	58	12	
Peso da Cápsula (g):	5,10	5,75	5,36	5,24	5,65	
Peso da Cápsula + Solo Úmido (g):	25,00	22,25	18,80	18,53	18,67	
Peso da Cápsula + Solo Seco (g):	24,50	21,50	16,25	16,19	15,40	
Teor de Umidade (%):	2,58	4,76	23,42	21,37	33,54	
Cilindro:	4	4	4	4	4	
Peso do Cilindro (g):	4160,38	4160,38	4160,38	4160,38	4160,38	
Volume do Cilindro (cm³):	2114,07	2114,07	2114,07	2114,07	2114,07	
Teor de Umidade Médio (%)	4,9	6,5	19,0	17,3	23,8	
Massa Específica Aparente Seca (g/cm³):	1,89	1,93	1,79	1,82	1,71	
Índice de Vazios	0,48	0,45	0,56	0,54	0,64	
Porosidade (%)	32,61%	31,16%	35,88%	35,02%	39,03%	
Grau de Saturação (%)	28,46%	40,20%	95,14%	90,06%	104,10%	



Resumo do Ensaio					
Massa Espec. Aparente Seca Máxima (g/cm³):	1,960	Umidade Ótima (%):	9,349	Energia:	Normal

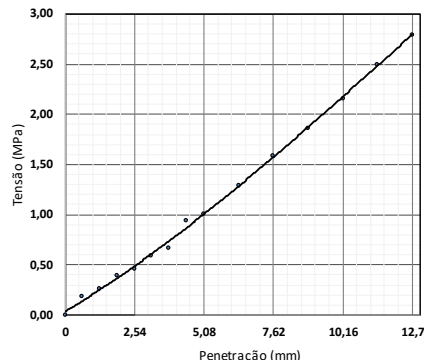
Assinado de forma digital por NATHAN RICARDO LUIZ,98850720913  
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=000001009907560, ou=Secretaria da Receita Federal  
do Brasil - RFB, ou=RFB e CPF A1, ou=AC SERASA RFB v5, ou=00100997000151,  
ou=PRESENCIAL, ou=NATHAN RICARDO LUIZ,98850720913  
Dados: 2021.07.21 08:46:52 -0300

Nathan Ricardo Luiz  
Eng. Civil-Crea 174738-8

<b>N &amp; S ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA</b>					
<b>Solicitante:</b>	Município de São Bonifácio	<b>Obra:</b>		<b>Data da coleta:</b>	10/07/2021
<b>Responsável pela coleta:</b>	Nathan Ricardo Luiz	<b>Endereço:</b>	Rua do Agricultor	<b>Jazida:</b>	
<b>Material coletado:</b>	Areia Média	<b>Observações:</b>			

**CORPO DE PROVA 16**

Tempo (min)	Penetração (mm)	Leitura (µm)	Carga (N)	Pressão (MPa)
0,00	0	0,00	0	0,00
0,50	0,63	16,00	362,58	0,19
1,00	1,27	22,00	498,54	0,26
1,50	1,9	34,00	770,47	0,40
2,00	2,54	39,00	883,78	0,46
2,50	3,17	50,00	1.133,05	0,59
3,00	3,81	57,00	1.291,68	0,67
3,50	4,44	80,00	1.812,88	0,94
4,00	5,08	86,00	1.948,85	1,01
5,00	6,35	110,00	2.492,71	1,29
6,00	7,62	135,00	3.059,24	1,58
7,00	8,89	159,00	3.603,10	1,86
8,00	10,16	184,00	4.169,62	2,16
9,00	11,43	213,00	4.826,79	2,50
10,00	12,7	238,00	5.393,32	2,79

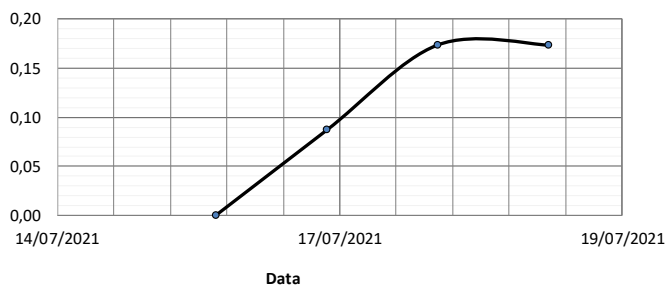


Coefficiente de correção da curva	1,105
Constante do anel (N/µm)	22,66
Área do pistão (mm²)	1.932,21

— Valores Corrigidos  
 Equação característica  
 $y = -0,013x^3 + 0,2839x^2 - 0,7589x + 0,6361$   
 $R^2 = 0,9991$

Penetração (mm)	Pressão (MPa)			ISC (%)
	Calculada	Corrigida	Padrão	
2,54	0,457	0,699	6,90	10,13
5,08	1,009	1,242	10,35	12,00

Data	Hora	Leitura do relógio (mm)	Altura inicial do corpo de prova (mm)	Expansão (%)
16/07/2021	14:00	0,500	115,21	0,00
17/07/2021	14:00	0,600		0,09
18/07/2021	14:00	0,700		0,17
19/07/2021	14:00	0,700		0,17



Assinado de forma digital por NATHAN RICARDO LUZ/09850720913  
 DN: cn=Nathan Ricardo Luiz, o=Município de São Bonifácio, ou=Secretaria de Planejamento, ou=Estado de Santa Catarina, ou=Brasil, ou=ICP-Brasil, ou=000001009070700, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e CPF A1, ou=AC SERASA RFB v5, ou=0100997000151, ou=PRESENCIAL, cn=NATHAN RICARDO LUZ/09850720913  
 Data: 2021.07.21 08:47:46 -03'00'

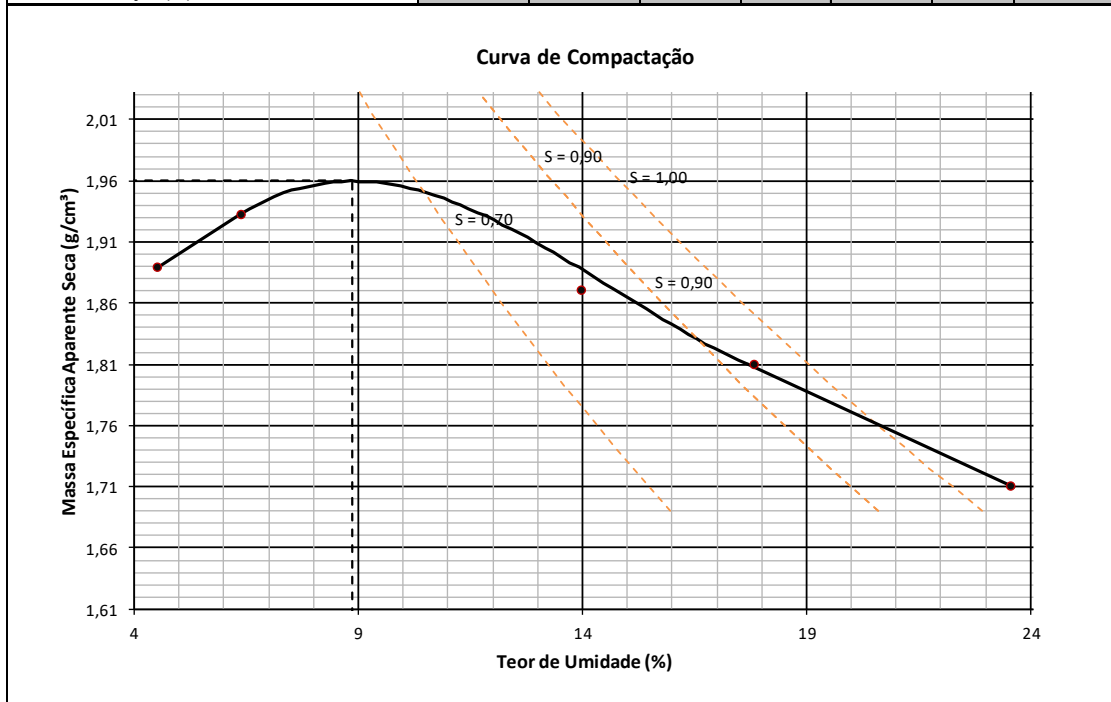
Nathan Ricardo Luiz  
 Eng. Civil-Crea 174738-8

O ensaio de Índice de Suporte Califórnia foi realizado utilizando-se um corpo de prova moldado na **umidade ótima de 9,349%**, obtida através do ensaio de compactação com energia de compactação normal. O corpo de prova foi deixado submerso por 96 horas (4 dias), período após o qual mediu-se a **expansão com valor máximo de 0,17%**. Conforme a NBR 9895, para o CBR do material ensaiado deve-se adotar o valor maior dos valores obtidos nas penetrações de 2,54 mm e 5,08 mm, obtendo-se CBR de **12,00%**.

4.2.2 ENSAIO 02

<b>N E S ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA</b>					
<b>Solicitante</b>	Município de São Bonifácio	<b>Obra:</b>		<b>Data da coleta:</b>	10/07/2021
<b>Responsável pela coleta:</b>	Nathan Ricardo Luiz	<b>Endereço:</b>		<b>Jazida:</b>	
<b>Material coletado:</b>	Areia Média	<b>Observações</b>	RUA DO AGRICULTOR COM PROFESSOR FRANCISCO SCHADEN		

Ensaio de Compactação dos solos - NBR 7182:2016						
Peso do Cilindro + Solo Úmido (g):	8355,00	8529,00	8691,00	8690,00	8650,00	
Peso do Solo Úmido (g):	4194,62	4368,62	4530,62	4529,62	4489,62	
Massa Específica Aparente Úmida (g/cm³):	1,98	2,07	2,14	2,14	2,12	
Cápsula:	32	57	4	30	57	
Peso da Cápsula (g):	5,62	5,35	5,15	5,55	5,12	
Peso da Cápsula + Solo Úmido (g):	21,15	21,36	21,20	16,52	22,84	
Peso da Cápsula + Solo Seco (g):	20,09	20,14	19,15	15,23	20,65	
Teor de Umidade (%):	7,33	8,25	14,64	13,33	14,10	
Cápsula:	30	58	12	58	12	
Peso da Cápsula (g):	5,15	5,70	5,30	5,16	5,70	
Peso da Cápsula + Solo Úmido (g):	24,90	22,20	18,50	18,00	18,60	
Peso da Cápsula + Solo Seco (g):	24,45	21,39	16,15	16,30	15,35	
Teor de Umidade (%):	2,33	5,16	21,66	15,26	33,68	
Cilindro:	4	4	4	4	4	
Peso do Cilindro (g):	4160,38	4160,38	4160,38	4160,38	4160,38	
Volume do Cilindro (cm³):	2114,07	2114,07	2114,07	2114,07	2114,07	
Teor de Umidade Médio (%)	4,8	6,7	18,2	14,3	23,9	
Massa Específica Aparente Seca (g/cm³):	1,89	1,94	1,81	1,87	1,71	
Índice de Vazios	0,48	0,44	0,54	0,49	0,63	
Porosidade (%)	32,34%	30,77%	35,16%	32,98%	38,72%	
Grau de Saturação (%)	28,26%	42,20%	93,65%	81,24%	105,76%	




Resumo do Ensaio					
Massa Espec. Aparente Seca Máxima (g/cm³):	1,964	Umidade Ótima (%):	9,186	Energia:	Normal

Assinado de forma digital por NATHAN RICARDO LUIZ/09850720913  
 DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=000001009907560, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e-CPF A1, ou=AC SERASA RFB v5, ou=00100997000151, ou=PRESENCIAL, cn=NATHAN RICARDO LUIZ/09850720913  
 Dados: 2021.07.21 08:48:02 -03'00'

Nathan Ricardo Luiz  
 Eng. Civil-Crea 174738-8

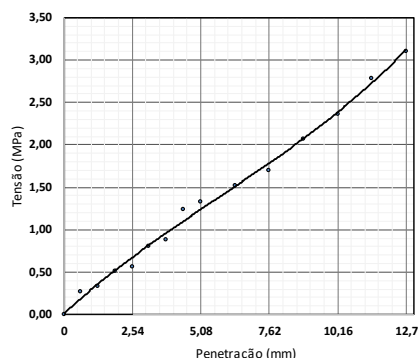




 N & S ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA				
Solicitante:	Município de São Bonifácio		Obra:	Data da coleta:
Responsável pela coleta:	Nathan Ricardo Luiz		Endereço:	Jazida:
Material coletado:	Areia Média		Observações:	RUA DO AGRICULTOR COM PROFESSOR FRANCISCO SCHADEN

**CORPO DE PROVA 17**

Tempo (min)	Penetração (mm)	Leitura (µm)	Carga (N)	Pressão (MPa)
0,00	0	0,00	0	0,00
0,50	0,63	23,00	521,20	0,27
1,00	1,27	28,00	634,51	0,33
1,50	1,9	44,00	997,08	0,52
2,00	2,54	48,00	1.087,73	0,56
2,50	3,17	69,00	1.563,61	0,81
3,00	3,81	75,00	1.699,58	0,88
3,50	4,44	106,00	2.402,07	1,24
4,00	5,08	113,00	2.560,69	1,33
5,00	6,35	130,00	2.945,93	1,52
6,00	7,62	145,00	3.285,85	1,70
7,00	8,89	176,00	3.988,34	2,06
8,00	10,16	201,00	4.554,86	2,36
9,00	11,43	237,00	5.370,66	2,78
10,00	12,7	265,00	6.005,17	3,11

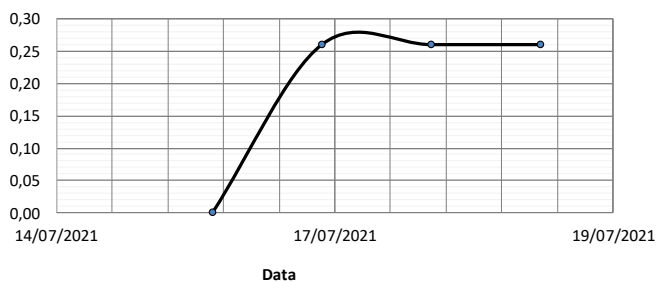


— Valores Corrigidos  
Equação característica  
 $y = -0,013x^3 + 0,2839x^2 - 0,7589x + 0,6361$   
 $R^2 = 0,9991$

Coefficiente de correção da curva	0,000
Constante do anel (N/µm)	22,66
Área do pistão (mm²)	1.932,21

Penetração (mm)	Pressão (MPa)			ISC (%)
	Calculada	Corrigida	Padrão	
2,54	0,563	0,563	6,90	8,16
5,08	1,325	1,325	10,35	12,80

Data	Hora	Leitura do relógio (mm)	Altura inicial do corpo de prova (mm)	Expansão (%)
16/07/2021	14:00	0,600	115,21	0,00
17/07/2021	14:00	0,900		0,26
18/07/2021	14:00	0,900		0,26
19/07/2021	14:00	0,900		0,26



Assinado de forma digital por NATHAN RICARDO LUIZ/09850720913  
DN: cn=BR, o=ICP-Brasil, ou=000001009907560, ou=Secretaria da  
Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e-CPF A1, ou=AC SERASA RFB  
v5, ou=001009997000151, ou=PRESENCIAL, cn=NATHAN RICARDO  
LUIZ/09850720913  
Dados: 2021.07.21 08:48:15 -03'00'

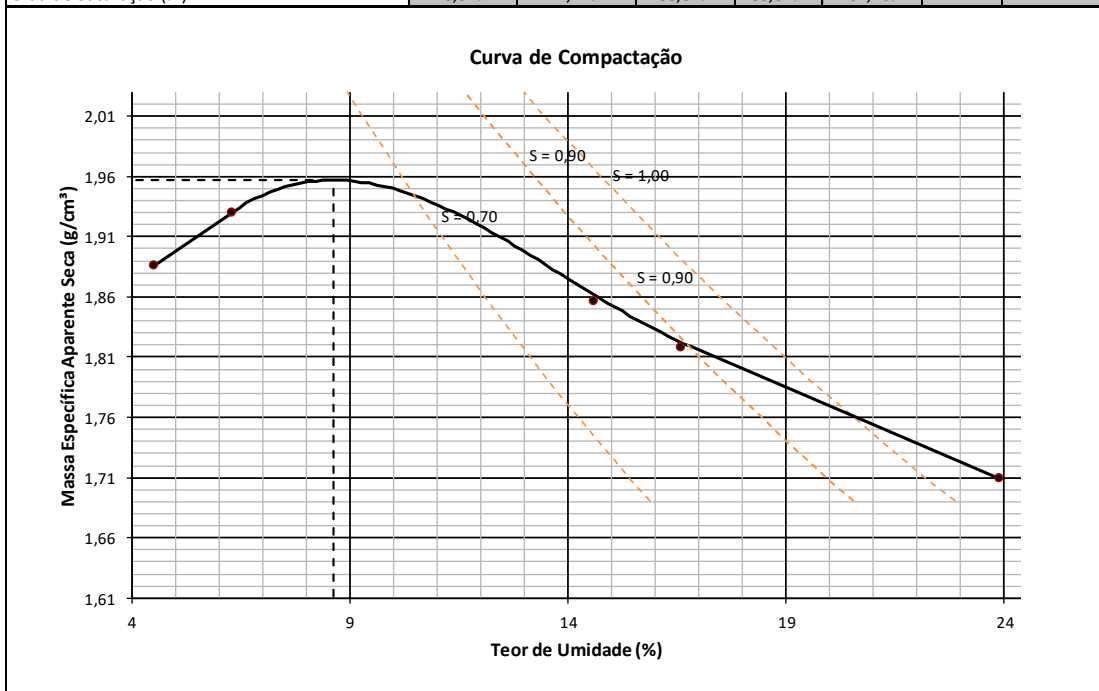
Nathan Ricardo Luiz  
Eng. Civil-Crea 174738-8

O ensaio de Índice de Suporte Califórnia foi realizado utilizando-se um corpo de prova moldado na **umidade ótima de 9,186%**, obtida através do ensaio de compactação com energia de compactação normal. O corpo de prova foi deixado submerso por 96 horas (4 dias), período após o qual mediu-se a **expansão com valor máximo de 0,26%**. Conforme a NBR 9895, para o CBR do material ensaiado deve-se adotar o valor maior dos valores obtidos nas penetrações de 2,54 mm e 5,08 mm, obtendo-se CBR de **12,80%**.

4.2.3 ENSAIO 03

		N E S ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA			
<b>Solicitante:</b>	Município de São Bonifácio	<b>Obra:</b>		<b>Data da coleta:</b>	10/07/2021
<b>Responsável pela coleta:</b>	Nathan Ricardo Luiz	<b>Endereço:</b>		<b>Jazida:</b>	
<b>Material coletado:</b>	Areia Média	<b>Observações:</b>	RUA PADRE AUGUSTO SCHWIRLING		

Ensaio de Compactação dos solos - NBR 7182:2016						
Peso do Cilindro + Solo Úmido (g):	8350,00	8520,00	8664,00	8680,00	8660,00	
Peso do Solo Úmido (g):	4189,62	4359,62	4503,62	4519,62	4499,62	
Massa Específica Aparente Úmida (g/cm³):	1,98	2,06	2,13	2,14	2,13	
Cápsula:	32	57	4	30	57	
Peso da Cápsula (g):	5,62	5,35	5,15	5,55	5,12	
Peso da Cápsula + Solo Úmido (g):	21,10	21,30	21,26	16,57	22,89	
Peso da Cápsula + Solo Seco (g):	20	20,1	19,19	15,21	20,68	
Teor de Umidade (%):	7,65	8,14	14,74	14,08	14,20	
Cápsula:	30	58	12	58	12	
Peso da Cápsula (g):	5,10	5,65	5,35	5,15	5,65	
Peso da Cápsula + Solo Úmido (g):	24,95	22,25	18,30	18,11	18,63	
Peso da Cápsula + Solo Seco (g):	24,50	21,40	16,20	16,32	15,30	
Teor de Umidade (%):	2,32	5,40	19,35	16,03	34,51	
Cilindro:	4	4	4	4	4	
Peso do Cilindro (g):	4160,38	4160,38	4160,38	4160,38	4160,38	
Volume do Cilindro (cm³):	2114,07	2114,07	2114,07	2114,07	2114,07	
Teor de Umidade Médio (%)	5,0	6,8	17,0	15,1	24,4	
Massa Específica Aparente Seca (g/cm³):	1,89	1,93	1,82	1,86	1,71	
Índice de Vazios	0,48	0,45	0,54	0,51	0,63	
Porosidade (%)	32,52%	30,95%	34,94%	33,57%	38,81%	
Grau de Saturação (%)	28,94%	42,22%	88,82%	83,31%	107,40%	




Resumo do Ensaio					
Massa Espec. Aparente Seca Máxima (g/cm³):	1,959	Umidade Ótima (%):	9,110	Energia:	Normal

Assinado de forma digital por NATHAN RICARDO LUIZ:09850720913  
 DNE - SR - IC - Brasil, ou=800001009970502, ou=Secretaria de Receita Federal do Brasil - REB, ou=PPS e CPF A1, ou=AC SEBASA IFS v5, ou=00100997000151, ou=PRESENCIAL, cn=NATHAN RICARDO LUIZ:09850720913  
 Data: 2021.07.21 08:46:28 -03'00'

Nathan Ricardo Luiz  
Eng. Civil-Crea 174738-8

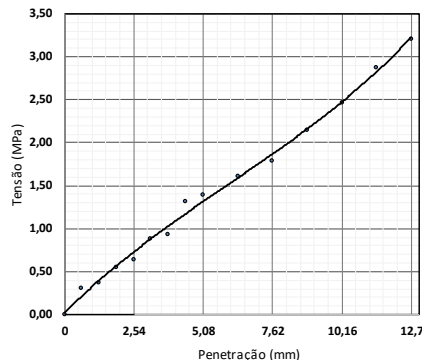




 N & S ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA			
Solicitante:	Município de São Bonifácio	Obra:	Data da coleta:
Responsável pela coleta:	Nathan Ricardo Luiz	Endereço:	Jazida:
Material coletado:	Areia Média	Observações:	RUA PADRE AUGUSTO SCHWIRLING

**CORPO DE PROVA 18**

Tempo (min)	Penetração (mm)	Leitura (µm)	Carga (N)	Pressão (MPa)
0,00	0	0,00	0	0,00
0,50	0,63	26,00	589,19	0,30
1,00	1,27	32,00	725,15	0,38
1,50	1,9	47,00	1.065,07	0,55
2,00	2,54	54,00	1.223,69	0,63
2,50	3,17	75,00	1.699,58	0,88
3,00	3,81	80,00	1.812,88	0,94
3,50	4,44	112,00	2.538,03	1,31
4,00	5,08	119,00	2.696,66	1,40
5,00	6,35	137,00	3.104,56	1,61
6,00	7,62	152,00	3.444,47	1,78
7,00	8,89	183,00	4.146,96	2,15
8,00	10,16	210,00	4.758,81	2,46
9,00	11,43	245,00	5.551,95	2,87
10,00	12,7	273,00	6.186,45	3,20

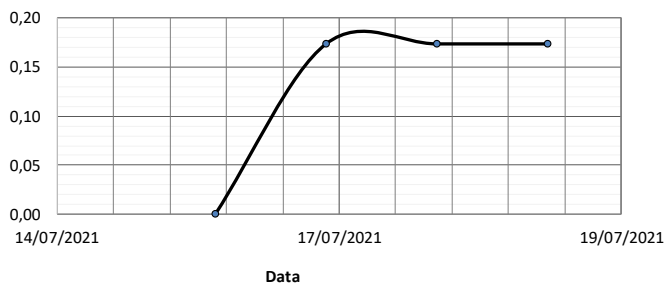


Coefficiente de correção da curva	0,000
Constante do anel (N/µm)	22,66
Área do pistão (mm²)	1.932,21

— Valores Corrigidos  
Equação característica  
 $y = -0,013x^3 + 0,2839x^2 - 0,7589x + 0,6361$   
 $R^2 = 0,9991$

Penetração (mm)	Pressão (MPa)			ISC (%)
	Calculada	Corrigida	Padrão	
2,54	0,633	0,633	6,90	9,18
5,08	1,396	1,396	10,35	13,48

Data	Hora	Leitura do relógio (mm)	Altura inicial do corpo de prova (mm)	Expansão (%)
16/07/2021	14:00	1,000	115,21	0,00
17/07/2021	14:00	1,200		0,17
18/07/2021	14:00	1,200		0,17
19/07/2021	14:00	1,200		0,17



Assinado de forma digital por NATHAN RICARDO LUIZ/09850720913  
DN: c=BR, o=CPF, ou=00001009907560, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e CPF, st=SC, ou=SECRETARIA RFB, ou=00100991000151, ou=PRESENCIAL, ou=NATHAN RICARDO LUIZ/09850720913  
Data: 2021.07.21 08:46:42 -0300

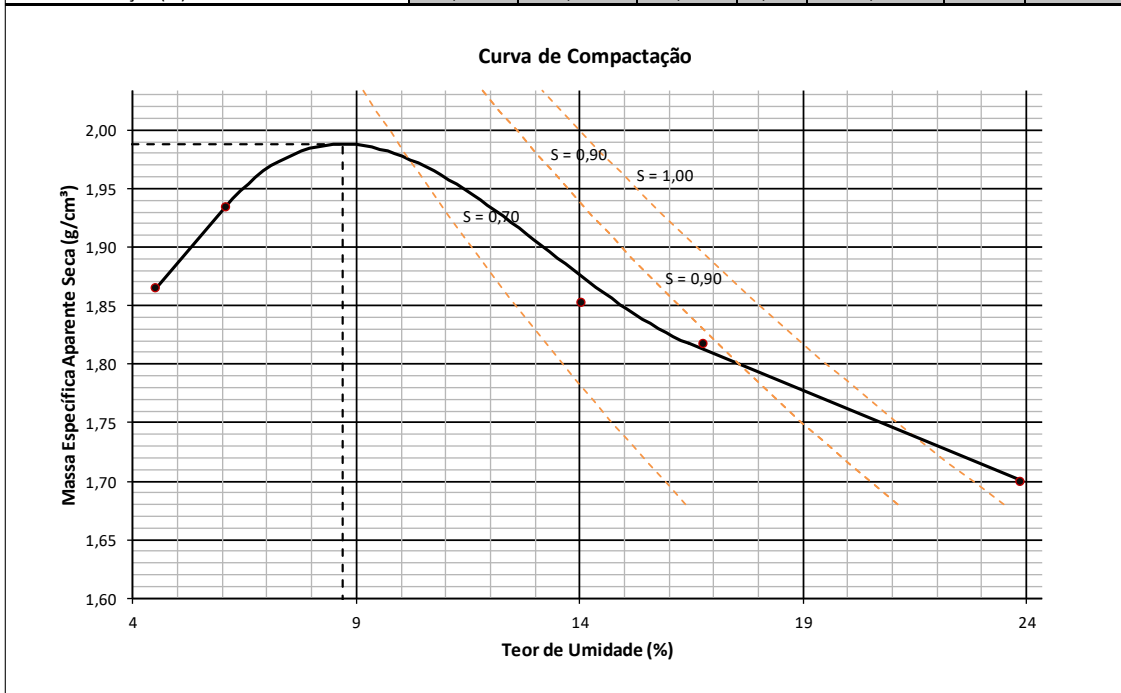
Nathan Ricardo Luiz  
Eng. Civil-Crea 174738-8

O ensaio de Índice de Suporte Califórnia foi realizado utilizando-se um corpo de prova moldado na **umidade ótima de 9,11%**, obtida através do ensaio de compactação com energia de compactação normal. O corpo de prova foi deixado submerso por 96 horas (4 dias), período após o qual mediu-se a **expansão com valor máximo de 0,17%**. Conforme a NBR 9895, para o CBR do material ensaiado deve-se adotar o valor maior dos valores obtidos nas penetrações de 2,54 mm e 5,08 mm, obtendo-se CBR de **13,48%**.

4.2.4 ENSAIO 04

<b>N E S ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA</b>					
<b>Solicitante</b>	Município de São Bonifácio	<b>Obra:</b>		<b>Data da coleta:</b>	10/07/2021
<b>Responsável pela coleta:</b>	Nathan Ricardo Luiz	<b>Endereço:</b>		<b>Jazida:</b>	
<b>Material coletado:</b>	Areia Média	<b>Observações:</b>	RUA PADRE AUGUSTO SCHWIRLING COM RUA PROFESSOR FRANCISCO SCHADEN		

Ensaio de Compactação dos solos - NBR 7182:2016						
Peso do Cilindro + Solo Úmido (g):	8294,00	8510,00	8661,00	8640,00	8626,00	
Peso do Solo Úmido (g):	4133,62	4349,62	4500,62	4479,62	4465,62	
Massa Específica Aparente Úmida (g/cm³):	1,96	2,06	2,13	2,12	2,11	
Cápsula:	32	57	4	30	57	
Peso da Cápsula (g):	5,62	5,35	5,15	5,55	5,12	
Peso da Cápsula + Solo Úmido (g):	21,05	21,20	21,29	16,50	23,00	
Peso da Cápsula + Solo Seco (g):	20	20,1	19,19	15,21	20,68	
Teor de Umidade (%):	7,30	7,46	14,96	13,35	14,91	
Cápsula:	30	58	12	58	12	
Peso da Cápsula (g):	5,10	5,65	5,35	5,15	5,65	
Peso da Cápsula + Solo Úmido (g):	24,90	22,19	18,25	18,00	18,50	
Peso da Cápsula + Solo Seco (g):	24,50	21,40	16,20	16,32	15,30	
Teor de Umidade (%):	2,06	5,02	18,89	15,04	33,16	
Cilindro:	4	4	4	4	4	
Peso do Cilindro (g):	4160,38	4160,38	4160,38	4160,38	4160,38	
Volume do Cilindro (cm³):	2114,07	2114,07	2114,07	2114,07	2114,07	
Teor de Umidade Médio (%)	4,7	6,2	16,9	14,2	24,0	
Massa Específica Aparente Seca (g/cm³):	1,87	1,94	1,82	1,86	1,70	
Índice de Vazios	0,50	0,44	0,54	0,51	0,64	
Porosidade (%)	33,23%	30,77%	34,91%	33,67%	39,12%	
Grau de Saturação (%)	26,32%	39,26%	88,27%	78,25%	104,63%	




Resumo do Ensaio					
Massa Espec. Aparente Seca Máxima (g/cm³):	1,991	Umidade Ótima (%):	8,885	Energia:	Normal

Assinado de forma digital por NATHAN RICARDO LUIZ/29850720913  
DN: e=RL, ou=ICP-Brasil, ou=000001009907360, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e CPF A1, ou=AC SERASA RFB v3, ou=00100997000151, ou=PRESENCIAL, cn=NATHAN RICARDO LUIZ/29850720913  
Data: 2021.07.21 08:48:58 -03'00'

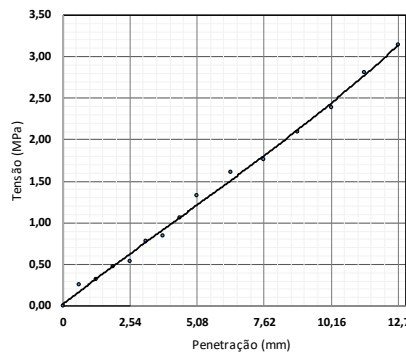
Nathan Ricardo Luiz  
Eng. Civil-Crea 174738-8



 N & S ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA			
Solicitante:	Município de São Bonifácio	Obra:	Data da coleta:
Responsável pela coleta:	Nathan Ricardo Luiz	Endereço:	Jazida:
Material coletado:	Areia Média	Observações:	RUA PADRE AUGUSTO SCHWIRLING COM RUA PROFESSOR FRANCISCO SCHADEN

**CORPO DE PROVA 18**

Tempo (min)	Penetração (mm)	Leitura (µm)	Carga (N)	Pressão (MPa)
0,00	0	0,00	0	0,00
0,50	0,63	22,00	498,54	0,26
1,00	1,27	27,00	611,85	0,32
1,50	1,9	40,00	906,44	0,47
2,00	2,54	46,00	1.042,41	0,54
2,50	3,17	66,00	1.495,63	0,77
3,00	3,81	72,00	1.631,59	0,84
3,50	4,44	90,00	2.039,49	1,06
4,00	5,08	113,00	2.560,69	1,33
5,00	6,35	137,00	3.104,56	1,61
6,00	7,62	150,00	3.399,15	1,76
7,00	8,89	178,00	4.033,66	2,09
8,00	10,16	204,00	4.622,84	2,39
9,00	11,43	239,00	5.415,98	2,80
10,00	12,7	268,00	6.073,15	3,14

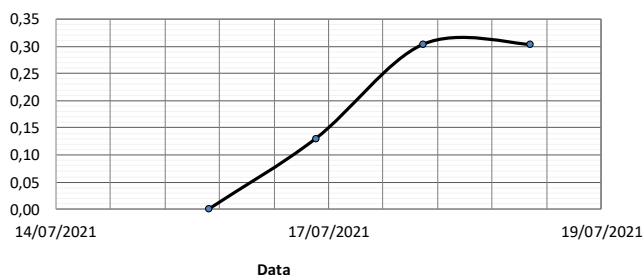


Valores Corrigidos  
Equação característica  
 $y = -0,013x^3 + 0,2839x^2 - 0,7589x + 0,6361$   
 $R^2 = 0,9991$

Coefficiente de correção da curva	0,000
Constante do anel (N/µm)	22,66
Área do pistão (mm²)	1.932,21

Penetração (mm)	Pressão (MPa)			ISC (%)
	Calculada	Corrigida	Padrão	
2,54	0,539	0,539	6,90	7,82
5,08	1,325	1,325	10,35	12,80

Data	Hora	Leitura do relógio (mm)	Altura inicial do corpo de prova (mm)	Expansão (%)
16/07/2021	14:00	0,750	115,21	0,00
17/07/2021	14:00	0,900		0,13
18/07/2021	14:00	1,100		0,30
19/07/2021	14:00	1,100		0,30




Assinado de forma digital por NATHAN RICARDO LUIZ.09850720913  
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=000001009907560, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB-e-CF/A1, ou=AC SERASA RFB v5, ou=00100997000151, ou=PRESENCIAL, cn=NATHAN RICARDO LUIZ.09850720913  
Dados: 2021.07.21 08:49:16 -03'00'

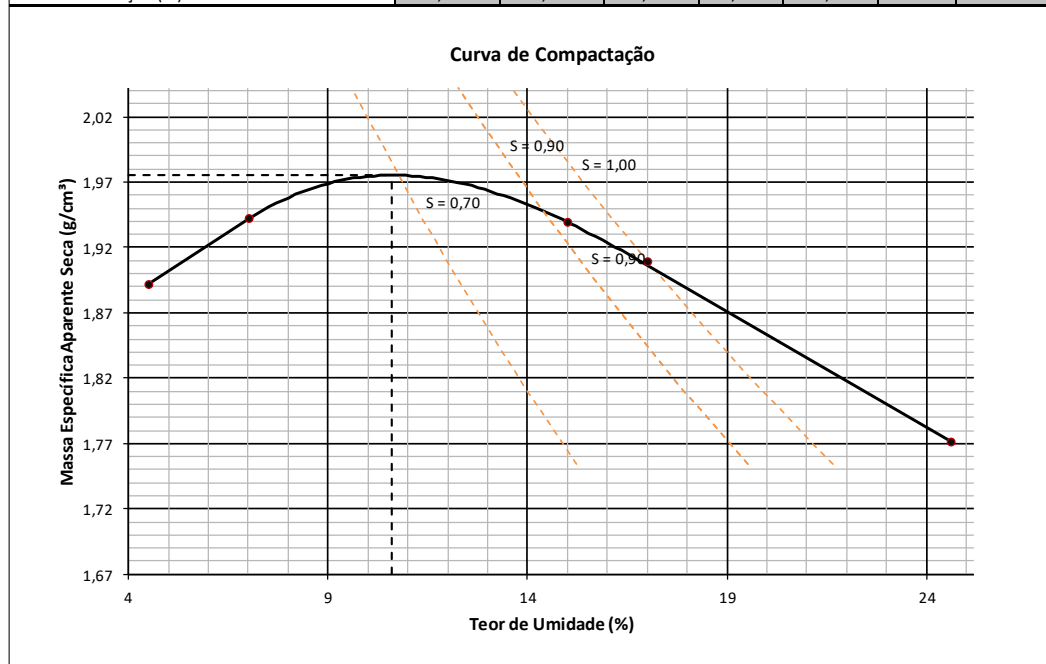
Nathan Ricardo Luiz  
Eng. Civil-Crea 174738-8

O ensaio de Índice de Suporte Califórnia foi realizado utilizando-se um corpo de prova moldado na **umidade ótima de 8,885%**, obtida através do ensaio de compactação com energia de compactação normal. O corpo de prova foi deixado submerso por 96 horas (4 dias), período após o qual mediu-se a **expansão com valor máximo de 0,30%**. Conforme a NBR 9895, para o CBR do material ensaiado deve-se adotar o valor maior dos valores obtidos nas penetrações de 2,54 mm e 5,08 mm, obtendo-se CBR de **12,80%**.

4.2.5 ENSAIO 05

 N & S ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA					
Solicitante:	Município de São Bonifácio	Obra:		Data da coleta:	10/07/2021
Responsável pela coleta:	Nathan Ricardo Luiz	Endereço:		Jazida:	
Material coletado:	Areia Média	Observações:	RUA PROFESSOR FRANCISCO SCHADEN		

Ensaio de Compactação dos solos - NBR 7182:2016					
Peso do Cilindro + Solo Úmido (g):	8319,00	8534,00	8862,00	8854,00	8805,00
Peso do Solo Úmido (g):	4158,62	4373,62	4701,62	4693,62	4644,62
Massa Específica Aparente Úmida (g/cm³):	1,97	2,07	2,22	2,22	2,20
Cápsula:	32	57	4	30	57
Peso da Cápsula (g):	5,60	5,35	5,15	5,55	5,12
Peso da Cápsula + Solo Úmido (g):	21,00	21,29	21,20	16,45	23,15
Peso da Cápsula + Solo Seco (g):	20,15	20,1	19,1	15,15	20,7
Teor de Umidade (%):	5,84	8,07	15,05	13,54	15,73
Cápsula:	30	58	12	58	12
Peso da Cápsula (g):	5,15	5,65	5,35	5,15	5,60
Peso da Cápsula + Solo Úmido (g):	24,85	22,10	18,20	18,10	18,40
Peso da Cápsula + Solo Seco (g):	24,35	21,25	16,20	16,32	15,23
Teor de Umidade (%):	2,60	5,45	18,43	15,94	32,92
Cilindro:	4	4	4	4	4
Peso do Cilindro (g):	4160,38	4160,38	4160,38	4160,38	4160,38
Volume do Cilindro (cm³):	2114,07	2114,07	2114,07	2114,07	2114,07
Teor de Umidade Médio (%)	4,2	6,8	16,7	14,7	24,3
Massa Específica Aparente Seca (g/cm³):	1,89	1,94	1,90	1,93	1,77
Índice de Vazios	0,48	0,44	0,47	0,45	0,58
Porosidade (%)	32,53%	30,72%	31,90%	30,83%	36,82%
Grau de Saturação (%)	24,50%	42,63%	99,99%	92,52%	116,72%




Resumo do Ensaio					
Massa Espec. Aparente Seca Máxima (g/cm³):	1,971	Umidade Ótima (%):	10,337	Energia:	Normal

Assinado de forma digital por NATHAN RICARDO LUIZ:09850720913  
 DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=000001009907560, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e CPF A1, ou=AC SERASA RFB v5, ou=01100997000151, ou=RS:SERCA1, cn=NATHAN RICARDO LUIZ:09850720913  
 Dados: 2021.07.21 08:48:33 -03'00'

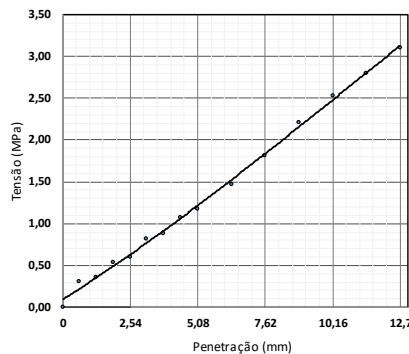
Nathan Ricardo Luiz  
Eng. Civil-Crea 174738-8



 N & S ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA			
<b>Solicitante:</b>	Município de São Bonifácio	<b>Obra:</b>	<b>Data da coleta:</b> 10/07/2021
<b>Responsável pela coleta:</b>	Nathan Ricardo Luiz	<b>Endereço:</b>	<b>Jazida:</b>
<b>Material coletado:</b>	Areia Média	<b>Observações:</b>	RUA PROFESSOR FRANCISCO SCHADEN

**CORPO DE PROVA 18**

Tempo (min)	Penetração (mm)	Leitura (µm)	Carga (N)	Pressão (MPa)
0,00	0	0,00	0	0,00
0,50	0,63	26,00	589,19	0,30
1,00	1,27	31,00	702,49	0,36
1,50	1,9	46,00	1.042,41	0,54
2,00	2,54	51,00	1.155,71	0,60
2,50	3,17	70,00	1.586,27	0,82
3,00	3,81	75,00	1.699,58	0,88
3,50	4,44	92,00	2.084,81	1,08
4,00	5,08	100,00	2.266,10	1,17
5,00	6,35	125,00	2.832,63	1,47
6,00	7,62	155,00	3.512,46	1,82
7,00	8,89	188,00	4.260,27	2,20
8,00	10,16	215,00	4.872,12	2,52
9,00	11,43	238,00	5.393,32	2,79
10,00	12,7	265,00	6.005,17	3,11

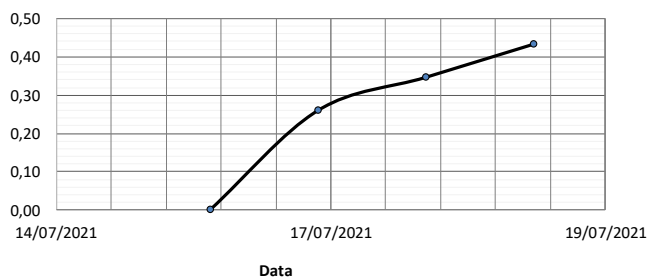


— Valores Corrigidos  
Equação característica  
 $y = -0,013x^3 + 0,2839x^2 - 0,7589x + 0,6361$   
 $R^2 = 0,9991$

Coefficiente de correção da curva	0,591
Constante do anel (N/µm)	22,66
Área do pistão (mm²)	1.932,21

Penetração (mm)	Pressão (MPa)			ISC (%)
	Calculada	Corrigida	Padrão	
2,54	0,598	0,751	6,90	10,89
5,08	1,173	1,339	10,35	12,94

Data	Hora	Leitura do relógio (mm)	Altura inicial do corpo de prova (mm)	Expansão (%)
16/07/2021	14:00	0,400	115,21	0,00
17/07/2021	14:00	0,700		0,26
18/07/2021	14:00	0,800		0,35
19/07/2021	14:00	0,900		0,43



Assinado de forma digital por NATHAN RICARDO  
LUIZ:09850720913  
DN: c=BR, ou=ICP-Brasil, ou=000001009907560, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e CPF A1, ou=AC SERASA RFB vs, ou=00100997000151, ou=PRESENCIAL, cn=NATHAN RICARDO LUIZ:09850720913  
Dados: 2021.07.21 08:49:50 -03'00'

Nathan Ricardo Luiz  
Eng. Civil-Crea 174738-8

O ensaio de Índice de Suporte Califórnia foi realizado utilizando-se um corpo de prova moldado na **umidade ótima de 10,337%**, obtida através do ensaio de compactação com energia de compactação normal. O corpo de prova foi deixado submerso por 96 horas (4 dias), período após o qual mediu-se a **expansão com valor máximo de 0,43%**. Conforme a NBR 9895, para o CBR do material ensaiado deve-se adotar o valor maior dos valores obtidos nas penetrações de 2,54 mm e 5,08 mm, **obtendo-se CBR de 12,94%**.



#### COMENTÁRIOS GERAIS: RESULTADO DOS RESULTADOS

Durante a extração dos solos foi observado que o subleito existente era composto por um horizonte, onde o solo do tipo arenoso com espessura entre 0,8 até 1,60, não ocorrendo extração após 1,60 metros. De modo geral as amostras apresentaram valores de CBR superiores a 10% e índice de expansão inferior a 1%.

## 5. APÊNDICES



**Anotação de Responsabilidade Técnica - ART CREA-SC**

Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina



**ART OBRA OU SERVIÇO**

25 2021 7879320-4

Inicial  
Individual

1. Responsável Técnico

**NATHAN RICARDO LUIZ**

Título Profissional: Engenheiro Civil

RNP: 2519559721

Registro: 174738-0-SC

Empresa Contratada: N E S ENGENHARIA E CONSTRUCOES LTDA

Registro: 177497-3-SC

2. Dados do Contrato

Contratante: MUNICÍPIO DE SÃO BONIFÁCIO

Endereço: AVENIDA 29 DE DEZEMBRO

Complemento:

Cidade: SÃO BONIFÁCIO

Valor da Obra/Serviço/Contrato: R\$ 5.000,00

Contrato:

Celebrado em

Honorários:

Vinculado à ART:

Ação Institucional:

Tipo de Contratante: Pessoa Jurídica de Direito Público

CPF/CNPJ: 82.892.340/0001-39

Nº: 12

Bairro: Centro

UF: SC

CEP: 88485-000

3. Dados Obra/Serviço

Proprietário: MUNICÍPIO DE SÃO BONIFÁCIO

Endereço: RUAS AGRICULTOR, PROFESSOR FRANCISCO SCHADEN

Complemento:

Cidade: SÃO BONIFÁCIO

Data de Início: 10/07/2021

Finalidade:

Data de Término: 20/07/2021

Bairro: CENTRO

UF: SC

Coordenadas Geográficas:

CPF/CNPJ: 82.892.340/0001-39

Nº: 12

CEP: 88485-000

Código:

4. Atividade Técnica

Projeto	Estudo	Memorial Descritivo	Lauds
<b>Geotecnia</b>			
Execução	Projeto	Dimensão do Trabalho	Unidade(s)
<b>Sondagem</b>		Estudo	5,00
		Dimensão do Trabalho	7,50
			Metro(s)
			Elaboração

5. Observações

ENSAIOS DE PROCTOR NORMAL, EXPANSÃO DOS SOLOS E CBR, PARA SUBSIDIAR PROJETOS DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA.

6. Declarações

Acessibilidade: Declaro que na(s) atividade(s) registrada(s) nesta ART foram atendidas as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas de acessibilidade da ABNT, na legislação específica e no Decreto Federal n. 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe

NEN-LUMA

8. Informações

A ART é válida somente após o pagamento da taxa.

Situação do pagamento da taxa da ART em 20/07/2021: TAXA DA ART A PAGAR

Valor ART: R\$ 86,78 | Data Vencimento: 30/07/2021 | Registrada em:

Valor Pago: | Data Pagamento: | Nosso Número:

A autenticidade deste documento pode ser verificada no site [www.crea-sc.org.br/art](http://www.crea-sc.org.br/art).

A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

Esta ART está sujeita a verificações conforme disposto na Súmula 473 do STJ, na Lei 9.784/98 e na Resolução 1.025/06 do CONFEA.

9. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima:

Assinado de forma digital por NATHAN RICARDO LUIZ 09850720913 JAGUARUNA - SC, 20 de Julho de 2021  
DN: cn=N, ou=ICP-Brasil, ou=000010990750, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e CPF A1, ou=AC SERASA RFB V5, ou=00109997000151, ou=PRESENCIAL, ou=NATHAN RICARDO LUIZ 09850720913  
Data: 2021.07.21 09:50:15 -03'00'

NATHAN RICARDO LUIZ

098.507.209-13

Contratante: MUNICÍPIO DE SÃO BONIFÁCIO

82.892.340/0001-39

[www.crea-sc.org.br](http://www.crea-sc.org.br)  
Fone: (48) 3331-2060

[falecom@crea-sc.org.br](mailto:falecom@crea-sc.org.br)  
Fax: (48) 3331-2157



















