



ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS
DA REGIÃO DA GRANDE FLORIANÓPOLIS
" GRANFPOLIS "

**META 1 - INTERVENÇÕES DE QUALIFICAÇÃO VIÁRIA NO
PERÍMETRO URBANO DO MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO
DE ALCÂNTARA**

Rua Eduardo Freiberger Baungarten – 388 m

Rua Augusto Deschamps – 396 m

Rua Leopoldo Reitz – 28 m

SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA/SC

RELATÓRIO DE PROJETO

VOLUME 02

AGOSTO/2022 – REVISÃO 001



SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| APRESENTAÇÃO DOS PROJETOS..... | 2 |
| RELATÓRIO DO PROJETO | 3 |
| 1. Apresentação do Documento | 3 |
| 2. Normas de Referência..... | 3 |
| 3. Estudo Geológico-Geotécnico..... | 3 |
| 4. Estudo Topográfico | 4 |
| 5. Estudo de Tráfego | 5 |
| 6. Estudo Ambiental | 7 |
| 7. Estudo Hidrológico | 7 |
| 8. Projeto Geométrico..... | 8 |
| 9. Projeto De Terraplenagem | 10 |
| 10. Projeto De Drenagem..... | 11 |
| 10.1. Dimensionamento Hidráulico..... | 11 |
| 10.2. Galerias circulares | 11 |
| 10.3. Capacidade das Sarjetas | 12 |
| 11. Projeto De Pavimentação..... | 13 |
| 11.1. Pavimentação Em Concreto Asfáltico | 13 |
| 12. PROJETO DE PASSEIO..... | 17 |
| 13. Projeto De Sinalização | 17 |
| 13.1. Sinalização Vertical | 18 |
| 13.2. Sinalização Horizontal | 18 |
| 13.3. Linhas (marcas) longitudinais..... | 18 |
| 14. Orçamento | 19 |
| 15. Prazos E Cronograma | 19 |
| 16. Finalização Do Documento | 19 |



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 de Ruas no perímetro urbano de São Pedro de Alcântara.

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

Dados do Projeto

Rua Eduardo Freiburger Baungarten – 388 m

Rua Augusto Deschamps – 396 m

Rua Leopoldo Reitz – 28 m

Extensão total: 812,0 m;

Largura da pista: 7,0 m.

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, cotações, cronograma e quadro de composição de investimento. 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, drenagem pluvial e sinalização viária de Ruas no Centro de São Pedro de Alcântara.

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.

Ruas do Centro de São Pedro de Alcântara

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 encontram-se em anexo. Foram executados 8 furos de sondagem, com isso foi possível fazer uma análise estatística com os dados obtidos afim obter-se o menos ISC médio para fins de cálculo:

| ANALISE ESTATÍSTICA PARA DETERMINAÇÃO DO ISC DE PROJETO | | | | | |
|--|-------------------------------|-------|------|-------|--|
| N. DO FURO | RUA | Hot | Exp | ISC | |
| ST 001 | ALFREDO STAHELIN | 18,83 | 0,22 | 9,90 | |
| ST 001 | JOÃO CARLOS CLASEN | 20,40 | 0,26 | 9,86 | |
| ST 001 | EDUARDO FREIBERGER BAUNGARTEN | 18,63 | 0,22 | 10,03 | |
| ST 002 | EDUARDO FREIBERGER BAUNGARTEN | 18,58 | 0,24 | 7,25 | |
| ST 001 | RUA JOÃO PERING | 18,38 | 0,22 | 11,10 | |
| ST 002 | RUA JOÃO PERING | 18,75 | 0,22 | 9,94 | |
| ST 001 | AUGUSTO DESCHAMPS | 19,68 | 0,22 | 9,04 | |
| ST 002 | AUGUSTO DESCHAMPS | 18,20 | 0,22 | 9,89 | |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--------------|--------------|
| | | | | N= | 8 |
| | | | | Σ X | 77,01 |
| | | | | MEDIA | 9,63 |

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

| N | Espessura mínima do revestimento |
|-------------------------------|--|
| $N \leq 10^6$ | 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 admitido médio volume de tráfego com N adotado de 2×10^6 repetições do eixo padrão, considerando que a Rua possui características de Rua local com tráfego médio. Utilizou-se da Instrução de projeto 02/2004 da PMSP, conforme tabela abaixo.

Classificação das vias e parâmetros de tráfego

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

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



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 lindeira, 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:



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

$Q - m^3/s;$

C é o coeficiente de deflúvio ou de Runoff;

$i - mm/h;$

$A - Km^2$

8. Projeto Geométrico

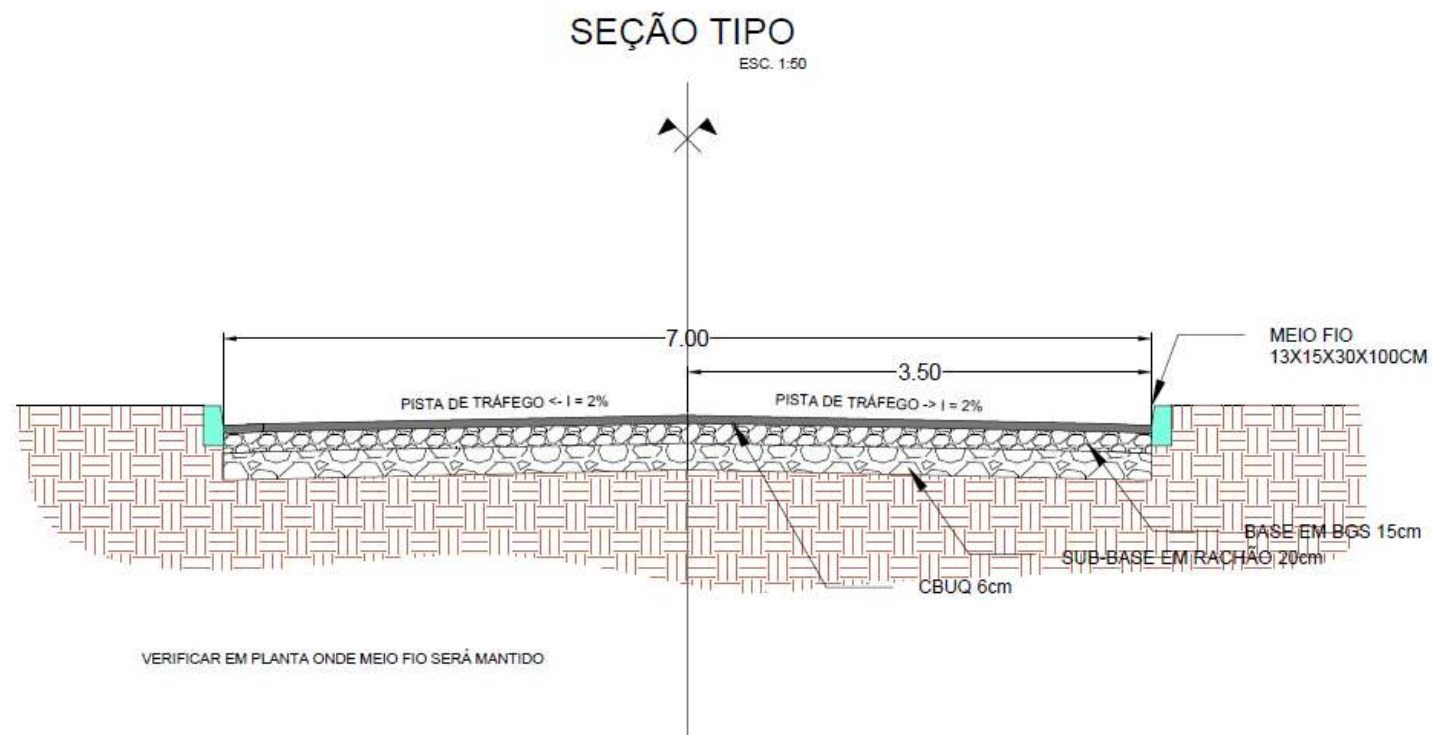
O projeto geométrico foi elaborado de acordo com as instruções normativas do DNIT e DEINFRA, seguindo em linhas gerais, as Diretrizes para a Concepção de Estradas (DCE-DEINFRA). As estradas e as interseções para o trânsito público são divididas em 5 grupos de categoria, conforme a tabela a seguir:

| 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 ¹ |
| | | Integração de áreas | D | DCE-R RCE-EiA ² |
| | | Local | E | |

Transporte público coletivo de pessoas - Estradas de integração



SEÇÃO TIPO



Características Técnicas:

- 1) Região Predominante: Ondulação
- 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 | |
|--------------|-------------------------------------|-----------|-----------|
| | | LARGURA | ESPESSURA |
| Revestimento | Concreto Asfáltico Usinado a Quente | 7,0 m | 6,0 cm |
| Base | Brita Graduada | 7,0 m | 15,0 cm |
| Sub-base | Rachão/Macadame | 7,0 m | 20,0 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 2m³ 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 Pedro de Alcântara em um raio de 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)

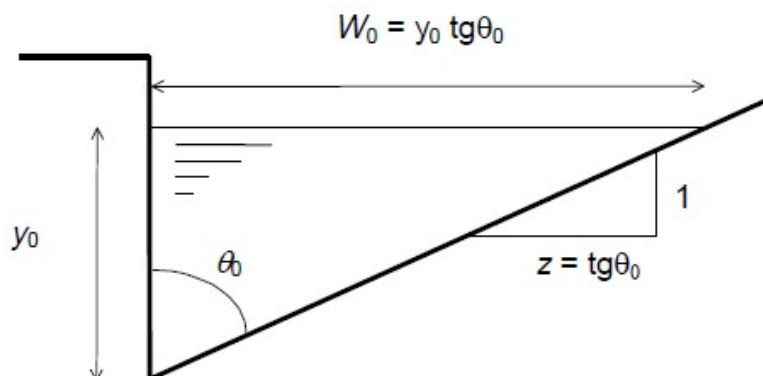
k = coeficiente de capacidade da sarjeta

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:

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

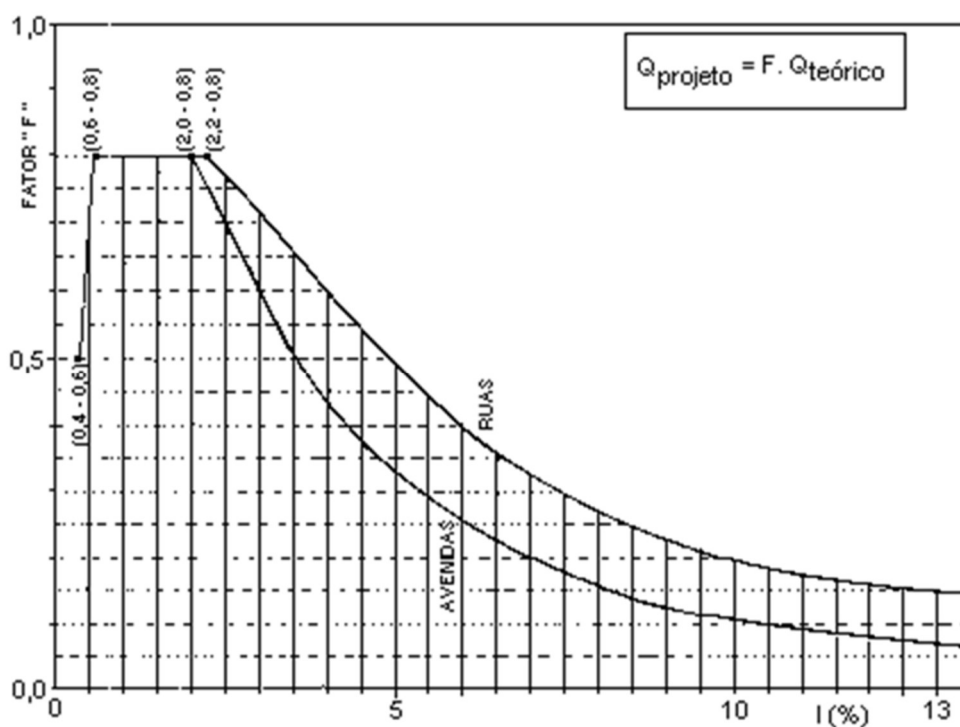
$$k = \left[0,375 \cdot \left(\frac{z}{n} \right) \cdot y_0^{5/3} \right]$$

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

| N | Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso |
|-------------------------------|--|
| $N \leq 10^6$ | 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;

h₂₀ 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 |
| Camadas granulares | 1,00 |
| 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:

$$K_R = 2,0$$

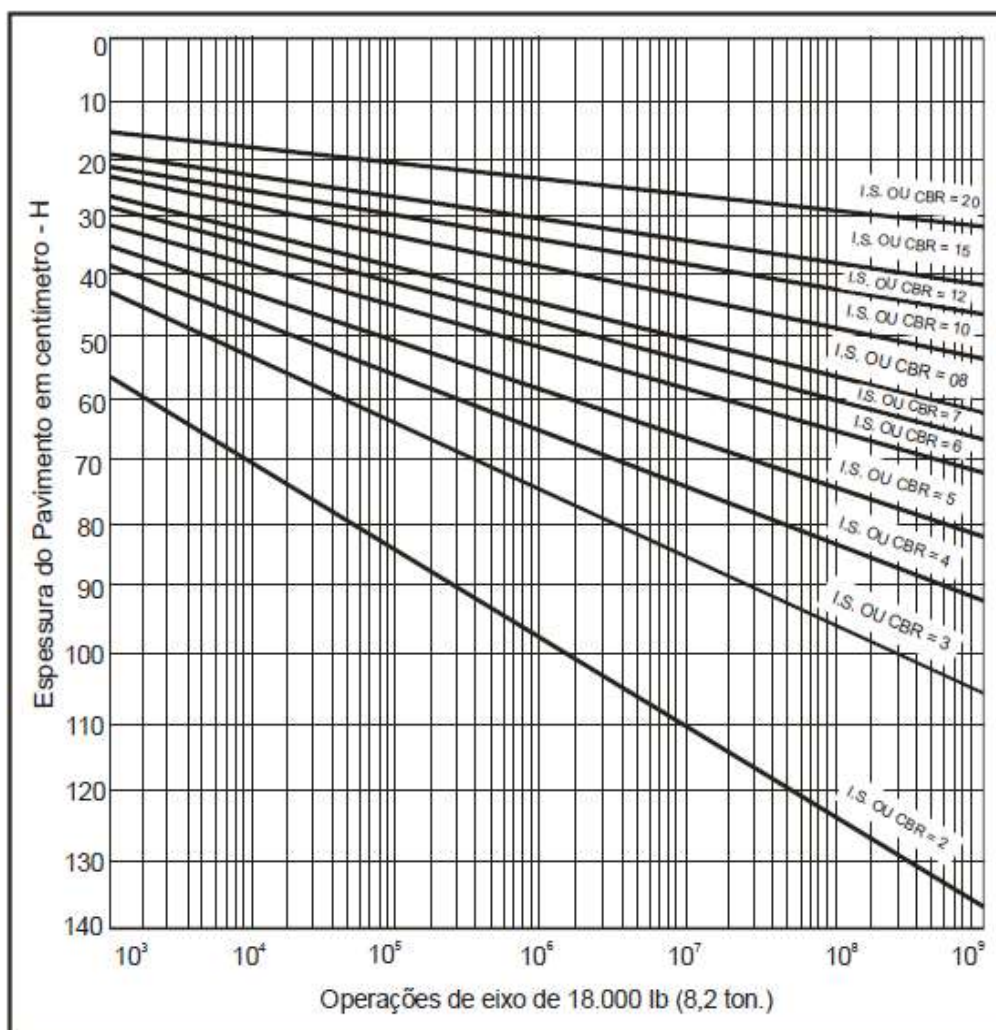
$$K_B = 1,0$$

$$K_S = 1,0$$

O ISC adotado para o subleito foi de **9,6%**.



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 $\geq 20,0$ cm

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

DMT do CBUQ

| EMPRESA | ENDEREÇO | DMT |
|-----------------|--|---------|
| VOGELSANGER | R. Ver. Rogerio da Silva, 1329 - Alto Aririu, Palhoça - SC, 88135-730 | 30,1 KM |
| SUL CATARINENSE | Rua Treze de Maio km 2300 Encruzilhada, SC, 88165-270 | 28,5 KM |
| NEOVIA | Sul do Rio, R. Elói Francisco dos Anjos - Sul do Rio, Tijucas - SC, 88200-000 | 61 KM |



DMT dos materiais pétreos

| EMPRESA | ENDEREÇO | DMT |
|-----------------------|---|----------------|
| VOGELSANGER | R. Ver. Rogerio da Silva, 1329 - Alto Aririu, Palhoça - SC, 88135-730 | 30,1 KM |
| SUL CATARINENSE | Rua Treze de Maio km 2300 Encruzilhada, SC, 88165-270 | 28,5 KM |
| PEDREIRA CEDRO | Estrada Geral Alto Forquilhas - São José | 21,5 KM |

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 **JUNHO de 2022 e ABRIL de 2022**, para SINAPI e SICRO, respectivamente.

15. Prazos E Cronograma

O cronograma foi elaborado de forma que os serviços nas duas ruas sejam executados sejam executados em 6 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 19 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 | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--------|-----------|---------|--------------|-----------------|--------------------------------------|------------------------|-------------------------|---------|---|
| RUAS CENTRO | Trecho | Cotas (m) | | Desnível (m) | Comprimento (m) | Declividade do trecho tubulado (m/m) | Área (m ²) | Área (km ²) | Coef. C | Área de Contribuição das Sarjetas (m ²) |
| | | Montante | Jusante | | | | | | | |
| EST. 1+10 A 3 | 1.1 | 215,07 | 214,83 | 0,24 | 30,00 | 0,008 | 4500 | 0,0045 | 0,3 | 150 |
| EST. 3 A 5 | 1.2 | 214,83 | 213,42 | 1,41 | 40,00 | 0,035 | 6000 | 0,006 | 0,3 | 200 |
| EST. 5 A 6 | 1.3 | 213,42 | 212,83 | 0,59 | 24,00 | 0,025 | 3600 | 0,0036 | 0,3 | 120 |
| EST. 6 A 8 | 1.4 | 212,83 | 212,22 | 0,61 | 35,00 | 0,017 | 5250 | 0,00525 | 0,3 | 175 |
| EST. 8 A 9+10 | 1.5 | 212,22 | 211,85 | 0,37 | 29,00 | 0,013 | 4350 | 0,00435 | 0,3 | 145 |
| EST. 9+10 A 11 | 1.6 | 211,85 | 211,62 | 0,23 | 26,00 | 0,009 | 3900 | 0,0039 | 0,3 | 130 |
| EST. 12 A 11 | 1.7 | 211,82 | 211,62 | 0,2 | 25,00 | 0,008 | 3750 | 0,00375 | 0,3 | 125 |
| EST. 15 A 17 | 2.1 | 212,93 | 212,30 | 0,63 | 40,00 | 0,016 | 6000 | 0,006 | 0,3 | 200 |
| EST. 17 A 19+7 | 2.2 | 212,30 | 211,80 | 0,5 | 49,00 | 0,010 | 7350 | 0,00735 | 0,3 | 245 |
| EST. 32 A 34 | 5.1 | 211,56 | 211,03 | 0,53 | 40,00 | 0,013 | 4000 | 0,004 | 0,3 | 200 |
| EST. 34 A 36+5 | 5.2 | 211,03 | 210,09 | 0,94 | 47,00 | 0,020 | 4700 | 0,0047 | 0,3 | 235 |

CAPACIDADE DAS SARJETAS

| TRECHO | NOME DA RUA | CLASSIFICAÇÃO | n | z | Tirante (m) | Coef. k | Declividade do trecho (m/m) | Declividade do trecho (%) | Q _{rua teórico} (m³/s) | Coef. Redução F | Q _{rua projeto} (m³/s) |
|--------|------------------------|---------------|-------|----|-------------|---------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------------|-----------------|---------------------------------|
| 1.1 | RUA EDUARDO FREIBERGER | Rua local | 0,015 | 10 | 0,06 | 0,138 | 0,008 | 0,8 | 0,0123 | 0,8 | 0,010 |
| 1.2 | RUA EDUARDO FREIBERGER | Rua local | 0,015 | 10 | 0,06 | 0,138 | 0,035 | 3,5 | 0,0259 | 0,6 | 0,016 |
| 1.3 | RUA EDUARDO FREIBERGER | Rua local | 0,015 | 10 | 0,06 | 0,138 | 0,025 | 2,5 | 0,0216 | 0,7 | 0,015 |
| 1.4 | RUA EDUARDO FREIBERGER | Rua local | 0,015 | 10 | 0,06 | 0,138 | 0,017 | 1,7 | 0,0182 | 0,7 | 0,013 |
| 1.5 | RUA EDUARDO FREIBERGER | Rua local | 0,015 | 10 | 0,06 | 0,138 | 0,013 | 1,3 | 0,0156 | 0,7 | 0,011 |
| 1.6 | RUA EDUARDO FREIBERGER | Rua local | 0,015 | 10 | 0,06 | 0,138 | 0,009 | 0,9 | 0,0130 | 0,8 | 0,010 |
| 1.7 | RUA EDUARDO FREIBERGER | Rua local | 0,015 | 10 | 0,06 | 0,138 | 0,008 | 0,8 | 0,0123 | 0,8 | 0,010 |
| 2.1 | RUA EDUARDO FREIBERGER | Rua local | 0,015 | 10 | 0,06 | 0,138 | 0,016 | 1,6 | 0,0173 | 0,7 | 0,012 |
| 2.2 | RUA EDUARDO FREIBERGER | Rua local | 0,015 | 10 | 0,06 | 0,138 | 0,010 | 1,0 | 0,0139 | 0,8 | 0,011 |
| 5.1 | RUA AUGUSTO DESCHAMPS | Rua local | 0,015 | 10 | 0,06 | 0,138 | 0,013 | 1,3 | 0,0159 | 0,7 | 0,011 |
| 5.2 | RUA AUGUSTO DESCHAMPS | Rua local | 0,015 | 10 | 0,06 | 0,138 | 0,020 | 2,0 | 0,0195 | 0,7 | 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 ²) | A (km ²) | Escoamento superficial (m ³ /s) | Capacidade de escoamento da rua (m ³ /s) | Comparação |
|--------|-----|----------|---------|----------|----------|---------------------|----------------------|--|---|--------------------|
| | | | | (mm/min) | i (mm/h) | | | | | |
| 1.1 | 0,9 | 10 | 5 | 2,14 | 128,29 | 150,000 | 0,00015 | 0,005 | 0,0099 | Sarjeta suficiente |
| 1.2 | 0,9 | 10 | 5 | 2,14 | 128,29 | 200,000 | 0,0002 | 0,006 | 0,0155 | Sarjeta suficiente |
| 1.3 | 0,9 | 10 | 5 | 2,14 | 128,29 | 120,000 | 0,00012 | 0,004 | 0,0151 | Sarjeta suficiente |
| 1.4 | 0,9 | 10 | 5 | 2,14 | 128,29 | 175,000 | 0,000175 | 0,006 | 0,0127 | Sarjeta suficiente |
| 1.5 | 0,9 | 10 | 5 | 2,14 | 128,29 | 145,000 | 0,000145 | 0,005 | 0,0109 | Sarjeta suficiente |
| 1.6 | 0,9 | 10 | 5 | 2,14 | 128,29 | 130,000 | 0,00013 | 0,004 | 0,0104 | Sarjeta suficiente |
| 1.7 | 0,9 | 10 | 5 | 2,14 | 128,29 | 125,000 | 0,000125 | 0,004 | 0,0099 | Sarjeta suficiente |
| 2.1 | 0,9 | 10 | 5 | 2,14 | 128,29 | 200,000 | 0,0002 | 0,006 | 0,0121 | Sarjeta suficiente |
| 2.2 | 0,9 | 10 | 5 | 2,14 | 128,29 | 245,000 | 0,000245 | 0,008 | 0,0111 | Sarjeta suficiente |
| 5.1 | 0,9 | 10 | 5 | 2,14 | 128,29 | 200,000 | 0,0002 | 0,006 | 0,0111 | Sarjeta suficiente |
| 5.2 | 0,9 | 10 | 5 | 2,14 | 128,29 | 235,000 | 0,000235 | 0,008 | 0,0137 | Sarjeta suficiente |

| Dados de entrada | |
|--------------------------------|-------|
| Coefficiente de Rugosidade (n) | 0,013 |
| Tempo de Retorno (anos) | 10 |
| Tirante relativo máximo (y/d) | 0,9 |

DIMENSIONAMENTO DE GALERIAS CIRCULARES - ENG. VINÍCIUS FELLER

| Trecho | Cota | | Comprimento (m) | Desnível (m) | Declividade do trecho (m/m) | Declividade adotada (m/m) | Coeficiente C | Área tributária | | Tempo de escoam. | | Ressidade (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) | 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 (m³) | | |
|--------|--------------|-------------|-----------------|--------------|-----------------------------|---------------------------|---------------|-----------------|-----------|------------------|--------------|------------------|----------|------------------|----------------|-----------|-------------|------|------|----------|---------|-------|-------------------|-------------|--------------|-------------|-------------------|-------------|--------------|-------------|-----------------|-------------|--------------------------|----------------------|-----------------------|--------------|-------------|
| | Montante (m) | Jusante (m) | | | | | | Trecho (km²) | Σ A (km²) | Montante (min) | Trecho (min) | | | | | | | | | | | | Montante (m) | Jusante (m) | Montante (m) | Jusante (m) | Montante (m) | Jusante (m) | Montante (m) | Jusante (m) | Montante (m) | Jusante (m) | | | | Montante (m) | Jusante (m) |
| | 1.1 | 215,070 | | | | | | 214,830 | 30,00 | 0,24 | 0,008 | | | | | | | | | | | | 0,01230 | 0,30 | 0,00450 | 0,00450 | 5,00 | 0,35 | 128,29 | 0,05 | 222,17 | 400 | | | | 0,23 | 0,21 |
| 1.2 | 214,830 | 213,420 | 40,00 | 1,41 | 0,035 | 0,04050 | 0,30 | 0,00600 | 0,01050 | 5,35 | 0,24 | 124,33 | 0,11 | 241,28 | 400 | 0,42 | 0,26 | 0,34 | Ok | 0,830 | 3,335 | 2,769 | Ok | 0,14 | 214,10 | 212,48 | 0,73 | 0,94 | 213,70 | 212,08 | 1,13 | 1,34 | 213,84 | 212,22 | 44,4 | 0,8 | 39,4 |
| 1.3 | 213,420 | 212,830 | 24,00 | 0,59 | 0,025 | 0,01060 | 0,30 | 0,00360 | 0,01410 | 5,59 | 0,22 | 122,22 | 0,14 | 344,28 | 400 | 0,21 | 0,67 | 0,59 | Ok | 1,066 | 1,706 | 1,819 | Ok | 0,24 | 212,48 | 212,23 | 0,94 | 0,60 | 212,08 | 211,83 | 1,34 | 1,00 | 212,32 | 212,06 | 25,3 | 0,5 | 22,3 |
| 1.4 | 212,830 | 212,220 | 35,00 | 0,61 | 0,017 | 0,02260 | 0,30 | 0,00525 | 0,01935 | 5,81 | 0,22 | 120,58 | 0,19 | 334,66 | 400 | 0,31 | 0,62 | 0,57 | Ok | 1,053 | 2,492 | 2,624 | Ok | 0,23 | 212,23 | 211,44 | 0,60 | 0,78 | 211,83 | 211,04 | 1,00 | 1,18 | 212,05 | 211,26 | 34,5 | 0,7 | 30,1 |
| 1.5 | 212,220 | 211,850 | 29,00 | 0,37 | 0,013 | 0,00600 | 0,30 | 0,00435 | 0,02370 | 6,03 | 0,29 | 119,14 | 0,24 | 460,95 | 600 | 0,48 | 0,50 | 0,49 | Ok | 0,991 | 1,682 | 1,668 | Ok | 0,29 | 211,44 | 211,26 | 0,78 | 0,59 | 210,84 | 210,66 | 1,38 | 1,19 | 211,13 | 210,96 | 41,0 | 0,9 | 32,8 |
| 1.6 | 211,850 | 211,620 | 26,00 | 0,23 | 0,009 | 0,01040 | 0,30 | 0,00390 | 0,02760 | 6,32 | 0,21 | 117,49 | 0,27 | 437,94 | 600 | 0,63 | 0,43 | 0,45 | Ok | 0,954 | 2,215 | 2,114 | Ok | 0,27 | 211,26 | 210,99 | 0,59 | 0,63 | 210,66 | 210,39 | 1,19 | 1,23 | 210,93 | 210,66 | 34,6 | 0,8 | 27,2 |
| 1.7 | 211,820 | 211,620 | 25,00 | 0,20 | 0,008 | 0,00870 | 0,30 | 0,00375 | 0,00375 | 6,53 | 0,35 | 116,46 | 0,04 | 213,52 | 400 | 0,19 | 0,19 | 0,29 | Ok | 0,762 | 1,546 | 1,178 | Ok | 0,12 | 211,22 | 211,00 | 0,60 | 0,62 | 210,82 | 210,60 | 1,00 | 1,02 | 210,94 | 210,72 | 22,7 | 0,5 | 19,6 |
| 2.1 | 212,930 | 212,300 | 40,00 | 0,63 | 0,016 | 0,01560 | 0,30 | 0,00600 | 0,00600 | 5,00 | 0,39 | 128,29 | 0,06 | 236,69 | 400 | 0,26 | 0,25 | 0,33 | Ok | 0,817 | 2,070 | 1,692 | Ok | 0,13 | 212,33 | 211,71 | 0,60 | 0,59 | 211,93 | 211,31 | 1,00 | 0,99 | 212,06 | 211,44 | 35,9 | 0,8 | 30,9 |
| 2.2 | 212,300 | 211,800 | 49,00 | 0,50 | 0,010 | 0,01380 | 0,30 | 0,00735 | 0,01335 | 5,39 | 0,41 | 123,92 | 0,14 | 322,68 | 400 | 0,24 | 0,56 | 0,53 | Ok | 1,024 | 1,947 | 1,994 | Ok | 0,21 | 211,71 | 211,03 | 0,59 | 0,77 | 211,31 | 210,63 | 0,99 | 1,17 | 211,52 | 210,84 | 47,7 | 1,0 | 41,6 |
| 5.1 | 211,560 | 211,030 | 40,00 | 0,53 | 0,013 | 0,01330 | 0,30 | 0,00400 | 0,00400 | 5,00 | 0,47 | 128,29 | 0,04 | 209,48 | 400 | 0,24 | 0,18 | 0,28 | Ok | 0,747 | 1,911 | 1,428 | Ok | 0,11 | 210,96 | 210,43 | 0,60 | 0,60 | 210,56 | 210,03 | 1,00 | 1,00 | 210,67 | 210,14 | 36,0 | 0,8 | 31,0 |
| 5.2 | 211,030 | 210,090 | 47,00 | 0,94 | 0,020 | 0,01990 | 0,30 | 0,00470 | 0,00870 | 5,47 | 0,39 | 123,26 | 0,09 | 256,07 | 400 | 0,29 | 0,30 | 0,37 | Ok | 0,868 | 2,338 | 2,028 | Ok | 0,15 | 210,43 | 209,49 | 0,60 | 0,60 | 210,03 | 209,09 | 1,00 | 1,00 | 210,18 | 209,24 | 42,3 | 0,9 | 36,4 |

FRENTE 1

FRENTE 4

| | |
|------------|---------|
| TRAVESSIAS | 74 |
| ESCAVAÇÃO | 381,433 |
| LASTRO | 7,62 |
| REATERRO | 330,14 |
| TRAVESSIAS | 22 |
| ESCAVAÇÃO | 98,121 |
| LASTRO | 2,07 |
| REATERRO | 85,64 |

ESTADO DE SANTA CATARINA
MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA
SECRETARIA DE PLANEJAMENTO



FEVEREIRO 2022

RELATÓRIO DE ESTUDO GEOTÉCNICO

LOCAL: SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA - SC
RUA: EDUARDO FREIBERGER BAUNGARTEN





MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA/SC
CNPJ: 01.613.101/0001-09

MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA

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

**NATHAN RICARDO
LUIZ:09850720913**

Assinado de forma digital por NATHAN
RICARDO LUIZ:09850720913
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=Secretaria da
Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e-
CPF A1, ou=VALID, ou=AR EZ CERT,
ou=Presencial, ou=35653536000190,
cn=NATHAN RICARDO LUIZ:09850720913
Dados: 2022.02.08 11:50:09 -03'00'

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



Sumário

| | |
|--|----|
| 1. APRESENTAÇÃO | 4 |
| 2. MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA RODOVIA | 6 |
| 3. ENSAIOS REALIZADOS | 8 |
| 3.1 ENSAIO DE COMPACTAÇÃO | 9 |
| 3.2 EQUIPAMENTOS | 9 |
| 3.3 PROCEDIMENTOS | 10 |
| 3.4 CÁLCULOS E RESULTADOS | 10 |
| 3.5 ÍNDICE DE SUPOR CALIFÓRNIA (CBR)..... | 11 |
| 3.6 EQUIPAMENTOS | 11 |
| 3.7 PROCEDIMENTOS | 12 |
| 3.8 EXPANSÃO | 12 |
| 3.9 PENETRAÇÃO | 12 |
| 3.10 CÁLCULOS E RESULTADOS | 13 |
| 4 RESULTADOS OBTIDOS | 14 |
| 4.1 ENSAIO 01 | 15 |
| 4.2 ENSAIO 02..... | 17 |
| 5 CONCLUSÕES | 19 |
| 6 APÊNDICES | 21 |

1. APRESENTAÇÃO

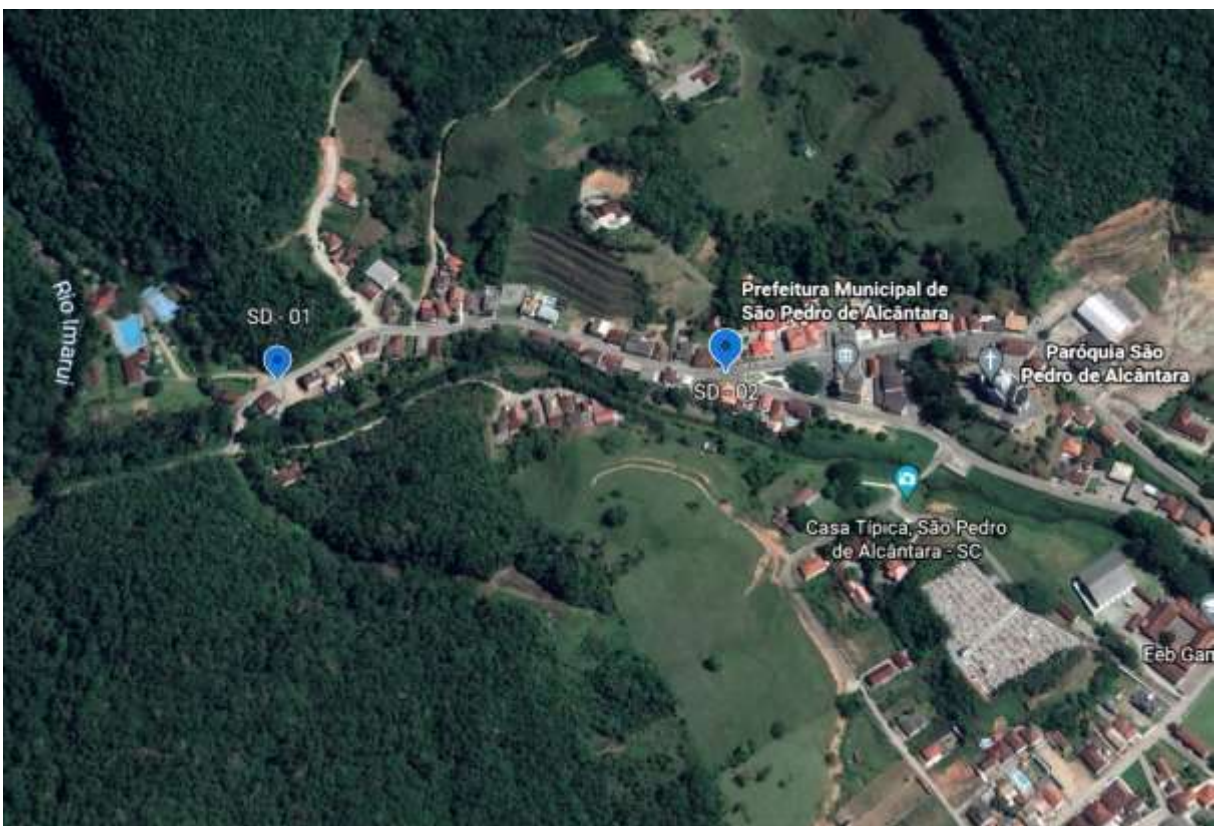


Um projeto que envolva a utilização de solos como componente estrutural, por exemplo uma estrutura de pavimento, além de garantir desempenho e durabilidade que atendam às exigências das normas brasileiras, deve também se atentar para a racionalização dos custos de forma que a obra se torne viável do 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 RODOVIA



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 cm³) 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 ρ_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).

3.2 EQUIPAMENTOS

Os principais equipamentos são:

Peneira no .4;

Balança;

Molde cilíndrico de 1000cm³, com base e colarinho;

Soquete cilíndrico;

Extrator de amostras;

Cápsulas para determinação de umidade;

Estufa.



3.3 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 26 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.

3.4 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: $\gamma_d = (S_r \cdot \gamma_s \cdot \gamma_w) / (w \cdot \gamma_s + S_r \cdot \gamma_w)$ Onde:

S_r - Grau de saturação

w - Umidade

γ_s - Peso específico das partículas sólidas

γ_w - Peso específico da água.

A Curva de compactação é obtida marcando-se, em ordenadas, os valores dos pesos específicos secos (γ_d) e, em abscissas, os teores de umidade correspondentes (w), o peso específico



seco máximo ($\gamma_{dm\acute{a}x}$), 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.

3.5 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.

3.6 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.



3.7 PROCEDIMENTOS

É retirado o corpo de prova, após o período de imersão, e deixado a ser drenado naturalmente por 15 minutos. Logo em seguida, leva-se o corpo de prova para a prensa, onde será rompido através da penetração de um pistão cilíndrico, com uma velocidade de 1,27 mm/min. Utilizando um anel dinamômetro na prensa, registra-se os valores necessários para o cálculo das pressões de cada penetração.

3.8 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.

3.9 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 a cada 30 segundos até decorridos o tempo de 6 minutos.



3.10 CÁLCULOS E RESULTADOS

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

h - Deformação até o instante considerado; h_i - 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:

$$\text{CBR} = [(\text{Pressão encontrada}) / (\text{Pressão padrão})] \cdot 100.$$

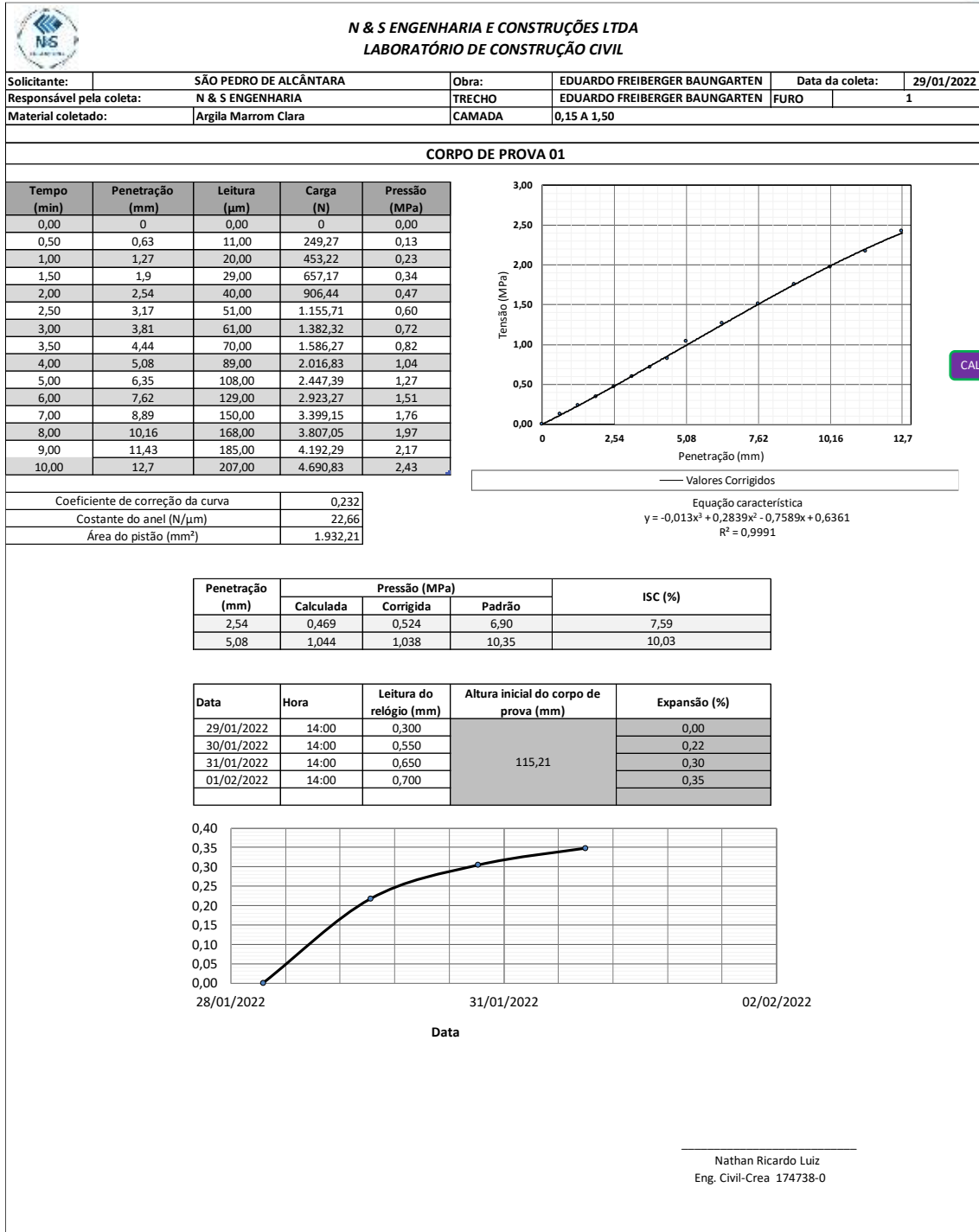
Obs: A pressão a ser utilizada será a carga obtida dividida pela área do pistão.

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 ENSAIO 01

| N & S ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA LABORATÓRIO DE CONSTRUÇÃO CIVIL | | | | | | |
|--|------------------------|--------------------|--------------------|-----------------|------------|--|
| Solicitante: | SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA | Obra: | EDUARDO FREIBERGER | Data da coleta: | 29/01/2022 | |
| Responsável pela coleta: | N & S ENGENHARIA | TRECHO: | EDUARDO FREIBERGER | Furo: | 1 | |
| Material coletado: | Argila Marrom Clara | CAMADA: | 0,15 A 1.50 | | | |
| Ensaio de Compactação dos solos - NBR 7182:2016 | | | | | | |
| Peso do Cilindro + Solo Úmido (g): | 3940,00 | 4015,00 | 4070,00 | 4110,00 | 4100,00 | |
| Peso do Solo Úmido (g): | 1752,00 | 1827,00 | 1882,00 | 1922,00 | 1912,00 | |
| Massa Específica Aparente Úmida (g/cm³): | 1,75 | 1,83 | 1,88 | 1,92 | 1,91 | |
| Cápsula: | 5 | 10 | 18 | 25 | 20 | |
| Peso da Cápsula (g): | 7,15 | 7,15 | 7,15 | 7,15 | 7,15 | |
| Peso da Cápsula + Solo Úmido (g): | 88,44 | 90,03 | 88,25 | 88,94 | 82,43 | |
| Peso da Cápsula + Solo Seco (g): | 79,21 | 80,22 | 78,1 | 75,11 | 70,2 | |
| Teor de Umidade (%): | 15,36 | 16,95 | 19,15 | 21,43 | 22,80 | |
| Volume do Cilindro (cm³): | 1000,00 | 1000,00 | 1000,00 | 1000,00 | 1000,00 | |
| Teor de Umidade Médio (%) | 14,1 | 15,2 | 16,7 | 20,9 | 21,1 | |
| Massa Específica Aparente Seca (g/cm³): | 1,54 | 1,59 | 1,61 | 1,59 | 1,58 | |
| Índice de Vazios | 0,82 | 0,76 | 0,73 | 0,76 | 0,77 | |
| Porosidade (%) | 45,10% | 43,30% | 42,36% | 43,16% | 43,56% | |
| Grau de Saturação (%) | 47,95% | 55,64% | 63,67% | 76,94% | 76,48% | |
| Curva de Compactação | | | | | | |
| | | | | | | |
| Resumo do Ensaio | | | | | | |
| Massa Espec. Aparente Seca Máxima (g/cm³): | 1,645 | Umidade Ótima (%): | 18,625 | Energia: | Normal | |
| <p>Nathan Ricardo Luiz Eng. Civil-Crea 174738-0</p> | | | | | | |



Observações: O ensaio de Índice de Suporte Califórnia foi realizado utilizando-se um corpo de prova moldado na umidade ótima 18,63% obtida através do ensaio de compactação com energia de compactação Normal. O corpo de prova foi deixado submerso por 4 dias, período após o qual mediu-se a expansão com valor máximo de 0,22%. Conforme a NBR 9895, para o CBR do material ensaiado deve-se adotar o maior dos valores obtidos nas penetrações de 2,54 mm e 5,08 mm, a saber, 10,03 %.



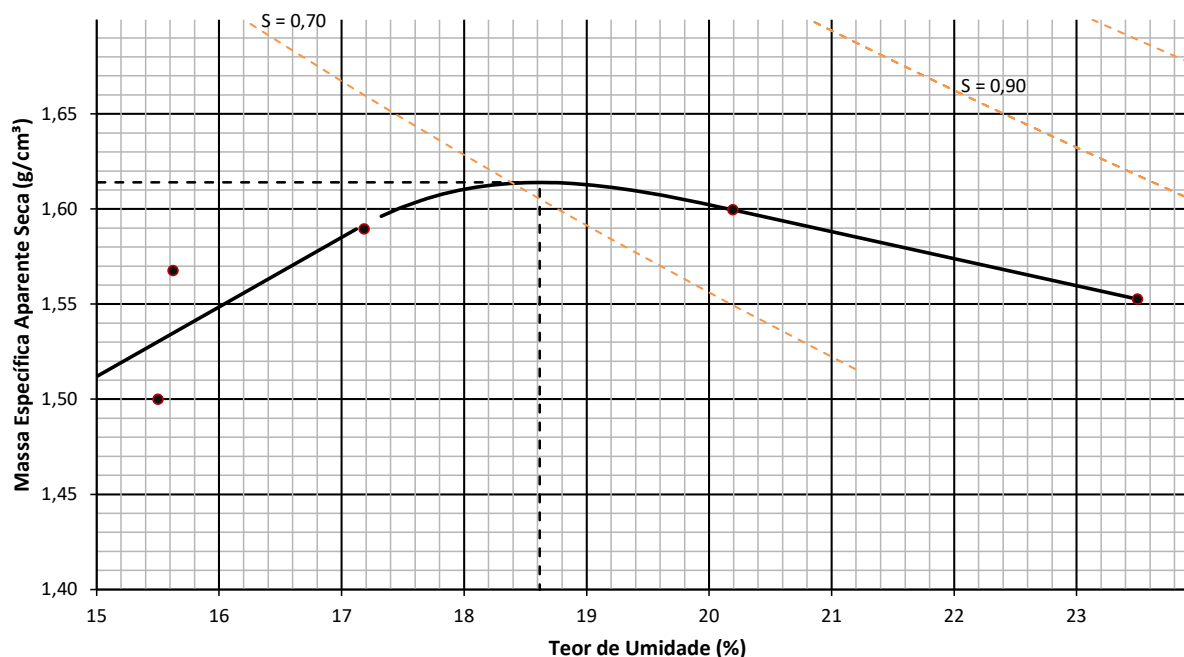
4.2 ENSAIO 02

| | | | | | |
|--|--|----------------------------|----------------------------|--|--|
| N & S ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA LABORATÓRIO DE CONSTRUÇÃO CIVIL | | | | | |
| Solicitante: SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA | | Obra: EDUARDO FREIBERGER | Data da coleta: 29/01/2022 | | |
| Responsável pela coleta: N & S ENGENHARIA | | TRECHO: EDUARDO FREIBERGER | Furo: 2 | | |
| Material coletado: Argila Marrom Clara | | CAMADA: 0,15 A 1.50 | | | |

Ensaio de Compactação dos solos - NBR 7182:2016

| | | | | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|--|--|
| Peso do Cilindro + Solo Úmido (g): | 3920,00 | 4000,00 | 4050,00 | 4110,00 | 4105,00 | | |
| Peso do Solo Úmido (g): | 1732,00 | 1812,00 | 1862,00 | 1922,00 | 1917,00 | | |
| Massa Específica Aparente Úmida (g/cm ³): | 1,73 | 1,81 | 1,86 | 1,92 | 1,92 | | |
| Cápsula: | 5 | 10 | 18 | 25 | 20 | | |
| Peso da Cápsula (g): | 7,15 | 7,15 | 7,15 | 7,15 | 7,15 | | |
| Peso da Cápsula + Solo Úmido (g): | 89,20 | 92,55 | 90,07 | 90,95 | 84,25 | | |
| Peso da Cápsula + Solo Seco (g): | 78,15 | 81,92 | 79,17 | 77,64 | 69,27 | | |
| Teor de Umidade (%): | 15,36 | 16,95 | 19,15 | 21,43 | 22,80 | | |
| Volume do Cilindro (cm ³): | 1000,00 | 1000,00 | 1000,00 | 1000,00 | 1000,00 | | |
| Teor de Umidade Médio (%) | 15,5 | 15,6 | 17,1 | 20,2 | 23,5 | | |
| Massa Específica Aparente Seca (g/cm ³): | 1,50 | 1,57 | 1,59 | 1,60 | 1,55 | | |
| Índice de Vazios | 0,86 | 0,78 | 0,76 | 0,75 | 0,80 | | |
| Porosidade (%) | 46,37% | 43,96% | 43,18% | 42,82% | 44,49% | | |
| Grau de Saturação (%) | 50,01% | 55,58% | 63,11% | 75,30% | 81,87% | | |

Curva de Compactação



Resumo do Ensaio

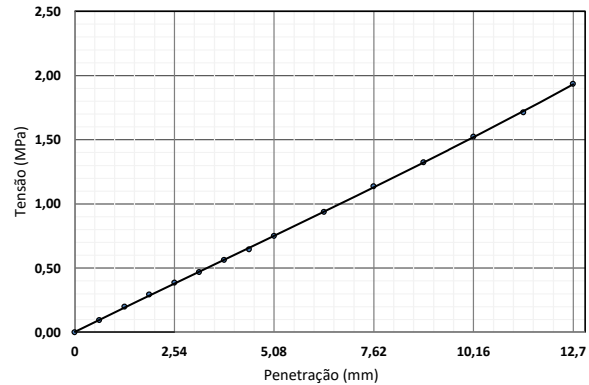
| | | | | | |
|---|-------|--------------------|--------|----------|--------|
| Massa Espec. Aparente Seca Máxima (g/cm ³): | 1,614 | Umidade Ótima (%): | 18,576 | Energia: | Normal |
|---|-------|--------------------|--------|----------|--------|

Nathan Ricardo Luiz
Eng. Civil-Crea 174738-0

| | | | | | |
|--|------------------------|--------|-------------------------------|-----------------|------------|
| N & S ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA LABORATÓRIO DE CONSTRUÇÃO CIVIL | | | | | |
| Solicitante: | SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA | Obra: | EDUARDO FREIBERGER BAUNGARTEN | Data da coleta: | 29/01/2022 |
| Responsável pela coleta: | N & S ENGENHARIA | TRECHO | EDUARDO FREIBERGER BAUNGARTEN | FURO | 2 |
| Material coletado: | Argila Marrom Clara | CAMADA | 0,15 A 1,50 | | |

CORPO DE PROVA 02

| Tempo (min) | Penetração (mm) | Leitura (µm) | Carga (N) | Pressão (MPa) |
|-------------|-----------------|--------------|-----------|---------------|
| 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 0,50 | 0,63 | 8,00 | 181,29 | 0,09 |
| 1,00 | 1,27 | 17,00 | 385,24 | 0,20 |
| 1,50 | 1,9 | 25,00 | 566,53 | 0,29 |
| 2,00 | 2,54 | 33,00 | 747,81 | 0,39 |
| 2,50 | 3,17 | 40,00 | 906,44 | 0,47 |
| 3,00 | 3,81 | 48,00 | 1.087,73 | 0,56 |
| 3,50 | 4,44 | 55,00 | 1.246,36 | 0,65 |
| 4,00 | 5,08 | 64,00 | 1.450,30 | 0,75 |
| 5,00 | 6,35 | 80,00 | 1.812,88 | 0,94 |
| 6,00 | 7,62 | 97,00 | 2.198,12 | 1,14 |
| 7,00 | 8,89 | 113,00 | 2.560,69 | 1,33 |
| 8,00 | 10,16 | 130,00 | 2.945,93 | 1,52 |
| 9,00 | 11,43 | 146,00 | 3.308,51 | 1,71 |
| 10,00 | 12,7 | 165,00 | 3.739,07 | 1,94 |



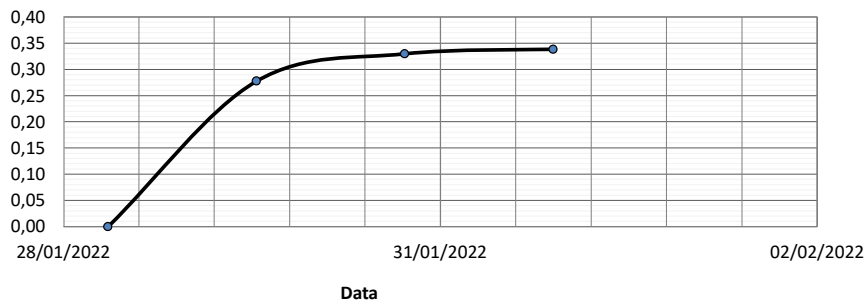
— Valores Corrigidos

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

| | |
|-----------------------------------|----------|
| Coeficiente de correção da curva | 0,000 |
| Constante do anel (N/µm) | 22,66 |
| Área do pistão (mm ²) | 1.932,21 |

| Penetração (mm) | Pressão (MPa) | | | ISC (%) |
|-----------------|---------------|-----------|--------|---------|
| | Calculada | Corrigida | Padrão | |
| 2,54 | 0,387 | 0,387 | 6,90 | 5,61 |
| 5,08 | 0,751 | 0,751 | 10,35 | 7,25 |

| Data | Hora | Leitura do relógio (mm) | Altura inicial do corpo de prova (mm) | Expansão (%) |
|------------|-------|-------------------------|---------------------------------------|--------------|
| 29/01/2022 | 14:00 | 0,470 | 115,21 | 0,00 |
| 30/01/2022 | 14:00 | 0,790 | | 0,28 |
| 31/01/2022 | 14:00 | 0,850 | | 0,33 |
| 01/02/2022 | 14:00 | 0,860 | | 0,34 |



Nathan Ricardo Luiz
Eng. Civil-Crea 174738-0

Observações: O ensaio de Índice de Suporte Califórnia foi realizado utilizando-se um corpo de prova moldado na umidade ótima 18,58% obtida através do ensaio de compactação com energia de compactação Normal. O corpo de prova foi deixado submerso por 4 dias, período após o qual mediu-se a expansão com valor máximo de 0,24%. Conforme a NBR 9895, para o CBR do material ensaiado deve-se adotar o maior dos valores obtidos nas penetrações de 2,54 mm e 5,08 mm, a saber, 7,25 %.

5 CONCLUSÕES



Os materiais foram retirados dos bordos, próximo ao meio-fio existente, os furos 01 e 02, apresentarem semelhança ao solo, argila clara, com umidade no local próxima a umidade ótima, apresentando valores de CBR entre 7% e 10%, durante a retirada de solos para realização dos ensaios, não foi encontrado o nível d'água.

6 APÊNDICES



27.56785751027078S 48.80459635868634W



27.56771861603693S 48.80505354657301W





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 PEDRO DE ALCÂNTARA

Endereço: RUA PAULINO CLASSEN

Complemento:

Cidade: SAO PEDRO DE ALCANTARA

Valor da Obra/Serviço/Contrato: R\$ 1.100,00

Contrato: Celebrado em:

Honorários:

Vinculado à ART:

Bairro: CENTRO

UF: SC

Ação Institucional:

Tipo de Contratante:

CPF/CNPJ: 01.613.101/0001-09
Nº: S/N

CEP: 88125-000

3. Dados Obra/Serviço

Proprietário: MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA

Endereço: EDUARDO FREIBERGER BAUNGARTEN

Complemento:

Cidade: SAO PEDRO DE ALCANTARA

Data de Início: 29/01/2022

Data de Término: 08/02/2022

Finalidade:

Bairro: CENTRO

UF: SC

Coordenadas Geográficas:

CPF/CNPJ: 01.613.101/0001-09
Nº: S/N

CEP: 88125-000

Código:

4. Atividade Técnica

| Execução | Laudo | Dimensão do Trabalho: | Unidade(s) |
|------------------|-------|-----------------------|------------|
| Geotecnia | | 2,00 | |
| Sondagem | | 2,00 | |

5. Observações

ENSAIOS PARA SUBSIDIAR PROJETOS DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA, PROCTOR NORMAL, EXPANSÃO DOSLOS, ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA, NA RUA EDUARDO FREIBERGER BAUNGARTEN.

6. Declarações

Acessibilidade: Declaro, sob as penas da Lei, que na(s) atividade(s) registrada(s) nesta ART não se exige a observância das 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

NENHUMA

8. Informações

- A ART é válida somente após o pagamento da taxa.
- Situação do pagamento da taxa da ART em 08/02/2022: TAXA DA ART A PAGAR
- Valor ART: R\$ 88,78 | Data Vencimento: 18/02/2022 | Registrada em:
- Valor Pago: | Data Pagamento: | Nosso Número:
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site 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 STF, na Lei 9.784/99 e na Resolução 1.025/09 do CONFEA.

9. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

NATHAN RICARDO LUIZ Assinado digitalmente por NATHAN RICARDO LUIZ em 08/02/2022 11:49:42 -03'00'
LUIZ:09850720913

NATHAN RICARDO LUIZ

098.507.209-13

Contratante: MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA

01.613.101/0001-09

ESTADO DE SANTA CATARINA
MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA
SECRETARIA DE PLANEJAMENTO



FEVEREIRO 2022

RELATÓRIO DE ESTUDO GEOTÉCNICO

LOCAL: SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA - SC
RUA: ALFREDO STAHELIN





MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA/SC
CNPJ: 01.613.101/0001-09

MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA

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

NATHAN RICARDO
LUIZ:09850720913

Assinado de forma digital por NATHAN
RICARDO LUIZ:09850720913
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=Secretaria da
Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e-
CPF A1, ou=VALID, ou=AR EZ CERT,
ou=Presencial, ou=35653536000190,
cn=NATHAN RICARDO LUIZ:09850720913
Dados: 2022.02.08 11:51:31 -03'00'

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



Sumário

| | |
|--|----|
| 1. APRESENTAÇÃO | 4 |
| 2. MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA RODOVIA | 6 |
| 3. ENSAIOS REALIZADOS | 8 |
| 3.1 ENSAIO DE COMPACTAÇÃO | 9 |
| 3.2 EQUIPAMENTOS..... | 9 |
| 3.3 PROCEDIMENTOS..... | 10 |
| 3.4 CÁLCULOS E RESULTADOS | 10 |
| 3.5 ÍNDICE DE SUPOR CALIFÓRNIA (CBR)..... | 11 |
| 3.6 EQUIPAMENTOS..... | 11 |
| 3.7 PROCEDIMENTOS..... | 12 |
| 3.8 EXPANSÃO..... | 12 |
| 3.9 PENETRAÇÃO..... | 12 |
| 3.10 CÁLCULOS E RESULTADOS | 13 |
| 4 RESULTADOS OBTIDOS | 14 |
| 4.1 ENSAIO 01..... | 15 |
| 5 CONCLUSÕES | 17 |
| 6 APÊNDICES | 19 |

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 RODOVIA



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 cm³) 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 ρ_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).

3.2 EQUIPAMENTOS

Os principais equipamentos são:

Peneira no .4;

Balança;

Molde cilíndrico de 1000cm³, com base e colarinho;

Soquete cilíndrico;

Extrator de amostras;

Cápsulas para determinação de umidade;

Estufa.



3.3 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 26 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.

3.4 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: $\gamma_d = (S_r \cdot \gamma_s \cdot \gamma_w) / (w \cdot \gamma_s + S_r \cdot \gamma_w)$ Onde:

S_r - Grau de saturação

w - Umidade

γ_s - Peso específico das partículas sólidas

γ_w - Peso específico da água.

A Curva de compactação é obtida marcando-se, em ordenadas, os valores dos pesos específicos secos (γ_d) e, em abcissas, os teores de umidade correspondentes (w), o peso específico



seco máximo ($\gamma_{dm\acute{a}x}$), 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.

3.5 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.

3.6 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.



3.7 PROCEDIMENTOS

É retirado o corpo de prova, após o período de imersão, e deixado a ser drenado naturalmente por 15 minutos. Logo em seguida, leva-se o corpo de prova para a prensa, onde será rompido através da penetração de um pistão cilíndrico, com uma velocidade de 1,27 mm/min. Utilizando um anel dinamômetro na prensa, registra-se os valores necessários para o cálculo das pressões de cada penetração.

3.8 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.

3.9 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 a cada 30 segundos até decorridos o tempo de 6 minutos.



3.10 CÁLCULOS E RESULTADOS

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

h - Deformação até o instante considerado; h_i - 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:

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

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 ENSAIO 01

| N & S ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA LABORATÓRIO DE CONSTRUÇÃO CIVIL | | | | | |
|--|------------------------|--------------------|------------------|-----------------|------------|
| Solicitante: | SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA | Obra: | ALFREDO STAHELIN | Data da coleta: | 29/01/2022 |
| Responsável pela coleta: | N & S ENGENHARIA | TRECHO: | ALFREDO STAHELIN | Furo: | 1 |
| Material coletado: | Argila Vermelha | CAMADA: | 0,15 A 1.50 | | |
| Ensaio de Compactação dos solos - NBR 7182:2016 | | | | | |
| Peso do Cilindro + Solo Úmido (g): | 3840,00 | 3905,00 | 3960,00 | 4000,00 | 3990,00 |
| Peso do Solo Úmido (g): | 1652,00 | 1717,00 | 1772,00 | 1812,00 | 1802,00 |
| Massa Específica Aparente Úmida (g/cm³): | 1,65 | 1,72 | 1,77 | 1,81 | 1,80 |
| Cápsula: | 5 | 10 | 18 | 25 | 20 |
| Peso da Cápsula (g): | 7,15 | 7,15 | 7,15 | 7,15 | 7,15 |
| Peso da Cápsula + Solo Úmido (g): | 85,40 | 70,33 | 84,62 | 90,19 | 82,60 |
| Peso da Cápsula + Solo Seco (g): | 76,07 | 61,27 | 74,46 | 77,26 | 68,93 |
| Teor de Umidade (%): | 15,36 | 16,95 | 19,15 | 21,43 | 22,80 |
| Volume do Cilindro (cm³): | 1000,00 | 1000,00 | 1000,00 | 1000,00 | 1000,00 |
| Teor de Umidade Médio (%) | 14,4 | 16,8 | 17,1 | 19,9 | 22,5 |
| Massa Específica Aparente Seca (g/cm³): | 1,44 | 1,47 | 1,51 | 1,51 | 1,47 |
| Índice de Vazios | 0,94 | 0,90 | 0,85 | 0,85 | 0,90 |
| Porosidade (%) | 48,40% | 47,47% | 45,91% | 45,99% | 47,40% |
| Grau de Saturação (%) | 43,09% | 52,15% | 56,42% | 65,49% | 69,74% |
| Curva de Compactação | | | | | |
| | | | | | |
| Resumo do Ensaio | | | | | |
| Massa Espec. Aparente Seca Máxima (g/cm³): | 1,521 | Umidade Ótima (%): | 18,833 | Energia: | Normal |
| _____ Nathan Ricardo Luiz Eng. Civil-Crea 174738-0 | | | | | |

| N & S ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA LABORATÓRIO DE CONSTRUÇÃO CIVIL | | | | | | |
|--|------------------------|---------------------|------------------|----------------------|-----------------|------------|
| Solicitante: | SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA | | Obra: | ALFREDO STAHELIN | Data da coleta: | 29/01/2022 |
| Responsável pela coleta: | N & S ENGENHARIA | | TRECHO | ALFREDO STAHELIN | FURO | 1 |
| Material coletado: | Argila Vermelha | | CAMADA | 0,15 A 1,50 | | |
| CORPO DE PROVA 01 | | | | | | |
| Tempo (min) | Penetração (mm) | Leitura (µm) | Carga (N) | Pressão (MPa) | | |
| 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | | |
| 0,50 | 0,63 | 9,00 | 203,95 | 0,11 | | |
| 1,00 | 1,27 | 19,00 | 430,56 | 0,22 | | |
| 1,50 | 1,9 | 29,00 | 657,17 | 0,34 | | |
| 2,00 | 2,54 | 38,00 | 861,12 | 0,45 | | |
| 2,50 | 3,17 | 48,00 | 1.087,73 | 0,56 | | |
| 3,00 | 3,81 | 57,00 | 1.291,68 | 0,67 | | |
| 3,50 | 4,44 | 66,00 | 1.495,63 | 0,77 | | |
| 4,00 | 5,08 | 87,00 | 1.971,51 | 1,02 | | |
| 5,00 | 6,35 | 106,00 | 2.402,07 | 1,24 | | |
| 6,00 | 7,62 | 126,00 | 2.855,29 | 1,48 | | |
| 7,00 | 8,89 | 145,00 | 3.285,85 | 1,70 | | |
| 8,00 | 10,16 | 163,00 | 3.693,74 | 1,91 | | |
| 9,00 | 11,43 | 182,00 | 4.124,30 | 2,13 | | |
| 10,00 | 12,7 | 201,00 | 4.554,86 | 2,36 | | |
| Coeficiente de correção da curva | | | 0,341 | | | |
| Constante do anel (N/µm) | | | 22,66 | | | |
| Área do pistão (mm²) | | | 1.932,21 | | | |

| Penetração (mm) | Pressão (MPa) | | | ISC (%) |
|-----------------|---------------|-----------|--------|---------|
| | Calculada | Corrigida | Padrão | |
| 2,54 | 0,446 | 0,518 | 6,90 | 7,51 |
| 5,08 | 1,020 | 1,024 | 10,35 | 9,90 |

| Data | Hora | Leitura do relógio (mm) | Altura inicial do corpo de prova (mm) | Expansão (%) |
|------------|-------|-------------------------|---------------------------------------|--------------|
| 29/01/2022 | 14:00 | 0,600 | 115,21 | 0,00 |
| 30/01/2022 | 14:00 | 0,920 | | 0,28 |
| 31/01/2022 | 14:00 | 1,220 | | 0,54 |
| 01/02/2022 | 14:00 | 1,300 | | 0,61 |

Nathan Ricardo Luiz
Eng. Civil-Crea 174738-0

Observações: O ensaio de Índice de Suporte Califórnia foi realizado utilizando-se um corpo de prova moldado na umidade ótima 18,83% obtida através do ensaio de compactação com energia de compactação Normal. O corpo de prova foi deixado submerso por 4 dias, período após o qual mediu-se a expansão com valor máximo de 0,22%. Conforme a NBR 9895, para o CBR do material ensaiado deve-se adotar o maior dos valores obtidos nas penetrações de 2,54 mm e 5,08 mm, a saber, 9,90 %.

5 CONCLUSÕES



O material foi retirado do bordo, próximo ao meio-fio existente, os furo 01, apresentou solo do tipo argila vermelha, com umidade no local próxima a umidade ótima, apresentando valor de CBR próximo a 10%, durante a retirada de solos para realização dos ensaios, não foi encontrado o nível d'água. Para realização dos ensaios, foi retirado a pavimentação em paralelepípedo existente, onde encontrou-se aproximadamente 5 cm de areia para assentamento, o qual é desconsiderada para realização dos ensaios.

6 APÊNDICES





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 PEDRO DE ALCÂNTARA
Endereço: RUA PAULINO CLASSEN

CPF/CNPJ: 01.613.101/0001-09
Nº: S/N

Complemento:
Cidade: SAO PEDRO DE ALCANTARA
Valor da Obra/Serviço/Contrato: R\$ 1.100,00
Contrato: Celebrado em:

Honorários:
Vinculado à ART:

Bairro: CENTRO
UF: SC
Ação Institucional:
Tipo de Contratante:

CEP: 88125-000

3. Dados Obra/Serviço

Proprietário: MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA
Endereço: RUA ALFREDO STAHELIN

CPF/CNPJ: 01.613.101/0001-09
Nº: S/N

Complemento:
Cidade: SAO PEDRO DE ALCANTARA
Data de Início: 29/01/2022
Finalidade:

Data de Término: 08/02/2022

Bairro: CENTRO
UF: SC
Coordenadas Geográficas:

CEP: 88125-000

Código:

4. Atividade Técnica

| Execução | Laudo | Dimensão do Trabalho: | Unidade(s) |
|------------------|-------|-----------------------|------------|
| Geotecnia | | 1,00 | |
| Sondagem | | 1,00 | |

5. Observações

ENSAIOS PARA SUBSIDIAR PROJETOS DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA, PROCTOR NORMAL, EXPANSÃO DOSLOS, ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA, NA RUA ALFREDO STAHELIN.

6. Declarações

Acessibilidade: Declaro, sob as penas da Lei, que na(s) atividade(s) registrada(s) nesta ART não se exige a observância das 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

NENHUMA

8. Informações

- A ART é válida somente após o pagamento da taxa.
- Situação do pagamento da taxa da ART em 08/02/2022: TAXA DA ART A PAGAR
- Valor ART: R\$ 88,78 | Data Vencimento: 18/02/2022 | Registrada em:
- Valor Pago: | Data Pagamento: | Nosso Número:
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site 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 STF, na Lei 9.784/99 e na Resolução 1.025/09 do CONFEA.

9. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

NATHAN RICARDO LUIZ:09850720913

JAGUARUNA - SC, 08 de Fevereiro de 2022

Assinado de forma digital por NATHAN RICARDO LUIZ:09850720913
DN: cn=RE, o=CP-Brasil, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - SRF, ou=RE, ou=CPF A1, ou=VALID, ou=AR LEZ CERT, ou=Presencial, ou=20533388001702, cn=NATHAN RICARDO LUIZ:09850720913
Data: 2022.02.08 11:51:17 -03'00'

NATHAN RICARDO LUIZ

098.507.209-13

Contratante: MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA

01.613.101/0001-09

ESTADO DE SANTA CATARINA
MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA
SECRETARIA DE PLANEJAMENTO



FEVEREIRO 2022

RELATÓRIO DE ESTUDO GEOTÉCNICO

LOCAL: SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA - SC
RUA: AUGUSTO DESCHAMPS





MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA/SC
CNPJ: 01.613.101/0001-09

MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA

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

NATHAN RICARDO
LUIZ:09850720913

Assinado de forma digital por NATHAN RICARDO
LUIZ:09850720913
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=Secretaria da Receita Federal
do Brasil - RFB, ou=RFB e-CPF A1, ou=VALID, ou=AR EZ
CERT, ou=Presencial, ou=35653536000190, cn=NATHAN
RICARDO LUIZ:09850720913
Dados: 2022.02.08 11:55:08 -03'00'

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



Sumário

| | |
|--|----|
| 1. APRESENTAÇÃO | 4 |
| 2. MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA RODOVIA | 6 |
| 3. ENSAIOS REALIZADOS | 8 |
| 3.1 ENSAIO DE COMPACTAÇÃO | 9 |
| 3.2 EQUIPAMENTOS | 9 |
| 3.3 PROCEDIMENTOS | 10 |
| 3.4 CÁLCULOS E RESULTADOS | 10 |
| 3.5 ÍNDICE DE SUPOR CALIFÓRNIA (CBR) | 11 |
| 3.6 EQUIPAMENTOS | 11 |
| 3.7 PROCEDIMENTOS | 12 |
| 3.8 EXPANSÃO | 12 |
| 3.9 PENETRAÇÃO | 12 |
| 3.10 CÁLCULOS E RESULTADOS | 13 |
| 4. RESULTADOS OBTIDOS | 14 |
| 4.1 ENSAIO 01 | 15 |
| 4.2 ENSAIO 02 | 17 |
| 5. CONCLUSÕES | 19 |
| 6. APÊNDICES | 21 |

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 RODOVIA



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 cm³) 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 ρ_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).

3.2 EQUIPAMENTOS

Os principais equipamentos são:

Peneira no .4;

Balança;

Molde cilíndrico de 1000cm³, com base e colarinho;

Soquete cilíndrico;

Extrator de amostras;

Cápsulas para determinação de umidade;

Estufa.



3.3 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 26 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.

3.4 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: $\gamma_d = (S_r \cdot \gamma_s \cdot \gamma_w) / (w \cdot \gamma_s + S_r \cdot \gamma_w)$ Onde:

S_r - Grau de saturação

w - Umidade

γ_s - Peso específico das partículas sólidas

γ_w - Peso específico da água.

A Curva de compactação é obtida marcando-se, em ordenadas, os valores dos pesos específicos secos (γ_d) e, em abscissas, os teores de umidade correspondentes (w), o peso específico



seco máximo ($\gamma_{dm\acute{a}x}$), 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.

3.5 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.

3.6 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.



3.7 PROCEDIMENTOS

É retirado o corpo de prova, após o período de imersão, e deixado a ser drenado naturalmente por 15 minutos. Logo em seguida, leva-se o corpo de prova para a prensa, onde será rompido através da penetração de um pistão cilíndrico, com uma velocidade de 1,27 mm/min. Utilizando um anel dinamômetro na prensa, registra-se os valores necessários para o cálculo das pressões de cada penetração.

3.8 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.

3.9 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 a cada 30 segundos até decorridos o tempo de 6 minutos.



3.10 CÁLCULOS E RESULTADOS

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

h - Deformação até o instante considerado; h_i - 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:

$$\text{CBR} = [(\text{Pressão encontrada}) / (\text{Pressão padrão})] \cdot 100.$$

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 ENSAIO 01

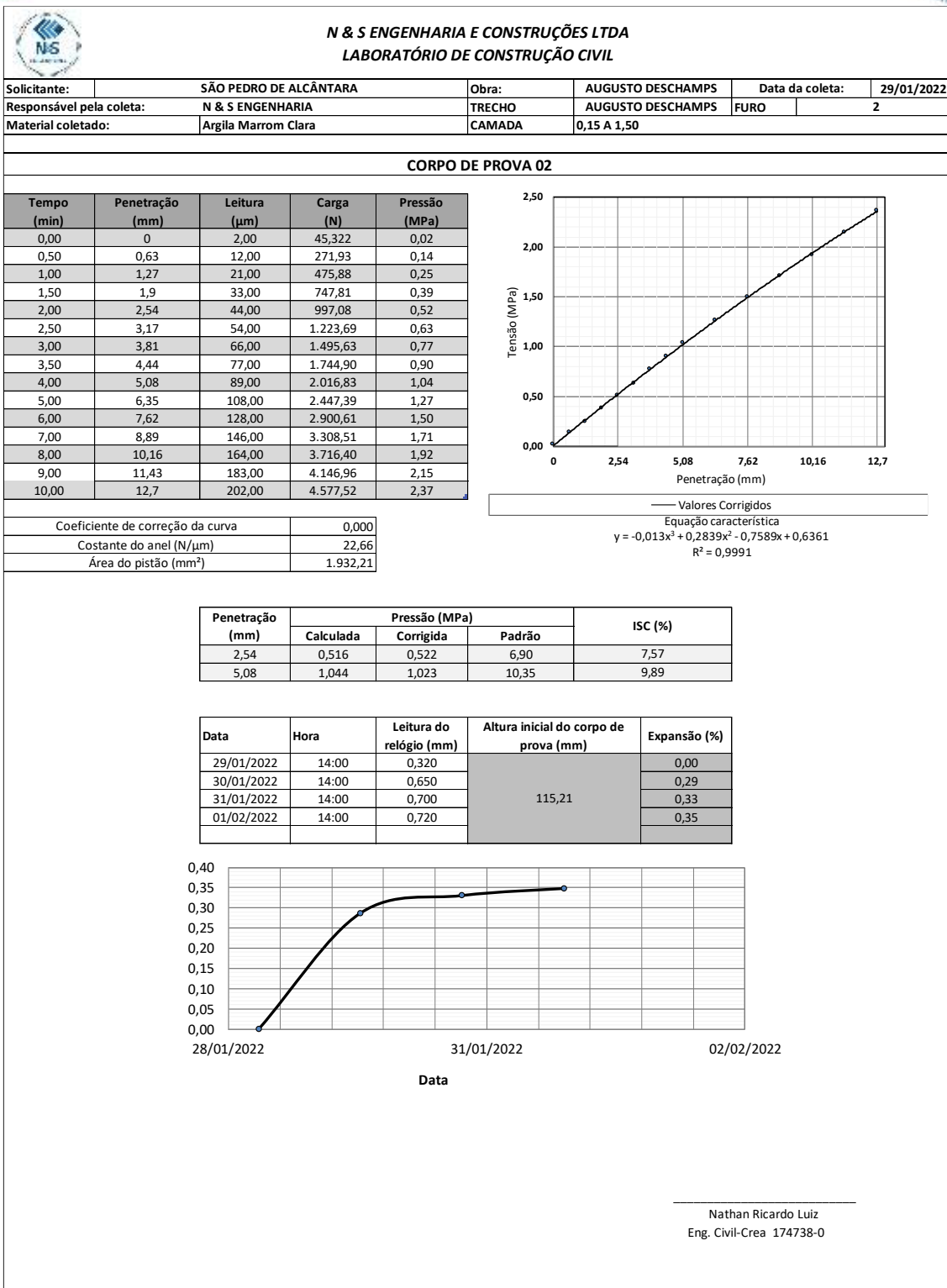
| N & S ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA LABORATÓRIO DE CONSTRUÇÃO CIVIL | | | | | |
|--|------------------------|--------------------|-------------------|-----------------|------------|
| Solicitante: | SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA | Obra: | AUGUSTO DESCHAMPS | Data da coleta: | 29/01/2022 |
| Responsável pela coleta: | N & S ENGENHARIA | TRECHO: | AUGUSTO DESCHAMPS | Furo: | 1 |
| Material coletado: | Argila Amarela | CAMADA: | 0,15 A 1.50 | | |
| Ensaio de Compactação dos solos - NBR 7182:2016 | | | | | |
| Peso do Cilindro + Solo Úmido (g): | 3850,00 | 3910,00 | 3965,00 | 4005,00 | 3995,00 |
| Peso do Solo Úmido (g): | 1662,00 | 1722,00 | 1777,00 | 1817,00 | 1807,00 |
| Massa Específica Aparente Úmida (g/cm³): | 1,66 | 1,72 | 1,78 | 1,82 | 1,81 |
| Cápsula: | 5 | 10 | 18 | 25 | 20 |
| Peso da Cápsula (g): | 7,15 | 7,15 | 7,15 | 7,15 | 7,15 |
| Peso da Cápsula + Solo Úmido (g): | 78,35 | 74,45 | 77,49 | 80,85 | 78,11 |
| Peso da Cápsula + Solo Seco (g): | 69,69 | 64,95 | 67,12 | 68,69 | 65,47 |
| Teor de Umidade (%): | 15,36 | 16,95 | 19,15 | 21,43 | 22,80 |
| Volume do Cilindro (cm³): | 1000,00 | 1000,00 | 1000,00 | 1000,00 | 1000,00 |
| Teor de Umidade Médio (%) | 14,6 | 16,7 | 18,2 | 20,6 | 22,2 |
| Massa Específica Aparente Seca (g/cm³): | 1,45 | 1,48 | 1,50 | 1,51 | 1,48 |
| Índice de Vazios | 0,93 | 0,90 | 0,86 | 0,86 | 0,89 |
| Porosidade (%) | 48,16% | 47,25% | 46,27% | 46,14% | 47,15% |
| Grau de Saturação (%) | 43,97% | 52,14% | 59,20% | 67,25% | 69,71% |
| Curva de Compactação | | | | | |
| Resumo do Ensaio | | | | | |
| Massa Espec. Aparente Seca Máxima (g/cm³): | 1,514 | Umidade Ótima (%): | 19,685 | Energia: | Normal |
| _____ Nathan Ricardo Luiz Eng. Civil-Crea 174738-0 | | | | | |

| N & S ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA LABORATÓRIO DE CONSTRUÇÃO CIVIL | | | | | |
|---|------------------------|--------------------------------|--|----------------------|------------|
| Solicitante: | SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA | Obra: | AUGUSTO DESCHAMPS | Data da coleta: | 29/01/2022 |
| Responsável pela coleta: | N & S ENGENHARIA | TRECHO | AUGUSTO DESCHAMPS | FURO | 1 |
| Material coletado: | Argila Amarela | CAMADA | 0,00 A 1,50 | | |
| CORPO DE PROVA 01 | | | | | |
| Tempo (min) | Penetração (mm) | Leitura (µm) | Carga (N) | Pressão (MPa) | |
| 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | |
| 0,50 | 0,63 | 9,00 | 203,95 | 0,11 | |
| 1,00 | 1,27 | 17,00 | 385,24 | 0,20 | |
| 1,50 | 1,9 | 26,00 | 589,19 | 0,30 | |
| 2,00 | 2,54 | 27,00 | 611,85 | 0,32 | |
| 2,50 | 3,17 | 37,00 | 838,46 | 0,43 | |
| 3,00 | 3,81 | 49,00 | 1.110,39 | 0,57 | |
| 3,50 | 4,44 | 60,00 | 1.359,66 | 0,70 | |
| 4,00 | 5,08 | 69,00 | 1.563,61 | 0,81 | |
| 5,00 | 6,35 | 85,00 | 1.926,19 | 1,00 | |
| 6,00 | 7,62 | 107,00 | 2.424,73 | 1,25 | |
| 7,00 | 8,89 | 126,00 | 2.855,29 | 1,48 | |
| 8,00 | 10,16 | 145,00 | 3.285,85 | 1,70 | |
| 9,00 | 11,43 | 163,00 | 3.693,74 | 1,91 | |
| 10,00 | 12,7 | 181,00 | 4.101,64 | 2,12 | |
| Coeficiente de correção da curva | | | 0,836 | | |
| Constante do anel (N/µm) | | | 22,66 | | |
| Área do pistão (mm²) | | | 1.932,21 | | |
| <p>— Valores Corrigidos</p> <p>Equação característica $y = -0,013x^3 + 0,2839x^2 - 0,7589x + 0,6361$ $R^2 = 0,9991$</p> | | | | | |
| Penetração (mm) | Pressão (MPa) | | | ISC (%) | |
| | Calculada | Corrigida | Padrão | | |
| 2,54 | 0,317 | 0,498 | 6,90 | 7,22 | |
| 5,08 | 0,809 | 0,936 | 10,35 | 9,04 | |
| Data | Hora | Leitura do relógio (mm) | Altura inicial do corpo de prova (mm) | Expansão (%) | |
| 29/01/2022 | 14:00 | 0,500 | 115,21 | 0,00 | |
| 30/01/2022 | 14:00 | 0,820 | | 0,28 | |
| 31/01/2022 | 14:00 | 0,910 | | 0,36 | |
| 01/02/2022 | 14:00 | 0,910 | | 0,36 | |
| <p style="text-align: right;">Nathan Ricardo Luiz Eng. Civil-Crea 174738-0</p> | | | | | |

Observações: O ensaio de Índice de Suporte Califórnia foi realizado utilizando-se um corpo de prova moldado na umidade ótima 19,68% obtida através do ensaio de compactação com energia de compactação Normal. O corpo de prova foi deixado submerso por 4 dias, período após o qual mediu-se a expansão com valor máximo de 0,22%. Conforme a NBR 9895, para o CBR do material ensaiado deve-se adotar o maior dos valores obtidos nas penetrações de 2,54 mm e 5,08 mm, a saber, 9,04 %.

4.2 ENSAIO 02

| N & S ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA LABORATÓRIO DE CONSTRUÇÃO CIVIL | | | | | |
|--|------------------------|--------------------|-------------------|-----------------|------------|
| Solicitante: | SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA | Obra: | AUGUSTO DESCHAMPS | Data da coleta: | 29/01/2022 |
| Responsável pela coleta: | N & S ENGENHARIA | TRECHO: | AUGUSTO DESCHAMPS | Furo: | 2 |
| Material coletado: | Argila Marro Clara | CAMADA: | 0,15 A 1.50 | | |
| Ensaio de Compactação dos solos - NBR 7182:2016 | | | | | |
| Peso do Cilindro + Solo Úmido (g): | 3820,00 | 3905,00 | 3950,00 | 3980,00 | 3975,00 |
| Peso do Solo Úmido (g): | 1632,00 | 1717,00 | 1762,00 | 1792,00 | 1787,00 |
| Massa Específica Aparente Úmida (g/cm³): | 1,63 | 1,72 | 1,76 | 1,79 | 1,79 |
| Cápsula: | 5 | 10 | 18 | 25 | 20 |
| Peso da Cápsula (g): | 7,15 | 7,15 | 7,15 | 7,15 | 7,15 |
| Peso da Cápsula + Solo Úmido (g): | 74,11 | 69,56 | 80,84 | 87,23 | 83,24 |
| Peso da Cápsula + Solo Seco (g): | 65,02 | 60,3 | 71,63 | 75,26 | 70,21 |
| Teor de Umidade (%): | 15,36 | 16,95 | 19,15 | 21,43 | 22,80 |
| Volume do Cilindro (cm³): | 1000,00 | 1000,00 | 1000,00 | 1000,00 | 1000,00 |
| Teor de Umidade Médio (%) | 15,5 | 17,2 | 16,7 | 19,5 | 21,7 |
| Massa Específica Aparente Seca (g/cm³): | 1,41 | 1,47 | 1,51 | 1,50 | 1,47 |
| Índice de Vazios | 0,98 | 0,91 | 0,85 | 0,87 | 0,91 |
| Porosidade (%) | 49,50% | 47,62% | 46,03% | 46,39% | 47,52% |
| Grau de Saturação (%) | 44,32% | 52,88% | 54,83% | 63,03% | 67,13% |
| Curva de Compactação | | | | | |
| | | | | | |
| Resumo do Ensaio | | | | | |
| Massa Espec. Aparente Seca Máxima (g/cm³): | 1,521 | Umidade Ótima (%): | 18,196 | Energia: | Normal |
| _____ Nathan Ricardo Luiz Eng. Civil-Crea 174738-0 | | | | | |



Observações: O ensaio de Índice de Suporte Califórnia foi realizado utilizando-se um corpo de prova moldado na umidade ótima 18,20% obtida através do ensaio de compactação com energia de compactação Normal. O corpo de prova foi deixado submerso por 4 dias, período após o qual mediu-se a expansão com valor máximo de 0,22%. Conforme a NBR 9895, para o CBR do material ensaiado deve-se adotar o maior dos valores obtidos nas penetrações de 2,54 mm e 5,08 mm, a saber, 9,89 %.

5 CONCLUSÕES



Os materiais foram retirados dos bordos, próximo ao meio-fio existente, os furos 01 e 02, apresentarem semelhança ao solo, argila clara, com umidade no local próxima a umidade ótima, apresentando valores de CBR próximos a 9%, durante a retirada de solos para realização dos ensaios, não foi encontrado o nível d'água. Foi retirada a pavimentação existente em paralelepípedo, para retirada de amostras de solo, onde encontrou-se aproximadamente 5 centímetros de areia de assentamento, a qual foi desconsiderada nas realizações dos ensaios.

6 APÊNDICES



**Anotação de Responsabilidade Técnica - ART**

Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina

CREA-SC**ART OBRA OU SERVIÇO**

25 2022 8145265-5

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 PEDRO DE ALCÂNTARA

Endereço: CENTRO

Complemento:

Cidade: SAO PEDRO DE ALCANTARA

Valor da Obra/Serviço/Contrato: R\$ 1.100,00

Contrato: Celebrado em:

Honorários:

Vinculado à ART:

Bairro: CENTRO

UF: SC

Ação Institucional:

Tipo de Contratante:

CPF/CNPJ: 01.613.101/0001-09

Nº: S/N

CEP: 88125-000

3. Dados Obra/Serviço

Proprietário: MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA

Endereço: RUA AUGUSTO DESCHAMPS

Complemento:

Cidade: SAO PEDRO DE ALCANTARA

Data de Início: 29/01/2022

Data de Término: 08/02/2022

Finalidade:

Bairro: CENTRO

UF: SC

Coordenadas Geográficas:

CPF/CNPJ: 01.613.101/0001-09

Nº: S/N

CEP: 88125-000

Código:

4. Atividade Técnica

| Execução | Laudo | Dimensão do Trabalho: | Unidade(s) |
|------------------|-------|-----------------------|------------|
| Geotecnia | | 2,00 | |
| Sondagem | | 2,00 | |

5. Observações

ENSAIOS PARA SUBSIDIAR PROJETOS DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA, PROCTOR NORMAL, EXPANSÃO DOSLOS, ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA, NA RUA AUGUSTO DESCHAMPS.

6. Declarações

. Acessibilidade: Declaro, sob as penas da Lei, que na(s) atividade(s) registrada(s) nesta ART não se exige a observância das 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

NENHUMA

8. Informações

- . A ART é válida somente após o pagamento da taxa.
- Situação do pagamento da taxa da ART em 08/02/2022: TAXA DA ART A PAGAR
- Valor ART: R\$ 88,78 | Data Vencimento: 18/02/2022 | Registrada em:
- Valor Pago: | Data Pagamento: | Nosso Número:
- . A autenticidade deste documento pode ser verificada no site 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 STF, na Lei 9.784/99 e na Resolução 1.025/09 do CONFEA.

9. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

NATHAN RICARDO LUIZ:09850720913

NATHAN RICARDO LUIZ

098.507.209-13

JAGUARUNA - SC, 08 de Fevereiro de 2022

Assinado de forma digital por NATHAN RICARDO LUIZ:09850720913
 DN: c=BR, ou=ICP-Brasil, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e CPF A1, ou=VALID, ou=AR E2 CERT, ou=Presencial, ou=35653336000190, cn=NATHAN RICARDO LUIZ:09850720913
 Data: 2022.02.08 11:53:04 -03'00'

Contratante: MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA

01.613.101/0001-09

ESTADO DE SANTA CATARINA
MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA
SECRETARIA DE PLANEJAMENTO



FEVEREIRO 2022

RELATÓRIO DE ESTUDO GEOTÉCNICO

LOCAL: SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA - SC
RUA: JOÃO CARLOS CLASSEN





MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA/SC
CNPJ: 01.613.101/0001-09

MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA

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

**NATHAN RICARDO
LUIZ:09850720913**

Assinado de forma digital por NATHAN RICARDO
LUIZ:09850720913
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=Secretaria da Receita
Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e-CPF A1, ou=VALID,
ou=AR EZ CERT, ou=Presencial, ou=35653536000190,
cn=NATHAN RICARDO LUIZ:09850720913
Dados: 2022.02.08 11:54:26 -03'00'

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



Sumário

| | |
|--|----|
| 1. APRESENTAÇÃO | 4 |
| 2. MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA RODOVIA | 6 |
| 3. ENSAIOS REALIZADOS | 8 |
| 3.1 ENSAIO DE COMPACTAÇÃO | 9 |
| 3.2 EQUIPAMENTOS | 9 |
| 3.3 PROCEDIMENTOS | 10 |
| 3.4 CÁLCULOS E RESULTADOS | 10 |
| 3.5 ÍNDICE DE SUPOR CALIFÓRNIA (CBR)..... | 11 |
| 3.6 EQUIPAMENTOS | 11 |
| 3.7 PROCEDIMENTOS | 12 |
| 3.8 EXPANSÃO | 12 |
| 3.9 PENETRAÇÃO | 12 |
| 3.10 CÁLCULOS E RESULTADOS | 13 |
| 4 RESULTADOS OBTIDOS | 14 |
| 4.1 ENSAIO 01 | 15 |
| 5 CONCLUSÕES | 17 |
| 6 APÊNDICES | 19 |

1. APRESENTAÇÃO

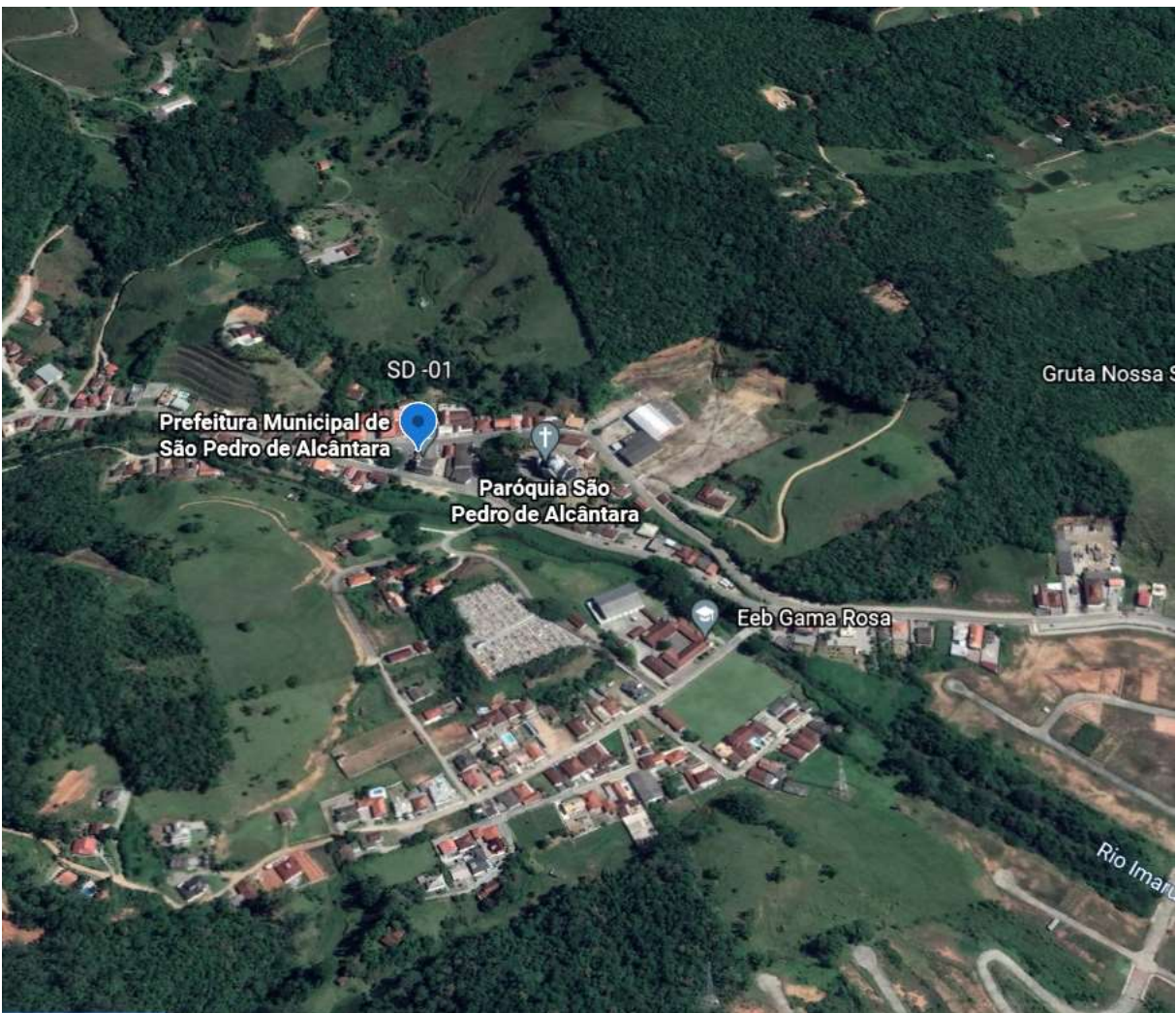


Um projeto que envolva a utilização de solos como componente estrutural, por exemplo uma estrutura de pavimento, além de garantir desempenho e durabilidade que atendam às exigências das normas brasileiras, deve também se atentar para a racionalização dos custos de forma que a obra se torne viável do 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 RODOVIA



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 cm³) 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 ρ_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).

3.2 EQUIPAMENTOS

Os principais equipamentos são:

Peneira no .4;

Balança;

Molde cilíndrico de 1000cm³, com base e colarinho;

Soquete cilíndrico;

Extrator de amostras;

Cápsulas para determinação de umidade;

Estufa.



3.3 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 26 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.

3.4 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: $\gamma_d = (S_r \cdot \gamma_s \cdot \gamma_w) / (w \cdot \gamma_s + S_r \cdot \gamma_w)$ Onde:

S_r - Grau de saturação

w - Umidade

γ_s - Peso específico das partículas sólidas

γ_w - Peso específico da água.

A Curva de compactação é obtida marcando-se, em ordenadas, os valores dos pesos específicos secos (γ_d) e, em abscissas, os teores de umidade correspondentes (w), o peso específico



seco máximo ($\gamma_{dm\acute{a}x}$), 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.

3.5 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.

3.6 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.



3.7 PROCEDIMENTOS

É retirado o corpo de prova, após o período de imersão, e deixado a ser drenado naturalmente por 15 minutos. Logo em seguida, leva-se o corpo de prova para a prensa, onde será rompido através da penetração de um pistão cilíndrico, com uma velocidade de 1,27 mm/min. Utilizando um anel dinamômetro na prensa, registra-se os valores necessários para o cálculo das pressões de cada penetração.

3.8 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.

3.9 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 a cada 30 segundos até decorridos o tempo de 6 minutos.



3.10 CÁLCULOS E RESULTADOS

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

h - Deformação até o instante considerado; h_i - 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:

$$\text{CBR} = [(\text{Pressão encontrada}) / (\text{Pressão padrão})] \cdot 100.$$

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


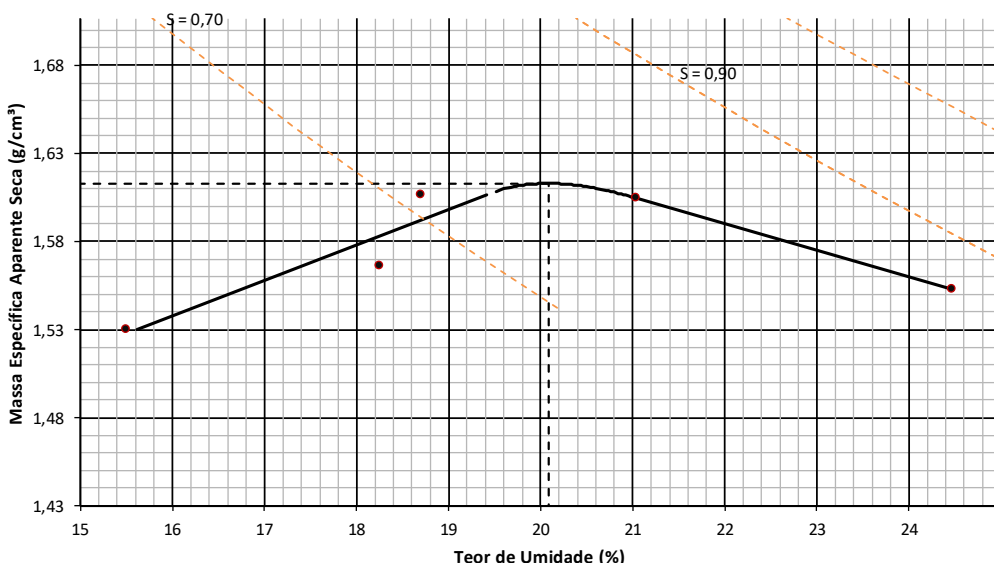
O resultado para o CBR determinado, será o maior dos dois valores encontrados correspondentes às penetrações de 2,5 e 5,0mm.

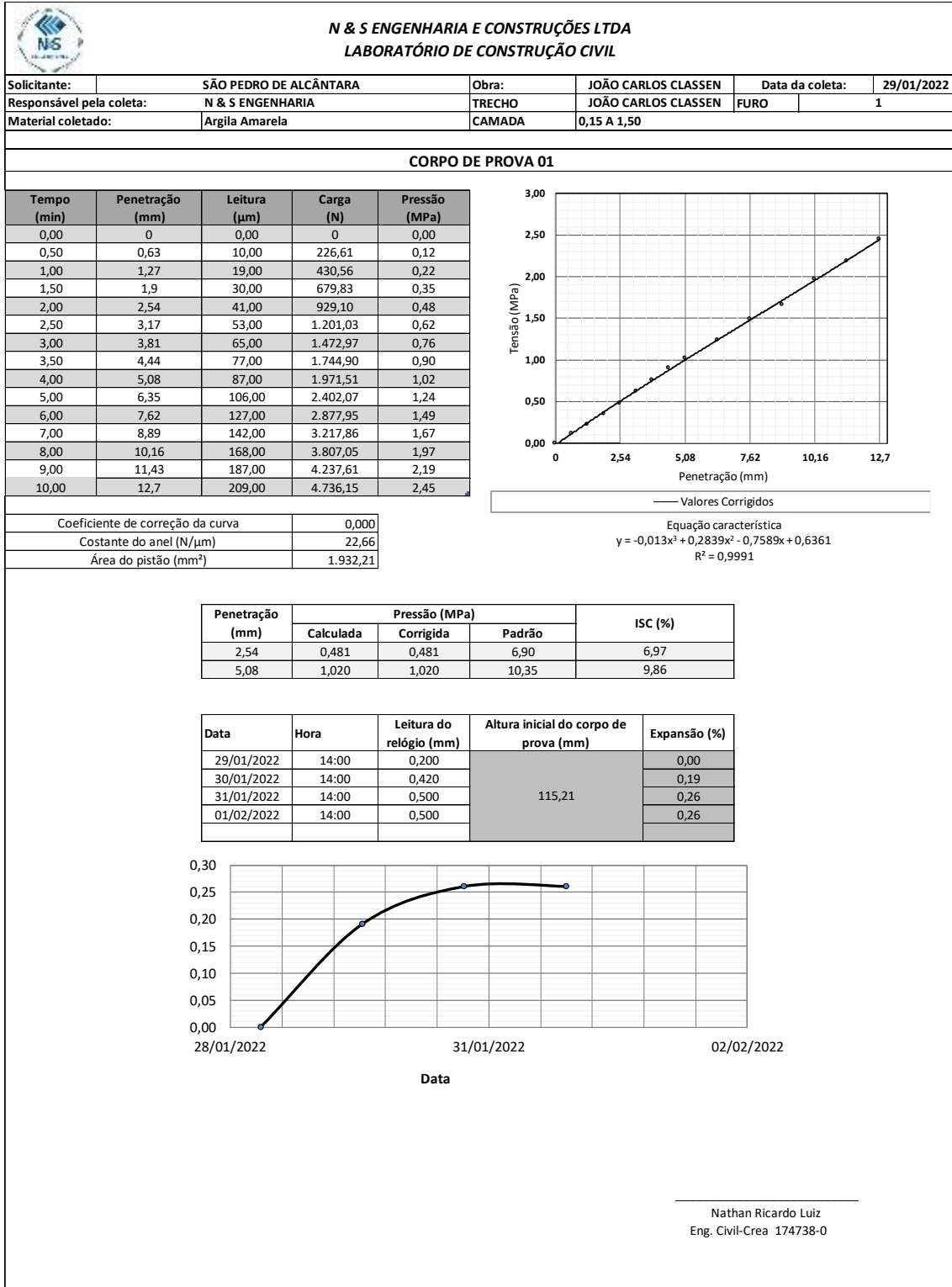


4 RESULTADOS OBTIDOS



4.1 ENSAIO 01

|  N & S ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA LABORATÓRIO DE CONSTRUÇÃO CIVIL | | | | | |
|--|------------------------|--------------------|---------------------|-----------------|------------|
| Solicitante: | SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA | Obra: | JOÃO CARLOS CLASSEN | Data da coleta: | 29/01/2022 |
| Responsável pela coleta: | N & S ENGENHARIA | TRECHO: | JOÃO CARLOS CLASSEN | Furo: | 1 |
| Material coletado: | Argila Amarela | CAMADA: | 0,15 A 1.50 | | |
| Ensaio de Compactação dos solos - NBR 7182:2016 | | | | | |
| Peso do Cilindro + Solo Úmido (g): | 3955,00 | 4040,00 | 4095,00 | 4130,00 | 4120,00 |
| Peso do Solo Úmido (g): | 1767,00 | 1852,00 | 1907,00 | 1942,00 | 1932,00 |
| Massa Específica Aparente Úmida (g/cm³): | 1,77 | 1,85 | 1,91 | 1,94 | 1,93 |
| Cápsula: | 5 | 10 | 18 | 25 | 20 |
| Peso da Cápsula (g): | 7,15 | 7,15 | 7,15 | 7,15 | 7,15 |
| Peso da Cápsula + Solo Úmido (g): | 82,12 | 83,41 | 86,90 | 93,15 | 91,16 |
| Peso da Cápsula + Solo Seco (g): | 71,63 | 70,61 | 74,24 | 78,07 | 73,43 |
| Teor de Umidade (%): | 15,36 | 16,95 | 19,15 | 21,43 | 22,80 |
| Volume do Cilindro (cm³): | 1000,00 | 1000,00 | 1000,00 | 1000,00 | 1000,00 |
| Teor de Umidade Médio (%) | 15,8 | 18,6 | 19,0 | 21,3 | 24,8 |
| Massa Específica Aparente Seca (g/cm³): | 1,53 | 1,56 | 1,60 | 1,60 | 1,55 |
| Índice de Vazios | 0,83 | 0,79 | 0,75 | 0,75 | 0,81 |
| Porosidade (%) | 45,46% | 44,16% | 42,72% | 42,79% | 44,65% |
| Grau de Saturação (%) | 53,07% | 65,66% | 71,31% | 79,84% | 85,92% |
| Curva de Compactação | | | | | |
|  | | | | | |
| Resumo do Ensaio | | | | | |
| Massa Espec. Aparente Seca Máxima (g/cm³): | 1,609 | Umidade Ótima (%): | 20,401 | Energia: | Normal |
| <p>_____ Nathan Ricardo Luiz Eng. Civil-Crea 174738-0</p> | | | | | |



Observações: O ensaio de Índice de Suporte Califórnia foi realizado utilizando-se um corpo de prova moldado na umidade ótima 20,40% obtida através do ensaio de compactação com energia de compactação Normal. O corpo de prova foi deixado submerso por 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 maior dos valores obtidos nas penetrações de 2,54 mm e 5,08 mm, a saber, 9,86 %.



5 CONCLUSÕES



O material foi retirado do bordo, próximo ao meio-fio existente, o furo, apresentou solo do tipo argila amarela, com umidade no local próxima a umidade ótima, apresentando valor de CBR próximo a 10%, durante a retirada de solos para realização dos ensaios, não foi encontrado o nível d'água. Para realização dos ensaios, foi retirado a pavimentação em paralelepípedo existente, onde encontrou-se aproximadamente 5 cm de areia para assentamento, o qual é desconsiderada para realização dos ensaios.

6 APÊNDICES



27.567688054283252S 48.80504426492331W



27.567688054283252S 48.80504426492331W



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 PEDRO DE ALCÂNTARA
Endereço: RUA PAULINO CLASSEN

CPF/CNPJ: 01.613.101/0001-09
Nº: S/N

Complemento:
Cidade: SAO PEDRO DE ALCANTARA
Valor da Obra/Serviço/Contrato: R\$ 1.100,00
Contrato: Celebrado em:

Honorários:
Vinculado à ART:

Bairro: CENTRO
UF: SC
Ação Institucional:
Tipo de Contratante:

CEP: 88125-000

3. Dados Obra/Serviço

Proprietário: MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA
Endereço: RUA CARLOS CLASSEN

CPF/CNPJ: 01.613.101/0001-09
Nº: S/N

Complemento:
Cidade: SAO PEDRO DE ALCANTARA
Data de Início: 29/01/2022
Finalidade:

Data de Término: 08/02/2022

Bairro: CENTRO
UF: SC
Coordenadas Geográficas:

CEP: 88125-000

Código:

4. Atividade Técnica

| Execução | Laudo | Dimensão do Trabalho: | Unidade(s) |
|------------------|-------|-----------------------|------------|
| Geotecnia | | 1,00 | |
| Sondagem | | 1,00 | |

5. Observações

ENSAIOS PARA SUBSIDIAR PROJETOS DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA, PROCTOR NORMAL, EXPANSÃO DOSLOS, ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA, NA RUA CARLOS CLASSEN.

6. Declarações

Acessibilidade: Declaro, sob as penas da Lei, que na(s) atividade(s) registrada(s) nesta ART não se exige a observância das 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

NENHUMA

8. Informações

A ART é válida somente após o pagamento da taxa.
Situação do pagamento da taxa da ART em 08/02/2022: TAXA DA ART A PAGAR
Valor ART: R\$ 88,78 | Data Vencimento: 18/02/2022 | Registrada em:
Valor Pago: | Data Pagamento: | Nosso Número:
A autenticidade deste documento pode ser verificada no site 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 STF, na Lei 9.784/99 e na Resolução 1.025/09 do CONFEA.

9. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

JAGUARUNA - SC, 08 de Fevereiro de 2022
NATHAN RICARDO LUIZ
Assinado eletronicamente pelo(a) **NATHAN RICARDO LUIZ**
Assinado de forma digital por NATHAN RICARDO LUIZ
DN: c=BR, o=CP-Brasil, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB-e-CPF A1, ou=VALID, ou=AR E2 CERT, ou=Presencial, ou=35633530000190, cn=NATHAN RICARDO LUIZ, o=09850720913
Data: 2022.02.08 11:54:11 -03'00'
NATHAN RICARDO LUIZ
098.507.209-13

Contratante: MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA

01.613.101/0001-09

ESTADO DE SANTA CATARINA
MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA
SECRETARIA DE PLANEJAMENTO



FEVEREIRO 2022

RELATÓRIO DE ESTUDO GEOTÉCNICO

LOCAL: SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA - SC
RUA: JOÃO PERING





MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA/SC
CNPJ: 01.613.101/0001-09

MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA

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

**NATHAN RICARDO
LUIZ:09850720913**

Assinado de forma digital por NATHAN
RICARDO LUIZ:09850720913
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=Secretaria da
Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e-
CPF A1, ou=VALID, ou=AR EZ CERT,
ou=Presencial, ou=35653536000190,
cn=NATHAN RICARDO LUIZ:09850720913
Dados: 2022.02.08 11:56:42 -03'00'

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



Sumário

| | |
|--|----|
| 1. APRESENTAÇÃO | 4 |
| 2. MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA RODOVIA | 6 |
| 3. ENSAIOS REALIZADOS | 8 |
| 3.1 ENSAIO DE COMPACTAÇÃO | 9 |
| 3.2 EQUIPAMENTOS..... | 9 |
| 3.3 PROCEDIMENTOS..... | 10 |
| 3.4 CÁLCULOS E RESULTADOS | 10 |
| 3.5 ÍNDICE DE SUPOR CALIFÓRNIA (CBR)..... | 11 |
| 3.6 EQUIPAMENTOS..... | 11 |
| 3.7 PROCEDIMENTOS..... | 12 |
| 3.8 EXPANSÃO..... | 12 |
| 3.9 PENETRAÇÃO..... | 12 |
| 3.10 CÁLCULOS E RESULTADOS | 13 |
| 4 RESULTADOS OBTIDOS | 14 |
| 4.1 ENSAIO 01..... | 15 |
| 4.2 ENSAIO 02..... | 17 |
| 5 CONCLUSÕES | 19 |
| 6 APÊNDICES | 21 |

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 RODOVIA



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 cm³) 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 ρ_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).

3.2 EQUIPAMENTOS

Os principais equipamentos são:

Peneira no .4;

Balança;

Molde cilíndrico de 1000cm³, com base e colarinho;

Soquete cilíndrico;

Extrator de amostras;

Cápsulas para determinação de umidade;

Estufa.



3.3 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 26 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.

3.4 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: $\gamma_d = (S_r \cdot \gamma_s \cdot \gamma_w) / (w \cdot \gamma_s + S_r \cdot \gamma_w)$ Onde:

S_r - Grau de saturação

w - Umidade

γ_s - Peso específico das partículas sólidas

γ_w - Peso específico da água.

A Curva de compactação é obtida marcando-se, em ordenadas, os valores dos pesos específicos secos (γ_d) e, em abcissas, os teores de umidade correspondentes (w), o peso específico



seco máximo ($\gamma_{dm\acute{a}x}$), 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.

3.5 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.

3.6 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.



3.7 PROCEDIMENTOS

É retirado o corpo de prova, após o período de imersão, e deixado a ser drenado naturalmente por 15 minutos. Logo em seguida, leva-se o corpo de prova para a prensa, onde será rompido através da penetração de um pistão cilíndrico, com uma velocidade de 1,27 mm/min. Utilizando um anel dinamômetro na prensa, registra-se os valores necessários para o cálculo das pressões de cada penetração.

3.8 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.

3.9 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 a cada 30 segundos até decorridos o tempo de 6 minutos.



3.10 CÁLCULOS E RESULTADOS

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

h - Deformação até o instante considerado; h_i - 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:

$$\text{CBR} = [(\text{Pressão encontrada}) / (\text{Pressão padrão})] \cdot 100.$$

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 ENSAIO 01

| N & S ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA LABORATÓRIO DE CONSTRUÇÃO CIVIL | | | | | |
|--|------------------------|--------------------|-------------|-----------------|------------|
| Solicitante: | SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA | Obra: | JOÃO PERING | Data da coleta: | 29/01/2022 |
| Responsável pela coleta: | N & S ENGENHARIA | TRECHO | JOÃO PERING | Furo | 1 |
| Material coletado: | Argila Marrom Claro | CAMADA | 0,15 A 1.50 | | |
| Ensaio de Compactação dos solos - NBR 7182:2016 | | | | | |
| Peso do Cilindro + Solo Úmido (g): | 3955,00 | 4040,00 | 4095,00 | 4130,00 | 4120,00 |
| Peso do Solo Úmido (g): | 1767,00 | 1852,00 | 1907,00 | 1942,00 | 1932,00 |
| Massa Específica Aparente Úmida (g/cm³): | 1,77 | 1,85 | 1,91 | 1,94 | 1,93 |
| Cápsula: | 5 | 10 | 18 | 25 | 20 |
| Peso da Cápsula (g): | 7,15 | 7,15 | 7,15 | 7,15 | 7,15 |
| Peso da Cápsula + Solo Úmido (g): | 80,12 | 79,41 | 84,90 | 90,15 | 87,16 |
| Peso da Cápsula + Solo Seco (g): | 71,63 | 70,61 | 74,24 | 78,07 | 73,43 |
| Teor de Umidade (%): | 15,36 | 16,95 | 19,15 | 21,43 | 22,80 |
| Volume do Cilindro (cm³): | 1000,00 | 1000,00 | 1000,00 | 1000,00 | 1000,00 |
| Teor de Umidade Médio (%) | 14,3 | 15,4 | 17,5 | 19,2 | 21,8 |
| Massa Específica Aparente Seca (g/cm³): | 1,55 | 1,60 | 1,62 | 1,63 | 1,59 |
| Índice de Vazios | 0,81 | 0,74 | 0,72 | 0,72 | 0,76 |
| Porosidade (%) | 44,72% | 42,63% | 41,99% | 41,77% | 43,28% |
| Grau de Saturação (%) | 49,32% | 58,00% | 67,71% | 74,98% | 79,78% |
| Curva de Compactação | | | | | |
| | | | | | |
| Resumo do Ensaio | | | | | |
| Massa Espec. Aparente Seca Máxima (g/cm³): | 1,636 | Umidade Ótima (%): | 18,381 | Energia: | Normal |
| _____ Nathan Ricardo Luiz Eng. Civil-Crea 174738-0 | | | | | |

| N & S ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA LABORATÓRIO DE CONSTRUÇÃO CIVIL | | | | | | |
|--|------------------------|---------------------|------------------|----------------------|-----------------|------------|
| Solicitante: | SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA | | Obra: | JOÃO PERING | Data da coleta: | 29/01/2022 |
| Responsável pela coleta: | N & S ENGENHARIA | | TRECHO | JOÃO PERING | FURO | 1 |
| Material coletado: | Argila Marrom Claro | | CAMADA | 0,15 A 1,50 | | |
| CORPO DE PROVA 01 | | | | | | |
| Tempo (min) | Penetração (mm) | Leitura (µm) | Carga (N) | Pressão (MPa) | | |
| 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | | |
| 0,50 | 0,63 | 13,00 | 294,59 | 0,15 | | |
| 1,00 | 1,27 | 25,00 | 566,53 | 0,29 | | |
| 1,50 | 1,9 | 37,00 | 838,46 | 0,43 | | |
| 2,00 | 2,54 | 50,00 | 1.133,05 | 0,59 | | |
| 2,50 | 3,17 | 61,00 | 1.382,32 | 0,72 | | |
| 3,00 | 3,81 | 73,00 | 1.654,25 | 0,86 | | |
| 3,50 | 4,44 | 86,00 | 1.948,85 | 1,01 | | |
| 4,00 | 5,08 | 98,00 | 2.220,78 | 1,15 | | |
| 5,00 | 6,35 | 120,00 | 2.719,32 | 1,41 | | |
| 6,00 | 7,62 | 141,00 | 3.195,20 | 1,65 | | |
| 7,00 | 8,89 | 164,00 | 3.716,40 | 1,92 | | |
| 8,00 | 10,16 | 186,00 | 4.214,95 | 2,18 | | |
| 9,00 | 11,43 | 207,00 | 4.690,83 | 2,43 | | |
| 10,00 | 12,7 | 230,00 | 5.212,03 | 2,70 | | |
| Coeficiente 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 | 0,586 | 0,586 | 6,90 | 8,50 |
| 5,08 | 1,149 | 1,149 | 10,35 | 11,10 |

| Data | Hora | Leitura do relógio (mm) | Altura inicial do corpo de prova (mm) | Expansão (%) |
|------------|-------|-------------------------|---------------------------------------|--------------|
| 29/01/2022 | 14:00 | 0,200 | 115,21 | 0,00 |
| 30/01/2022 | 14:00 | 0,420 | | 0,19 |
| 31/01/2022 | 14:00 | 0,500 | | 0,26 |
| 01/02/2022 | 14:00 | 0,500 | | 0,26 |

Nathan Ricardo Luiz
Eng. Civil-Crea 174738-0

Observações: O ensaio de Índice de Suporte Califórnia foi realizado utilizando-se um corpo de prova moldado na umidade ótima 18,38% obtida através do ensaio de compactação com energia de compactação Normal. O corpo de prova foi deixado submerso por 4 dias, período após o qual mediu-se a expansão com valor máximo de 0,22%. Conforme a NBR 9895, para o CBR do material ensaiado deve-se adotar o maior dos valores obtidos nas penetrações de 2,54 mm e 5,08 mm, a saber, 11,10 %.

4.2 ENSAIO 02

| N & S ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA LABORATÓRIO DE CONSTRUÇÃO CIVIL | | | | | | |
|--|------------------------|--------------------|-------------|-----------------|------------|--|
| Solicitante: | SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA | Obra: | JOÃO PERING | Data da coleta: | 29/01/2022 | |
| Responsável pela coleta: | N & S ENGENHARIA | TRECHO | JOÃO PERING | Furo | 2 | |
| Material coletado: | Argila Marrom Claro | CAMADA | 0,15 A 1.50 | | | |
| Ensaio de Compactação dos solos - NBR 7182:2016 | | | | | | |
| Peso do Cilindro + Solo Úmido (g): | 3960,00 | 4050,00 | 4135,00 | 4180,00 | 4170,00 | |
| Peso do Solo Úmido (g): | 1772,00 | 1862,00 | 1947,00 | 1992,00 | 1982,00 | |
| Massa Específica Aparente Úmida (g/cm³): | 1,77 | 1,86 | 1,95 | 1,99 | 1,98 | |
| Cápsula: | 5 | 10 | 18 | 25 | 20 | |
| Peso da Cápsula (g): | 7,15 | 7,15 | 7,15 | 7,15 | 7,15 | |
| Peso da Cápsula + Solo Úmido (g): | 77,92 | 82,13 | 90,92 | 84,02 | 90,22 | |
| Peso da Cápsula + Solo Seco (g): | 69,22 | 72,25 | 79,34 | 71,52 | 76,14 | |
| Teor de Umidade (%): | 15,36 | 16,95 | 19,15 | 21,43 | 22,80 | |
| Volume do Cilindro (cm³): | 1000,00 | 1000,00 | 1000,00 | 1000,00 | 1000,00 | |
| Teor de Umidade Médio (%) | 14,7 | 16,1 | 17,6 | 20,4 | 21,6 | |
| Massa Específica Aparente Seca (g/cm³): | 1,55 | 1,60 | 1,66 | 1,65 | 1,63 | |
| Índice de Vazios | 0,81 | 0,74 | 0,69 | 0,69 | 0,72 | |
| Porosidade (%) | 44,76% | 42,65% | 40,81% | 40,86% | 41,73% | |
| Grau de Saturação (%) | 50,69% | 60,43% | 71,39% | 82,67% | 84,38% | |
| Curva de Compactação | | | | | | |
| | | | | | | |
| Resumo do Ensaio | | | | | | |
| Massa Espec. Aparente Seca Máxima (g/cm³): | 1,677 | Umidade Ótima (%): | 18,747 | Energia: | Normal | |
| _____ Nathan Ricardo Luiz Eng. Civil-Crea 174738-0 | | | | | | |

| N & S ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA LABORATÓRIO DE CONSTRUÇÃO CIVIL | | | | | | |
|--|------------------------|---------------------|------------------|----------------------|-----------------|------------|
| Solicitante: | SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA | | Obra: | JOÃO PERING | Data da coleta: | 29/01/2022 |
| Responsável pela coleta: | N & S ENGENHARIA | | TRECHO | JOÃO PERING | FURO | 2 |
| Material coletado: | Argila Marrom Claro | | CAMADA | 0,15 A 1,50 | | |
| CORPO DE PROVA 02 | | | | | | |
| Tempo (min) | Penetração (mm) | Leitura (µm) | Carga (N) | Pressão (MPa) | | |
| 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | | |
| 0,50 | 0,63 | 11,00 | 249,27 | 0,13 | | |
| 1,00 | 1,27 | 23,00 | 521,20 | 0,27 | | |
| 1,50 | 1,9 | 32,00 | 725,15 | 0,38 | | |
| 2,00 | 2,54 | 43,00 | 974,42 | 0,50 | | |
| 2,50 | 3,17 | 55,00 | 1.246,36 | 0,65 | | |
| 3,00 | 3,81 | 66,00 | 1.495,63 | 0,77 | | |
| 3,50 | 4,44 | 79,00 | 1.790,22 | 0,93 | | |
| 4,00 | 5,08 | 89,00 | 2.016,83 | 1,04 | | |
| 5,00 | 6,35 | 109,00 | 2.470,05 | 1,28 | | |
| 6,00 | 7,62 | 127,00 | 2.877,95 | 1,49 | | |
| 7,00 | 8,89 | 144,00 | 3.263,18 | 1,69 | | |
| 8,00 | 10,16 | 162,00 | 3.671,08 | 1,90 | | |
| 9,00 | 11,43 | 181,00 | 4.101,64 | 2,12 | | |
| 10,00 | 12,7 | 197,00 | 4.464,22 | 2,31 | | |
| Coeficiente 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 | 0,504 | 0,526 | 6,90 | 7,63 |
| 5,08 | 1,044 | 1,028 | 10,35 | 9,94 |

| Data | Hora | Leitura do relógio (mm) | Altura inicial do corpo de prova (mm) | Expansão (%) |
|------------|-------|-------------------------|---------------------------------------|--------------|
| 29/01/2022 | 14:00 | 0,350 | 115,21 | 0,00 |
| 30/01/2022 | 14:00 | 0,560 | | 0,18 |
| 31/01/2022 | 14:00 | 0,600 | | 0,22 |
| 01/02/2022 | 14:00 | 0,620 | | 0,23 |

Nathan Ricardo Luiz
Eng. Civil-Crea 174738-0

Observações: O ensaio de Índice de Suporte Califórnia foi realizado utilizando-se um corpo de prova moldado na umidade ótima 18,75% obtida através do ensaio de compactação com energia de compactação Normal. O corpo de prova foi deixado submerso por 4 dias, período após o qual mediu-se a expansão com valor máximo de 0,22%. Conforme a NBR 9895, para o CBR do material ensaiado deve-se adotar o maior dos valores obtidos nas penetrações de 2,54 mm e 5,08 mm, a saber, 9,94 %.

5 CONCLUSÕES



Os materiais foram retirados dos bordos, próximo ao meio-fio existente, os furos 01 e 02, apresentaram solo do tipo Argila Marrom Claro , com umidade no local próxima a umidade ótima, apresentando valores de CBR próximos a 10%, durante a retirada de solos para realização dos ensaios, não foi encontrado o nível d'água. Para realização dos ensaios, foi retirado a pavimentação em paralelepípedo existente, onde encontrou-se aproximadamente 5 cm de areia para assentamento, o qual é desconsiderada para realização dos ensaios.

6 APÊNDICES





Anotação de Responsabilidade Técnica - ART

Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina

CREA-SC



ART OBRA OU SERVIÇO

25 2022 8145277-9

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 PEDRO DE ALCÂNTARA
Endereço: RUA PAULINO CLASSEN

CPF/CNPJ: 01.613.101/0001-09
Nº: S/N

Complemento:
Cidade: SAO PEDRO DE ALCANTARA
Valor da Obra/Serviço/Contrato: R\$ 1.100,00
Contrato: Celebrado em:

Honorários:
Vinculado à ART:

Bairro: CENTRO
UF: SC
Ação Institucional:
Tipo de Contratante:

CEP: 88125-000

3. Dados Obra/Serviço

Proprietário: MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA
Endereço: RUA JOÃO PERING

CPF/CNPJ: 01.613.101/0001-09
Nº: S/N

Complemento:
Cidade: SAO PEDRO DE ALCANTARA
Data de Início: 29/01/2022
Finalidade:

Data de Término: 08/02/2022

Bairro: CENTRO
UF: SC
Coordenadas Geográficas:

CEP: 88125-000

Código:

4. Atividade Técnica

| Execução | Laudo | Dimensão do Trabalho: | Unidade(s) |
|------------------|-------|-----------------------|------------|
| Geotecnia | | 2,00 | |
| Sondagem | | 2,00 | |

5. Observações

ENSAIOS PARA SUBSIDIAR PROJETOS DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA, PROCTOR NORMAL, EXPANSÃO DOSLOS, ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA, NA RUA JOÃO PERING.

6. Declarações

Acessibilidade: Declaro, sob as penas da Lei, que na(s) atividade(s) registrada(s) nesta ART não se exige a observância das 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

NENHUMA

8. Informações

- A ART é válida somente após o pagamento da taxa.
- Situação do pagamento da taxa da ART em 08/02/2022: TAXA DA ART A PAGAR
- Valor ART: R\$ 88,78 | Data Vencimento: 18/02/2022 | Registrada em:
- Valor Pago: | Data Pagamento: | Nosso Número:
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site 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 STF, na Lei 9.784/99 e na Resolução 1.025/09 do CONFEA.

9. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

NATHAN RICARDO LUIZ
LUIZ:09850720913

Assinado de forma eletrônica em 08/02/2022
AGUARUNA - SC, 08 de Fevereiro de 2022
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=Secretaria de
Brecia Federal do Brasil - ISEL, ou=BR, e=CP
F1, ou=VALID, ou=AR.EZ.CERT,
ou=Presencial, ou=3565330600100,
cn=NATHAN RICARDO LUIZ, ou=09850720913
Dados: 2022.02.08 11:56:28 -03'00'

NATHAN RICARDO LUIZ

098.507.209-13

Contratante: MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA

01.613.101/0001-09