



PAVIMENTAÇÃO

PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA PARA O CONDOMÍNIO SAN FRANCISCO II, SITUADO NO SETOR HABITACIONAL TORORÓ – JARDIM BOTÂNICO – RA-JB – BRASÍLIA – DF.

**RELATÓRIO TÉCNICO DO PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO
VOLUME ÚNICO**

**BRASÍLIA/DF
01/2022**

ESTRUTURA DE APRESENTAÇÃO

Volume Único:

Relatório Técnico do Projeto de Pavimentação.

Anexo I – Planta dos Furos Sondagem.

Anexo II – Estudos Geotécnicos.

Anexo III – Planta de Classificação das Vias e Seções Tipo de Pavimentação.

Anexo IV – Especificações Técnicas.

ÍNDICE

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 6 |
| 2 | LOCALIZAÇÃO..... | 7 |
| 3 | DIAGNÓSTICO DAS ESTRUTURAS DE PAVIMENTAÇÃO EXISTENTE..... | 8 |
| 4 | PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO | 10 |
| 4.1 | DETERMINAÇÃO DO NUMERO "N" | 10 |
| 4.2 | ESTUDO GEOTÉCNICO DO SUBLEITO | 13 |
| 4.2.1 | Resumo dos Resultados dos Ensaios de Caracterização | 15 |
| 4.3 | DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS DOS PAVIMENTOS | 17 |
| 4.3.1 | Definição dos Parâmetros de Projeto..... | 17 |
| 4.3.2 | Coeficiente de Equivalência Estrutural..... | 18 |
| 4.3.3 | Espessura Mínima do Revestimento..... | 18 |
| 4.3.4 | Espessura e resistência dos blocos de revestimento..... | 19 |
| 4.3.5 | Dimensionamento das Estruturas dos Pavimentos | 19 |
| 4.3.6 | Aplicação do Método de Dimensionamento dos Pavimentos Intertravados | 19 |
| 4.4 | PASSEIOS (CALÇADAS) E CICLOVIAS | 26 |
| 5 | CONCLUSÃO | 27 |
| 6 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 28 |
| 7 | ANEXOS | 29 |
| 7.1 | ANEXO – I – PLANTA DOS FUROS SONDAGEM. | 29 |
| 7.2 | ANEXO – III – ESTUDOS GEOTÉCNICOS. | 30 |
| 7.3 | ANEXO III – PLANTA DE CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS E SEÇÕES TIPO DE PAVIMENTAÇÃO..... | 31 |
| 7.4 | ANEXO – IV – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS..... | 32 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 1: LOCALIZAÇÃO DO PARCELAMENTO SITUADO NA REGIÃO ADMINISTRATIVA DO JARDIM BOTÂNICO. | 7 |
| FIGURA 2: VIAS EXISTENTES, REVESTIDAS EM PAVIMENTO INTERTRAVADO, COM EXTENSÃO DE ~ 2,2KM. | 8 |
| FIGURA 3: VIA PAVIMENTADA COM BLOCOS INTERTRAVADOS DO CONDOMÍNIO SAN FRANCISCO II. | 9 |
| FIGURA 4: VIA PAVIMENTADA COM BLOCOS INTERTRAVADOS, SEM CALÇADAS, DO CONDOMÍNIO SAN FRANCISCO II. | 9 |
| FIGURA 5: PLANTA DE CLASSIFICAÇÃO DE VIAS (TRÁFEGO LEVE NA COR MAGENTA) E (TRÁFEGO MÉDIO NA COR CIANO). | 12 |
| FIGURA 6: PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DOS FUROS DE SONDAGENS – SAN II. | 15 |
| FIGURA 7: ESPESSURAS NECESSÁRIAS DE SUB-BASE EM FUNÇÃO DO VALOR DE CBR DO SUBLEITO E DO NÚMERO "N" DE SOLICITAÇÕES. | 20 |
| FIGURA 8: ESPESSURA NECESSÁRIA DE BASE (CONCRETO ROLADO OU SOLO-CIMENTO). | 21 |
| FIGURA 9: ESPESSURA NECESSÁRIA DE BASE PURAMENTE GRANULAR (HBG) - PROCEDIMENTO B. | 22 |
| FIGURA 10: SEÇÃO TIPO DA VIAS LOCAIS RESIDENCIAIS. | 24 |
| FIGURA 11: SEÇÃO TIPO DA VIA COLETORA SECUNDARIA. | 25 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| TABELA 1: CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS E PARÂMETROS DE TRÁFEGO. | 11 |
| TABELA 2: DISTRIBUIÇÃO "T" DE STUDENT – TN. | 13 |
| TABELA 3: RESUMO DOS RESULTADOS OBTIDOS NOS ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DO SUBLEITO. | 16 |
| TABELA 4: CBR DE PROJETO DO PAVIMENTO. | 16 |
| TABELA 5: COEFICIENTES DE EQUIVALÊNCIA ESTRUTURAL. | 18 |
| TABELA 6: COEFICIENTES DE EQUIVALÊNCIA ESTRUTURAL. | 19 |
| TABELA 7: DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO INTERTRAVADO PARA O TRÁFEGO LEVE (VIA LOCAL RESIDENCIAL) – CBR DE 11,0%. | 23 |
| TABELA 8: RESUMO DAS ESPESSURAS DOS PAVIMENTOS PARA O TRÁFEGO LEVE – CONDOMÍNIO SAN FRANCISCO II. | 23 |
| TABELA 9: DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO INTERTRAVADO PARA O TRÁFEGO MÉDIO (VIA COLETORA SECUNDÁRIA) – CBR DE 11,0%. | 24 |
| TABELA 10: RESUMO DAS ESPESSURAS DOS PAVIMENTOS PARA O TRÁFEGO MÉDIO – CONDOMÍNIO SAN FRANCISCO II. | 25 |

1 INTRODUÇÃO

A PROJEN Engenharia, apresenta o Projeto Executivo de Pavimentação para o Condomínio San Francisco II, situado no Setor Habitacional Tororó – Jardim Botânico – RA-JB – Brasília – DF.

A elaboração do projeto de pavimentação pautou-se nos subsídios fornecidos pelos estudos de tráfego (IP-02 da PSMP) e pelo projeto executivo de terraplenagem/geométrico realizado para os trechos em estudo.

O dimensionamento de um pavimento consiste, resumidamente, na criação de uma estrutura multicamadas constituídas por materiais com qualidade e espessuras que a tornem técnica e economicamente viável, e capaz de suportar os esforços gerados pelo tráfego durante um longo período de tempo, e sob as mais diversas condições ambientais.

2 LOCALIZAÇÃO

A poligonal do parcelamento, situa-se na Região Administrativa do Jardim Botânico, pertencente à unidade hidrográfica do Rio São Bartolomeu, na região sul do Distrito Federal, contemplando uma poligonal de ~ 45,85 hectares.

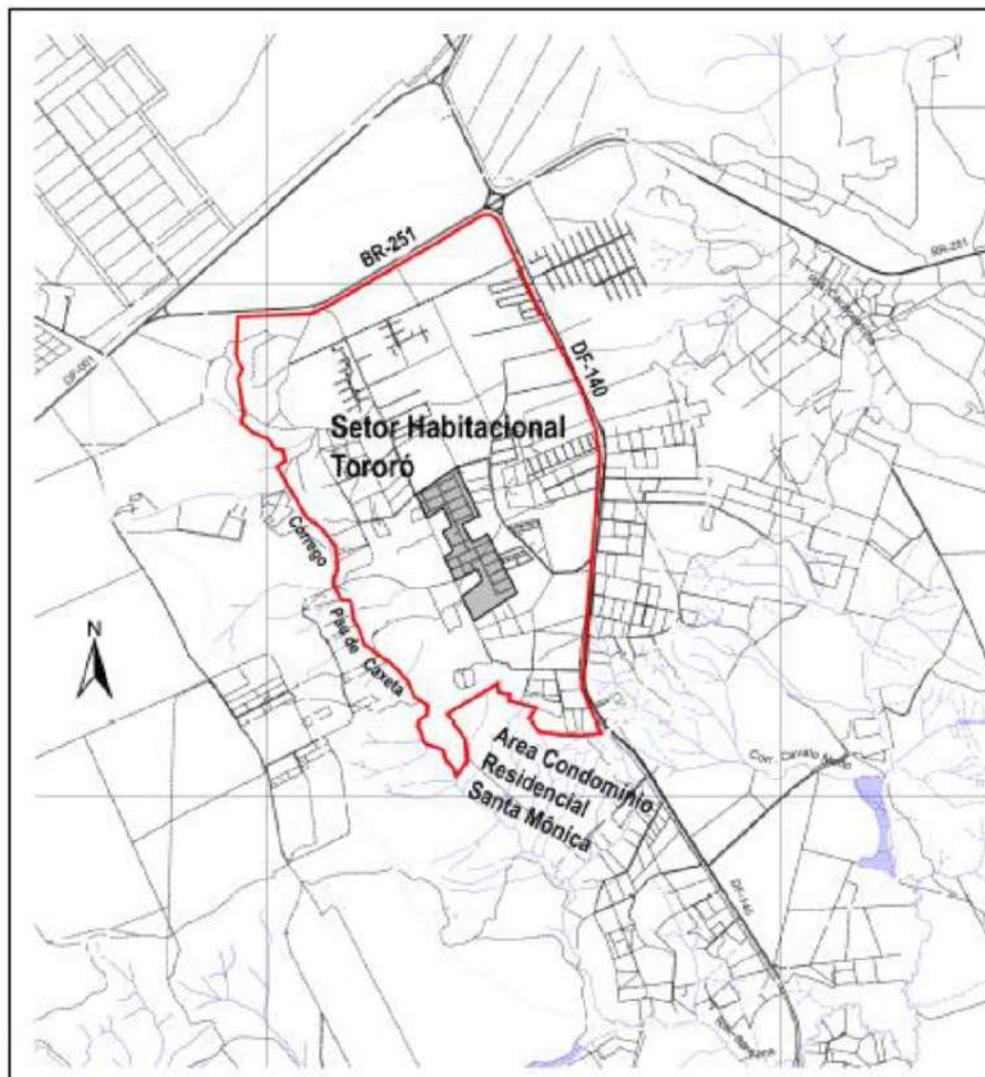


Figura 1: Localização do Parcelamento situado na Região Administrativa do Jardim Botânico.

Fonte: MDE 168/2009.

3 DIAGNÓSTICO DAS ESTRUTURAS DE PAVIMENTAÇÃO EXISTENTE

No intuito de caracterizar as estruturas de pavimentação existente no local, foram realizadas visitas técnicas na área em estudo, pelos engenheiros da PROJEN, da NOVACAP e CADMO Engenharia. Assim, conforme identificado em vistoria, o parcelamento apresenta vias com pavimento em blocos intertravados de concreto, parcialmente implantados nas *Ruas A, B, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10* (ver figura abaixo), todas com meio-fio padrão NOVACAP, em ambos os lados, bem como grama em frente aos lotes (sem calçadas). Além disso, o parcelamento não possui sistema de drenagem no eixo viário, nem sinalização horizontal e vertical.

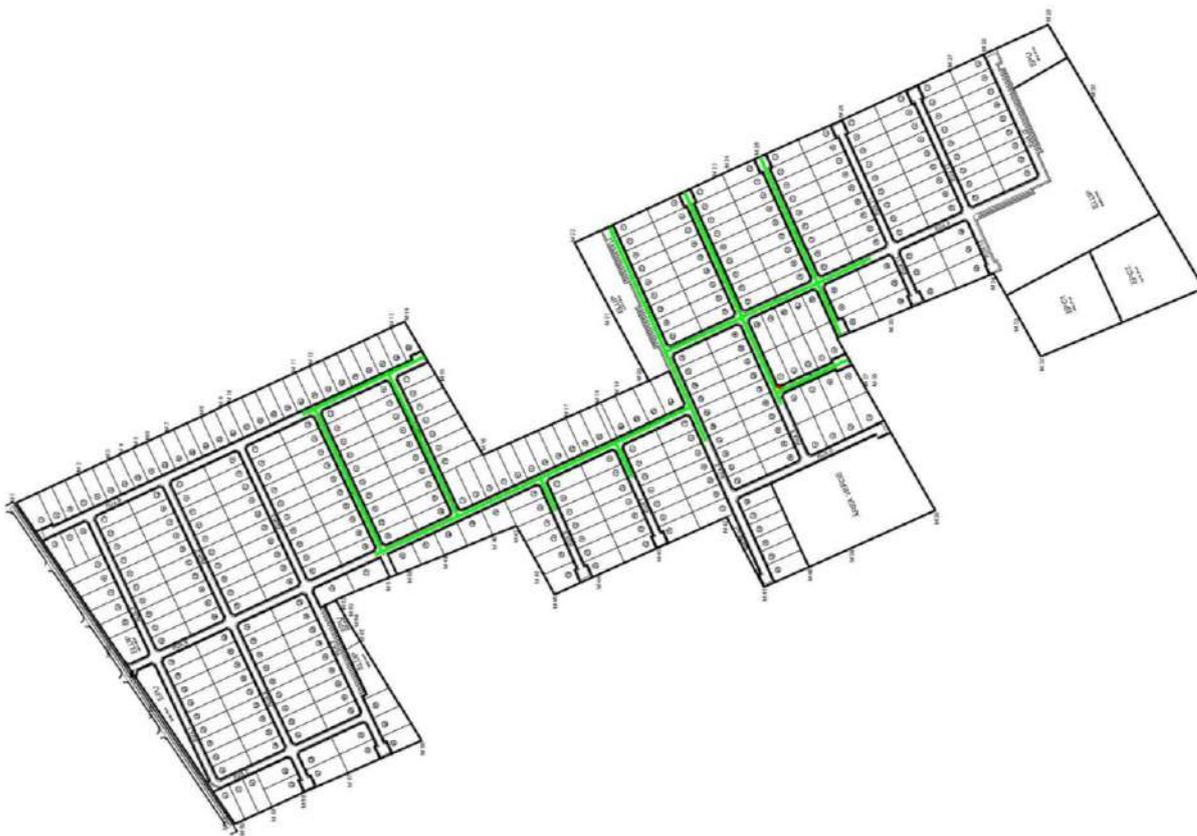


Figura 2: Vias existentes, revestidas em pavimento intertravado, com extensão de ~ 2,2km.

A mais disso, foi verificado que o restante das vias possui uma camada de cascalho laterítico, de aproximadamente 20,0 cm, executada sobre o terreno o terreno natural, e conforme relatos, foram feitas intervenções ao longo dos anos com passagem de rolo pé-de-carneiro para compactação do solo utilizado, entretanto, nenhum ensaio com vistas ao controle tecnológico foi efetuado na época.

As soluções propostas para as intervenções no pavimento existente consideram o aproveitamento dos revestimentos (blocos intertravados). Por sua vez, as vias pavimentadas serão abertas (valas), visando a execução das redes de drenagem, onde a camada de sub-base poderá ser aproveitada desde que atenda o CBR min de projeto adotado no dimensionamento das camadas para o material granular. Ademais, como não há histórico do controle tecnológico da execução da camada de subleito e pelo fato de ocorrerem defeitos estruturais em trechos isolados, as soluções propostas poderão ter a intervenção no pavimento a partir do subleito nos trechos de vias existentes.

Segue abaixo algumas imagens de vias com revestimento existente no condomínio.



Figura 3: Via pavimentada com blocos intertravados do Condomínio San Francisco II.



Figura 4: Via pavimentada com blocos intertravados, sem calçadas, do Condomínio San Francisco II.

4 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

O projeto de pavimentação define o tipo de pavimento, a indicação das fontes de materiais para sua construção, o dimensionamento da alternativa adotada para o tipo de pavimento, a definição da seção transversal e a apresentação gráfica da distribuição dos materiais de jazidas e espessura das camadas.

Os elementos básicos utilizados na elaboração do projeto de pavimentação são fornecidos pelos estudos de tráfego e geotécnicos. O estudo de tráfego indica a intensidade e frequência das solicitações das cargas sobre a estrutura do pavimento, através do número de operação do eixo padrão (N). O estudo geotécnico fornece através dos ensaios das amostras coletadas ao longo trecho, os valores de suporte do sub-leito (CBR) que são utilizados no dimensionamento do pavimento.

4.1 DETERMINAÇÃO DO NUMERO "N"

Para o projeto de pavimentação os estudos de tráfego indicam a intensidade e frequência das solicitações das cargas sobre a estrutura do pavimento. Esses elementos são fornecidos por intermédio do número "N" (número de repetições do eixo padrão de 8,2 tf), cujos cálculos para sua determinação foram realizados de acordo com as diretrizes para a classificação de vias em função do tráfego, da geometria e do uso do solo do entorno de vias urbanas da prefeitura do município de São Paulo, conforme a *IP - 02 classificações das vias*.

Tráfego Leve: ruas de características essencialmente residenciais, para as quais não é previsto o tráfego de ônibus, podendo existir ocasionalmente passagens de caminhões e ônibus em número não superior a 20 (vinte) por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por um número "N" típico de 10^5 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de projeto de 10 anos;

Tráfego Médio: ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número de 21 (vinte e um) a 100 (cem) por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de 10^5 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de projeto de 10 anos;

Tráfego Meio Pesado: ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em número 101 (cento e um) a 300 (trezentos) por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de 2×10^6 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 10 anos;

Tráfego Pesado: ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em número de 301 (trezentos e um) a 1.000 (um mil) por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de 2×10^7 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de projeto de 10 a 12 anos;

Tráfego Muito Pesado: ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em número de 1.001 (um mil e um) a 2.000 (dois mil) por dia, na faixa de tráfego mais solicitada, caracterizada por número "N" típico superior a 5×10^7 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 12 anos;

Faixa Exclusiva de Ônibus: vias para as quais é prevista, quase que exclusivamente, a passagem de ônibus e veículos comerciais (em número reduzido), podendo ser classificadas em:

Faixa Exclusiva de Ônibus com Volume Médio: onde é prevista a passagem de ônibus em número não superior a 500 (quinhentos) por dia, na faixa "exclusiva" de tráfego, caracterizado por número "N" típico de 10^5 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 12 anos;

Faixa Exclusiva de Ônibus com Volume Elevado: onde é prevista a passagem de ônibus em número superior a 500 (quinhentos) por dia, na faixa "exclusiva" de tráfego, caracterizado por número "N" típico de 5×10^7 solicitações do eixo simples padrão (80kN).

Tabela 1: Classificação das Vias e Parâmetros de Tráfego.

| Função Predominante | Tráfego Previsto | Vida de Projeto (Anos) | Vida Inicial na faixa mais carregada | | Equivalente Por Veículo | N | N Característico |
|------------------------------------|------------------|------------------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------------|---------------------------------------|------------------|
| | | | Veículo Leve | Caminhão e Ônibus | | | |
| Via local residencial sem passagem | Muito Leve | 10 | < 100 | < 3 | 1,5 | 10^4 | 10^4 |
| Via local residencial | Leve | 10 | 100 a 400 | 4 a 20 | 1,5 | $2,7 \times 10^4$ a $1,4 \times 10^5$ | 10^5 |
| Via coletora secundária | Médio | 10 | 401 a 1500 | 21 a 100 | 1,5 | $1,4 \times 10^5$ a $6,8 \times 10^5$ | 5×10^5 |
| Via coletora principal | 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 |
| Via arterial | Pesado | 12 | 5001 a 10000 | 301 a 1000 | 5,90 | $1,0 \times 10^7$ a $3,3 \times 10^7$ | 2×10^7 |
| Via arterial Principal/ expressa | 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 |

A classificação e o número de repetições para as vias de circulação do parcelamento são apresentados abaixo e/ou Anexo III – Planta de Classificação de Vias, definidos em função do urbanismo, concebido de modo a complementar e se integrar ao entorno já ocupado.

Via Local Residencial com Passagem, $N_{\text{característico}} = 10^5$ (Tráfego Leve);

Via coletora secundária com Passagem, $N_{\text{característico}} = 5 \times 10^5$ (Tráfego Médio).



Figura 5: Planta de Classificação de Vias (tráfego leve na cor magenta) e (tráfego médio na cor ciano).

Para o referido projeto foi utilizado um período de vida útil de 10 anos, valendo a ressalva de que esta previsão foi realizada de acordo com as diretrizes da IP – 02 – Classificação das vias da PMSP, 2014.

4.2 ESTUDO GEOTÉCNICO DO SUBLEITO

Os dados geotécnicos, para fins de dimensionamento do pavimento, devem tratados estatisticamente, por universo de solos. Esse tratamento estatístico é feito através da distribuição "t" de Student, adequada ao controle pela média de amostragens pequenas e com nível de confiança de 90% para o suporte de projeto.

A Tabela 2 apresenta a distribuição "t" de Student – t_n , onde os valores tabelados correspondem aos pontos x tais que: $P(t_n \leq x)$.

Tabela 2: Distribuição "t" de Student – t_n .

| n | P($t_n \leq x$) | | | | | | | |
|----------|-------------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|---------|
| | 0,600 | 0,750 | 0,900 | 0,950 | 0,975 | 0,990 | 0,995 | 0,9995 |
| 1 | 0,325 | 1,000 | 3,078 | 6,314 | 12,706 | 31,821 | 63,657 | 636,619 |
| 2 | 0,289 | 0,816 | 1,886 | 2,920 | 4,303 | 6,965 | 9,925 | 31,598 |
| 3 | 0,277 | 0,765 | 1,638 | 2,353 | 3,182 | 4,541 | 5,841 | 12,924 |
| 4 | 0,271 | 0,741 | 1,533 | 2,132 | 2,776 | 3,747 | 4,604 | 8,610 |
| 5 | 0,267 | 0,727 | 1,476 | 2,015 | 2,571 | 3,365 | 4,032 | 6,869 |
| 6 | 0,265 | 0,718 | 1,440 | 1,943 | 2,447 | 3,143 | 3,707 | 5,959 |
| 7 | 0,263 | 0,711 | 1,415 | 1,895 | 2,365 | 2,998 | 3,499 | 5,408 |
| 8 | 0,262 | 0,706 | 1,397 | 1,860 | 2,306 | 2,896 | 3,355 | 5,041 |
| 9 | 0,261 | 0,703 | 1,383 | 1,833 | 2,262 | 2,821 | 3,250 | 4,781 |
| 10 | 0,260 | 0,700 | 1,372 | 1,812 | 2,228 | 2,764 | 3,169 | 4,587 |
| 11 | 0,260 | 0,697 | 1,363 | 1,796 | 2,201 | 2,718 | 3,106 | 4,437 |
| 12 | 0,259 | 0,695 | 1,356 | 1,782 | 2,179 | 2,681 | 3,055 | 4,318 |
| 13 | 0,259 | 0,694 | 1,350 | 1,771 | 2,160 | 2,650 | 3,012 | 4,221 |
| 14 | 0,258 | 0,692 | 1,345 | 1,761 | 2,145 | 2,624 | 2,977 | 4,140 |
| 15 | 0,258 | 0,691 | 1,341 | 1,753 | 2,131 | 2,602 | 2,947 | 4,073 |
| 16 | 0,258 | 0,690 | 1,337 | 1,746 | 2,120 | 2,583 | 2,921 | 4,015 |
| 17 | 0,257 | 0,689 | 1,333 | 1,740 | 2,110 | 2,567 | 2,898 | 3,965 |
| 18 | 0,257 | 0,688 | 1,330 | 1,734 | 2,101 | 2,552 | 2,878 | 3,922 |
| 19 | 0,257 | 0,688 | 1,328 | 1,729 | 2,093 | 2,539 | 2,861 | 3,883 |
| 20 | 0,257 | 0,687 | 1,325 | 1,725 | 2,086 | 2,528 | 2,845 | 3,850 |
| 21 | 0,257 | 0,686 | 1,323 | 1,721 | 2,080 | 2,518 | 2,831 | 3,819 |
| 22 | 0,256 | 0,686 | 1,321 | 1,717 | 2,074 | 2,508 | 2,819 | 3,792 |
| 23 | 0,256 | 0,685 | 1,319 | 1,714 | 2,069 | 2,500 | 2,807 | 3,768 |
| 24 | 0,256 | 0,685 | 1,318 | 1,711 | 2,064 | 2,492 | 2,797 | 3,745 |
| 25 | 0,256 | 0,684 | 1,316 | 1,708 | 2,060 | 2,485 | 2,787 | 3,725 |
| 26 | 0,256 | 0,684 | 1,315 | 1,706 | 2,056 | 2,479 | 2,779 | 3,707 |
| 27 | 0,256 | 0,684 | 1,314 | 1,703 | 2,052 | 2,473 | 2,771 | 3,689 |
| 28 | 0,256 | 0,683 | 1,313 | 1,701 | 2,048 | 2,467 | 2,763 | 3,674 |
| 29 | 0,256 | 0,683 | 1,311 | 1,699 | 2,045 | 2,462 | 2,756 | 3,660 |
| 30 | 0,256 | 0,683 | 1,310 | 1,697 | 2,042 | 2,457 | 2,750 | 3,646 |
| 40 | 0,255 | 0,681 | 1,303 | 1,684 | 2,021 | 2,423 | 2,704 | 3,551 |
| 60 | 0,254 | 0,679 | 1,296 | 1,671 | 2,000 | 2,390 | 2,660 | 3,460 |
| 120 | 0,254 | 0,677 | 1,289 | 1,658 | 1,980 | 2,358 | 2,617 | 3,373 |
| ∞ | 0,253 | 0,674 | 1,282 | 1,645 | 1,960 | 2,326 | 2,576 | 3,291 |

$$CBR_p = CBR - \frac{Sxt_{0,90}}{\sqrt{n}}$$

$$CBR = \frac{\sum CBR_i}{n} \quad e \quad S = \frac{\sum (CBR_i - CBR)^2}{n-1}$$

Onde:

CBR = CBR Médio;

S = desvio Padrão;

$T_{0,90}$ = valores de student e n = número de amostras.

$$X_{max} = \bar{x} + \frac{1,29\sigma}{\sqrt{N}} + 0,68\sigma \quad \bar{x} = \frac{\sum X}{N}$$

$$X_{min} = \bar{x} + \frac{1,29\sigma}{\sqrt{N}} - 0,68\sigma \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{x})^2}{N-1}}$$

Onde:

N – Número de amostras;

X = Número de amostras;

\bar{x} = Média aritmética;

σ = Desvio padrão;

X_{min} = Valor mínimo provável, estatisticamente ;

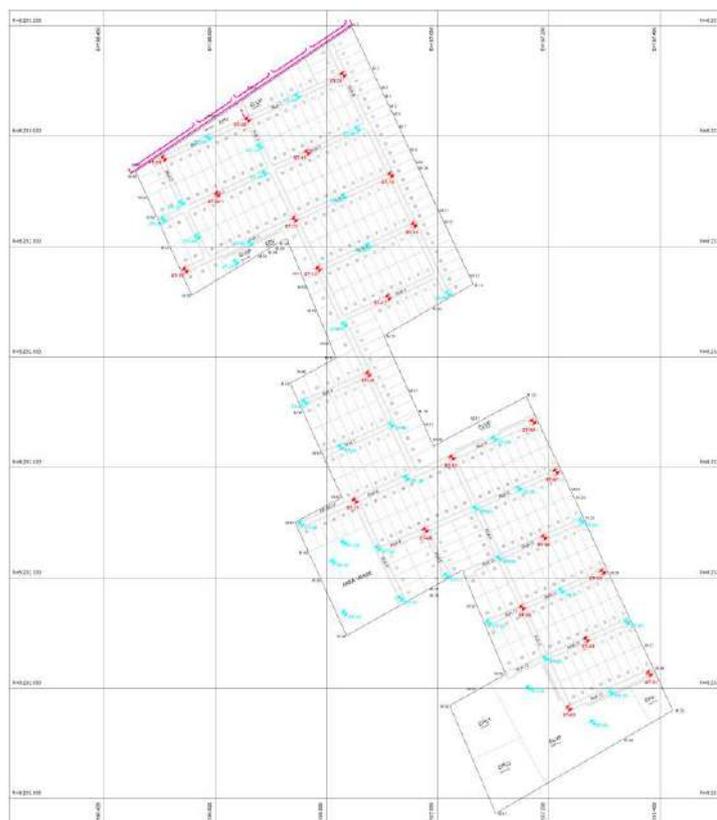
X_{max} = Valor máximo provável, estatisticamente;

$N > 9$ (número de determinações feitas).

4.2.1 Resumo dos Resultados dos Ensaios de Caracterização

Os ensaios de caracterização foram realizados com o material coletado pelas sondagens à trado (ST). Os ensaios compostos por 56 pontos (ST 01 ao ST 56), são constituídos por: Compactação, CBR, Expansão, Granulometria por Peneiramento e Limites de Liquidez e Plasticidade. Importa ressaltar que para a coleta das amostras foi desconsiderada a camada mais superficial do terreno, que seria retirada durante o processo de limpeza do terreno.

Cumprir destacar, ainda, que foram reaproveitados 23 ensaios de CBRs, executados pela ECTA Engenharia em 2014. O complemento dos ensaios (33 ensaios), com vistas ao atendimento do termo de referência da NOVACAP, foi feito pela JPS Engenharia em 2021, totalizando 56 amostragens ao longo do sistema viário do parcelamento (ver figura abaixo e/ou Anexo I – Planta de Localização com os Furos de Sondagens).



LEGENDA

-  - SONDAEM À TRADO - CBRs EXISTENTES (ECTA ENGENHARIA, 2014).
-  - SONDAEM À TRADO À EXECUTAR - ST-24, ST-26, ST-30, ST-35, ST-36, ST-41, ST-45, ST-46, ST-47, ST-48, ST-51, ST-52, ST-54, ST-55 E ST-56 - ENSAIO DE CBR*, E PARA APROVEITAMENTO NA DRENAGEM PROLONGAR ATÉ A PROFUNDIDADE DE 5,0M.
- SONDAEM À TRADO - ST-57, ST-58, ST-59 E ST-60 - ATÉ A PROFUNDIDADE DE 5,0M (SOMENTE O BOLETIM DE SONDAEM E ENSAIOS DE INFILTRAÇÃO, OU SEJA, NÃO HÁ NECESSIDADE DE ENSAIOS DE CBR).
- OBS.2: SEQUE ABAIXO A PREVISÃO DE ENSAIOS NAS BACIAS:
 3 ENSAIOS DE INFILTRAÇÃO;
 3 ENSAIOS DE ADENSAMENTO E CISALHAMENTO DIRETO;
 9 TRADOS ATÉ 5M DE PROFUNDIDADE;
 6 SPT'S ATÉ O IMPENETRÁVEL.

Figura 6: Planta de localização dos furos de sondagens – SAN II.

As granulometrias por peneiramento e sedimentação permitem o conhecimento da textura e da dimensão dos grãos e do percentual das argilas e dos siltes. Já os limites de liquidez e de plasticidade propiciam o conhecimento do comportamento da parte dos solos finos da amostra com a variação de umidade, sendo possível observar a plasticidade dos solos finos que compõem a amostra.

As tabelas a seguir apresentam um resumo dos resultados obtidos nos ensaios de caracterização do subleito, bem como o CBR de projeto do Pavimento.

Tabela 3: Resumo dos resultados obtidos nos ensaios de caracterização do subleito.

| FUORO | DESCRIÇÃO | ISC (%) | FUORO | DESCRIÇÃO | ISC (%) |
|-------|-----------|---------|-------|-----------|---------|
| 1 | CBR-01 | 13.50 | 29 | CBR-29 | 11.10 |
| 2 | CBR-02 | 15.20 | 30 | CBR-30 | 11.70 |
| 3 | CBR-03 | 15.80 | 31 | CBR-31 | 8.60 |
| 4 | CBR-04 | 14.50 | 32 | CBR-32 | 8.00 |
| 5 | CBR-05 | 12.80 | 33 | CBR-33 | 9.10 |
| 6 | CBR-06 | 14.40 | 34 | CBR-34 | 12.20 |
| 7 | CBR-07 | 11.70 | 35 | CBR-35 | 13.40 |
| 8 | CBR-08 | 13.70 | 36 | CBR-36 | 12.20 |
| 9 | CBR-09 | 13.80 | 37 | CBR-37 | 10.90 |
| 10 | CBR-10 | 11.00 | 38 | CBR-38 | 11.80 |
| 11 | CBR-11 | 15.50 | 39 | CBR-39 | 10.80 |
| 12 | CBR-12 | 14.50 | 40 | CBR-40 | 8.00 |
| 13 | CBR-13 | 12.00 | 41 | CBR-41 | 10.90 |
| 14 | CBR-14 | 10.20 | 42 | CBR-42 | 11.00 |
| 15 | CBR-15 | 12.30 | 43 | CBR-43 | 12.30 |
| 16 | CBR-16 | 13.00 | 44 | CBR-44 | 10.30 |
| 17 | CBR-17 | 12.20 | 45 | CBR-45 | 11.20 |
| 18 | CBR-18 | 12.20 | 46 | CBR-46 | 9.30 |
| 19 | CBR-19 | 12.00 | 47 | CBR-47 | 8.10 |
| 20 | CBR-20 | 12.00 | 48 | CBR-48 | 16.00 |
| 21 | CBR-21 | 13.30 | 49 | CBR-49 | 8.40 |
| 22 | CBR-22 | 13.40 | 50 | CBR-50 | 13.00 |
| 23 | CBR-23 | 11.00 | 51 | CBR-51 | 12.70 |
| 24 | CBR-24 | 10.80 | 52 | CBR-52 | 9.20 |
| 25 | CBR-25 | 12.60 | 53 | CBR-53 | 13.70 |
| 26 | CBR-26 | 9.30 | 54 | CBR-54 | 13.50 |
| 27 | CBR-27 | 8.20 | 55 | CBR-55 | 15.30 |
| 28 | CBR-28 | 11.80 | 56 | CBR-56 | 8.70 |

Tabela 4: CBR de Projeto do Pavimento.

| | |
|--------------------|--------------|
| n Amostras | 56 |
| Média | 11.86 |
| Desvio | 2.12 |
| Student - t | 1.297 |
| CBR Projeto | 11.49 |
| Xmax | 13.67 |
| Xmin | 10.05 |

Visando um nível de segurança, foi arredondado o valor encontrado na análise estatística, onde:

- ***CBR de Projeto = 11,0%.***

4.3 DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS DOS PAVIMENTOS

A seguir, apresenta-se o dimensionamento das estruturas dos pavimentos em função do tipo de tráfego (ver Planta de Classificação de Vias no Anexo III) e do resultado do *CBR de Projeto*.

O dimensionamento parte do pressuposto que haverá sempre uma drenagem superficial adequada, sendo que o lençol d'água subterrâneo deverá estar localizado a pelo menos 1,50 metro em relação ao greide de terraplenagem. Caso esta condição não seja atendida, o mesmo deverá ser rebaixado através de drenos ou de solução alternativa e submetê-la à aprovação da NOVACAP.

4.3.1 Definição dos Parâmetros de Projeto

A incidência total do tráfego no período de projeto expressada pelo número "N" de solicitações do eixo padrão simples de 8,2 t foi adotada, conforme exposto anteriormente na Tabela 1.

- Via Local Residencial com Passagem, $N_{\text{característico}} = 10^5$ (Tráfego Leve);
- Via Coletora Secundária com Passagem, $N_{\text{característico}} = 5 \times 10^5$ (Tráfego Médio).

4.3.2 Coeficiente de Equivalência Estrutural

Os coeficientes de equivalência estrutural, para os diversos materiais que constituem um pavimento flexível, foram adotados com base nos resultados da Pista Experimental da AASHO com modificações julgadas do lado da segurança.

Esses coeficientes são os da tabela a seguir:

Tabela 5: Coeficientes de Equivalência Estrutural.

| Camada do Pavimento | Coeficiente Estrutural (K) |
|--|----------------------------|
| Base ou revestimento de concreto betuminoso | 2,00 |
| Base ou revestimento pré-misturado a quente graduação densa | 1,70 |
| Base ou revestimento pré-misturado a frio de graduação densa | 1,40 |
| Base ou revestimento por penetração | 1,20 |
| Camadas granulares | 1,00 |
| Solo-cimento com resistência à compressão a 7 dias superior a 45 Kgf/cm ² | 1,70 |
| Idem com resistência à compressão a 7 dias entre 45 Kgf/cm ² e 28 Kgf/cm ² | 1,40 |
| Idem com resistência à compressão 7 dias entre 28 e 21 Kgf/cm ² | 1,20 |
| Base de solo cal | 1,40 |

Os coeficientes de equivalência estrutural das principais camadas dos pavimentos foram designados genericamente por:

K_R = coeficiente estrutural da camada de revestimento;

K_B = coeficiente estrutural da camada de base;

K_S = coeficiente estrutural da camada de sub-base;

K_{ref} = coeficiente estrutural da camada de reforço.

4.3.3 Espessura Mínima do Revestimento

Para o presente trabalho foi proposto 02 (dois) tipos de espessuras para as camadas de revestimento, sendo:

- Revestimento em blocos intertravados = 6,0 cm – Via Local Residencial com Passagem, $N_{característico} = 10^5$ (Tráfego Leve);
- Revestimento em blocos intertravados = 8,0 cm – Via Coletora Secundária com Passagem, $N_{característico} = 5 \times 10^5$ (Tráfego Médio).

4.3.4 Espessura e resistência dos blocos de revestimento

A espessura dos blocos do revestimento é de 6 a 10 cm em função do tráfego solicitante, sendo:

Tabela 6: Coeficientes de Equivalência Estrutural.

| Tráfego | Espessura do Revestimento | Resistência a Compressão Simples |
|----------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| $N \leq 5 \times 10^5$ | 6,0 cm | 35 Mpa |
| $5 \times 10^5 < N < 10^7$ | 8,0 cm | 35 a 50 Mpa |
| $N \geq 10^7$ | 10,0 cm | 50 Mpa |

4.3.5 Dimensionamento das Estruturas dos Pavimentos

A seguir, apresenta-se o dimensionamento das estruturas dos pavimentos em função do tipo de tráfego e do resultado do *CBR de Projeto*.

4.3.6 Aplicação do Método de Dimensionamento dos Pavimentos Intertravados

A pavimentação com revestimento em blocos pré-moldados de concreto de cimento Portland constitui-se em alternativa estrutural de pavimento de modelo flexível, onde sua utilização nas vias foi solicitada pela Administração do Condomínio San Francisco II e aceita pela fiscalização de projetos da DU/NOVACAP.

Os métodos de dimensionamento utilizam-se, basicamente, de dois gráficos de leitura direta, fornecendo as espessuras necessárias das camadas constituintes do pavimento de blocos pré-moldados, preconizados pela ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland, e detalhado no IP-06 – Dimensionamento de Pavimentos com Blocos Intertravados de Concreto da PMSP.

4.3.6.1 Procedimento A (ABCP/ET-27)

A utilização do Procedimento A é mais recomendada para vias com as seguintes características:

- Vias de tráfego leve com "N" típico até 10^5 solicitações do eixo simples padrão, por não necessitar de utilização da camada de base, gerando, portanto, estruturas esbeltas e economicamente mais viáveis em relação ao procedimento B;

- Vias de tráfego meio pesado a pesado com "N" típico superior a $1,5 \times 10^6$ em função do emprego de bases cimentadas, sendo tecnicamente mais adequado do que o procedimento B.

A figura a seguir fornece as espessuras necessárias de sub-base em função do valor de CBR do subleito e do número "N" de solicitações. Para o tráfego com $N \leq 1,5 \times 10^6$, a camada de base não é necessária.

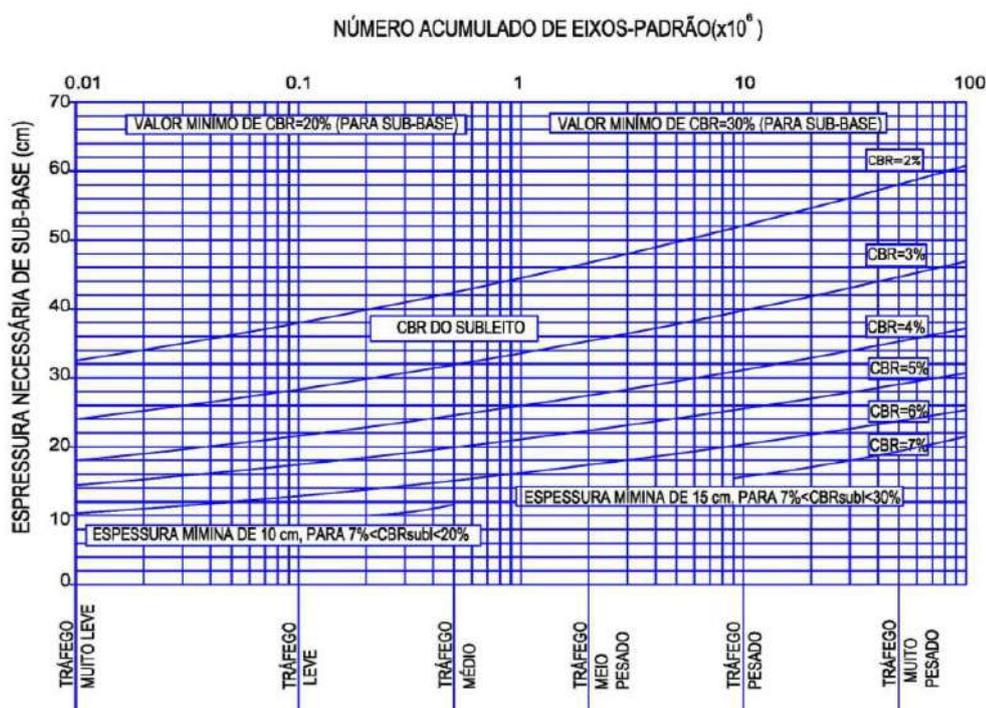


Figura 7: Espessuras necessárias de sub-base em função do valor de CBR do subleito e do número "N" de solicitações.

Conforme o IP-06, no dimensionamento da camada de base pelo Procedimento A, deve ser utilizado o ábaco da Figura 3.2. No entanto, deve-se observar as seguintes recomendações ao se utilizar o ábaco:

- Para tráfego com $N \leq 1,5 \times 10^6$, a camada de base não é necessária;
- Para tráfego com $1,5 \times 10^6 \leq N \leq 1,0 \times 10^7$, a espessura mínima da camada de base cimentada será de 10 cm;

- Para tráfego com $N \geq 10^7$, a espessura de base cimentada será determinada através a seguir:

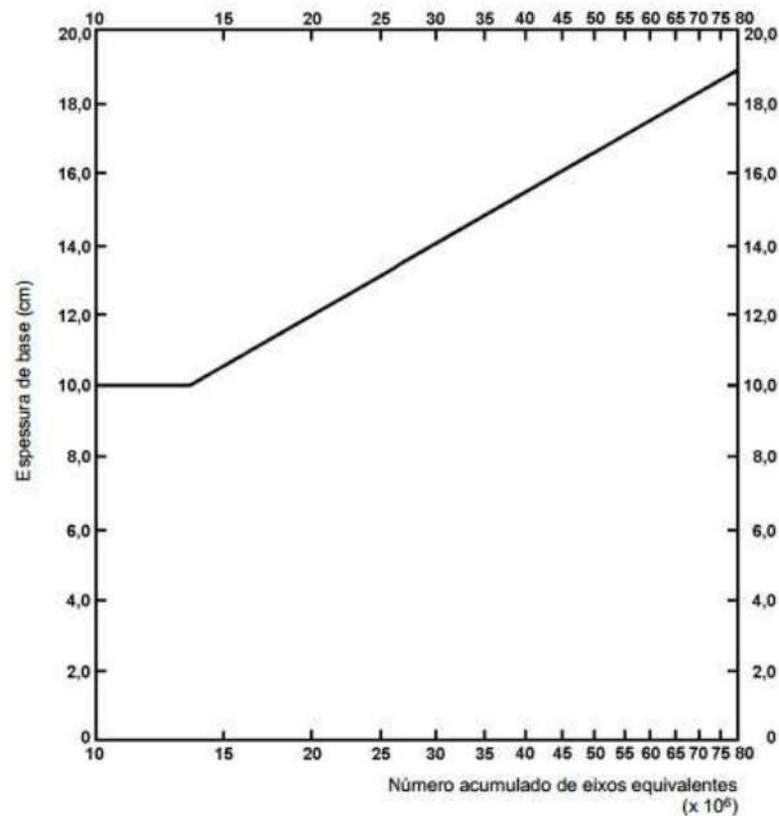


Figura 8: Espessura necessária de base (concreto rolado ou solo-cimento).

4.3.6.1 Procedimento B (PCA - Portland Cement Association)

O procedimento B tem base em pesquisas desenvolvidas na Austrália, África do Sul, Grã-Bretanha e nos Estados Unidos, bem como em observações laboratoriais e de pistas experimentais, nas quais o desempenho de pavimentos em serviço foi acompanhado. Seu desenvolvimento foi efetuado pelo Corpo de Engenheiros do Exército Americano (USACE).

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

Em função da classificação da via em estudo e de seu respectivo número de solicitações do eixo simples padrão "N", bem como do valor do índice de Suporte Califórnia

(CBR) do subleito, é determinada, através a seguir, a espessura de material puramente granular (HBG) correspondente à camada de base assentada sobre o subleito.

| N.º de Solicitações equivalente do eixo padrão de 8,2 t (kN) | ESPESSURA DA BASE (H _{BG}) | | | | | | | | | | | |
|--|---|-----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| | Valor do índice de Suporte Califórnia do Subleito | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 15 | 20 | |
| (10 ¹) | 27 | 21 | 17 | | | | | | | | | |
| 2 x 10 ³ | 29 | 24 | 20 | 17 | | | | | | | | |
| 4 x 10 ³ | 33 | 27 | 23 | 19 | 17 | | | | | | | |
| 8 x 10 ³ | 36 | 30 | 25 | 22 | 19 | | | | | | | |
| (10 ⁴) | 37 | 31 | 26 | 23 | 20 | | | | | | | |
| 2 x 10 ⁴ | 41 | 34 | 29 | 25 | 22 | 17 | | | | | | |
| 4 x 10 ⁴ | 44 | 37 | 32 | 28 | 24 | 19 | | | | | | |
| 8 x 10 ⁴ | 48 | 40 | 35 | 30 | 27 | 21 | 17 | | | | | |
| (10 ⁵) | 49 | 41 | 36 | 31 | 28 | 22 | 18 | | | | | |
| 2x10 ⁵ | 52 | 44 | 38 | 34 | 30 | 24 | 19 | | | | | |
| 4x10 ⁵ | 56 | 47 | 41 | 36 | 32 | 26 | 21 | | | | | |
| 8x10 ⁵ | 59 | 51 | 44 | 39 | 34 | 28 | 23 | | | | | |
| (10 ⁶) | 60 | 52 | 45 | 40 | 35 | 29 | 23 | 16 | | | | |
| 2x10 ⁶ | 64 | 55 | 47 | 42 | 38 | 30 | 25 | 17 | | | | |
| 4x10 ⁶ | 68 | 58 | 50 | 45 | 40 | 33 | 27 | 19 | | | | |
| 8 x 10 ⁶ | 71 | 61 | 53 | 47 | 42 | 34 | 29 | 20 | | | | |
| (10 ⁷) | 72 | 62 | 54 | 48 | 43 | 35 | 30 | 21 | | | | |

Figura 9: Espessura necessária de base puramente granular (HBG) - Procedimento B.

4.3.6.2 Via Local Residencial – Condomínio San Francisco II

- Tráfego leve;
- $N = 10^5$ solicitações do eixo simples padrão.
- Revestimento: Blocos de Concreto com Resistencia à Compressão Simples, na espessura 6,0 centímetros e $Fck = 35\text{Mpa}$;
- Sub-base: Material granular com CBR min = 30%, Proctor Intermediário.

A seguir é apresentado o dimensionamento do pavimento para tráfego Leve (Via Local Residencial).

Tabela 7: Dimensionamento do Pavimento Intertravado para o Tráfego Leve (Via Local Residencial) – CBR de 11,0%.

| Camada | Material | Espessura (cm) | CBR (%) | Observações |
|--------------|----------------------------------|----------------|---------|---|
| Revestimento | Blocos Intertravados de Concreto | 6.0 | | Espessura definida em função do tráfego |
| Base | Não Aplicável | | | |
| Sub-Base | Solo Proveniente de Jazida | 10.0 | 30.0 | Espessura mínima |
| Reforço | Não Aplicável | | | |
| Subleito | | | 11.0 | |

Assim, o pavimento apresenta uma estrutura composta de revestimento, assentamento e sub-base. As espessuras e materiais dessas camadas são detalhadas abaixo:

Tabela 8: Resumo das espessuras dos pavimentos para o tráfego leve – Condomínio San Francisco II.

| Camada | Materiais Constituintes | Espessura da camada (cm) |
|--------------|---|--------------------------|
| Revestimento | Blocos de Concreto com Resistência à Compressão Simples, na de espessura 6,0 centímetros e $Fck = 35\text{Mpa}$ | 6,0 |
| Assentamento | Areia compactada | 5,0 |
| Imprimação | CM 30, taxa estimada de 1,2 l/m ² | - |
| Sub-base | Material granular com CBR min = 30%, Proctor Intermediário | 10,0 |
| Subleito | Regularização e compactação do subleito, GC 100% do Proctor Normal | 20,0 |

TRÁFEGO LEVE (Via Local Residencial)
CAIMENTO SIMPLES

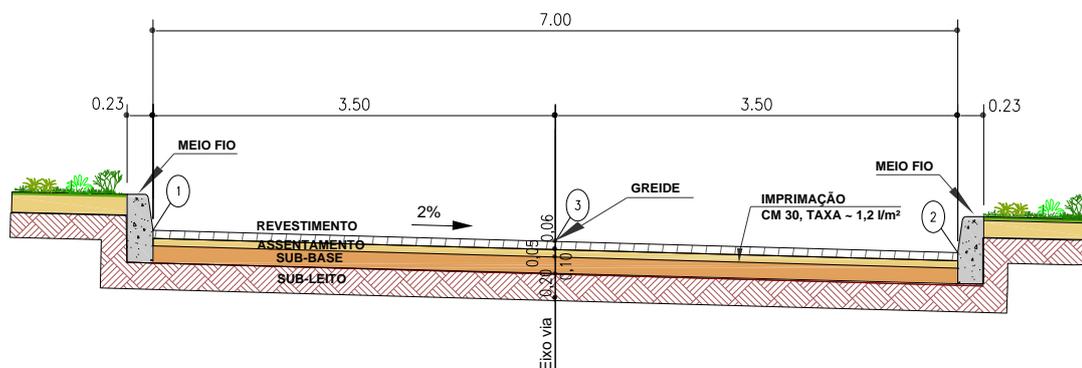


Figura 10: Seção Tipo da Vias Locais Residenciais.

4.3.6.3 Via Coletora Secundária – Condomínio San Francisco II

- Tráfego médio;
- $N = 5 \times 10^5$ solicitações do eixo simples padrão.
- Revestimento: Blocos de Concreto com Resistencia à Compressão Simples, na espessura 8,0 centímetros e $F_{ck} = 35\text{Mpa}$;
- Sub-base: Material granular com $\text{CBR min} = 30\%$, Proctor Intermediário.

A seguir é apresentado o dimensionamento do pavimento para tráfego médio (Via Coletora Secundária).

Tabela 9: Dimensionamento do Pavimento Intertravado para o Tráfego Médio (Via Coletora Secundária) – CBR de 11,0%.

| Camada | Material | Espessura (cm) | CBR (%) | Observações |
|--------------|----------------------------------|----------------|---------|---|
| Revestimento | Blocos Intertravados de Concreto | 8.0 | | Espessura definida em função do tráfego |
| Base | Não Aplicável | | | |
| Sub-Base | Solo Proveniente de Jazida | 15.0 | 30.0 | Espessura mínima |
| Reforço | Não Aplicável | | | |
| Subleito | | | 11.0 | |

Assim, o pavimento apresenta uma estrutura composta de revestimento, assentamento e sub-base. As espessuras e materiais dessas camadas são detalhadas abaixo:

Tabela 10: Resumo das espessuras dos pavimentos para o tráfego médio – Condomínio San Francisco II.

| Camada | Materiais Constituintes | Espessura da camada (cm) |
|--------------|--|--------------------------|
| Revestimento | Blocos de Concreto com Resistência à Compressão Simples, na de espessura 8,0 centímetros e Fck = 35Mpa | 8,0 |
| Assentamento | Areia compactada | 5,0 |
| Imprimação | CM 30, taxa estimada de 1,2 l/m ² | - |
| Sub-base | Material granular com CBR min = 30%, Proctor Intermediário | 15,0 |
| Subleito | Regularização e compactação do subleito, GC 100% do Proctor Normal | 20,0 |

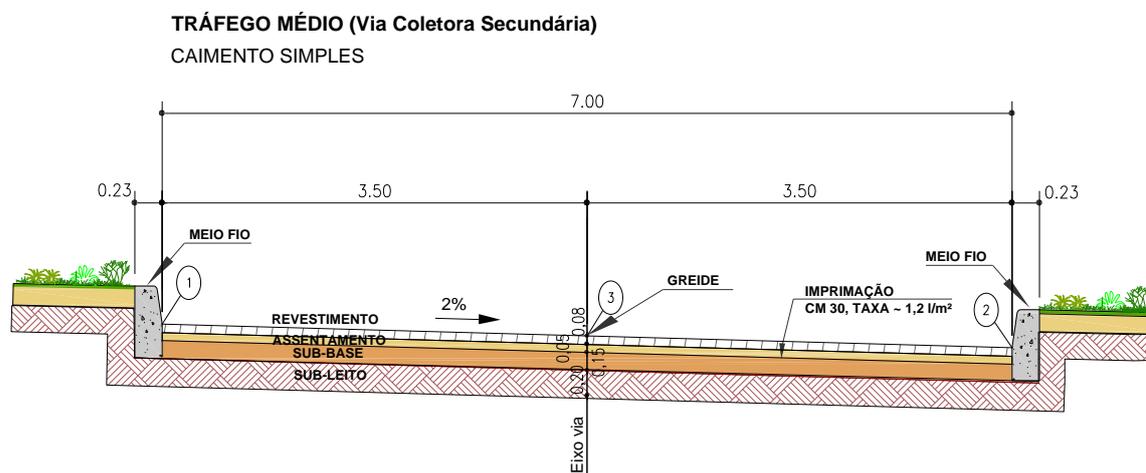


Figura 11: Seção Tipo da Via Coletora Secundaria.

4.4 PASSEIOS (CALÇADAS) E CICLOVIAS

Em função dos esforços e para aumentar a durabilidade do concreto da calçada, no projeto em questão, adotou-se 20 Mpa e espessura de 5 cm, devendo atender a NORMURB3 que descreve os serviços de implantação de calçadas da NOVACAP. Para a execução das camadas superiores, o subleito deverá estar bem compactado e com a superfície mais regularizada possível.

Conforme norma do DNIT 068/2004, para reduzir o surgimento de trincas/fissuras no concreto, deverá ser instalada uma camada impermeabilizante (plástico) com espessura entre 0,2 mm e 0,3 mm entre o pavimento de concreto e base.

Os meios fios terão 30 centímetros de altura, 15 cm de espessura na base, 12 cm de espessura no topo e canto externo arredondado, de acordo com o Desenho no 01/67-DeU/NOVACAP. As pedras deverão ser submetidas a uma prova de carga à flexão, onde consiste em apoiar a pedra, deitada e com sua dimensão menor na vertical, sobre dois apoios, distantes entre si de 80 cm, submetendo-a a cargas concentradas e sucessivas de, respectivamente, 1.600, 1.700 e 1.800 quilogramas. Os resultados deverão ser satisfatórios conforme especificação NORMURB 2 (Meios Fios).

A execução das calçadas e meios fios devem atender as especificações da NOVACAP, vide Anexo IV.

5 CONCLUSÃO

Os estudos e projetos apresentados foram elaborados com os laudos geotécnicos consistentes, e seguindo as orientações das normas técnicas, resultando no dimensionamento para as estruturas do pavimento, com o revestimento em blocos intertravados de concreto.

Não obstante, durante a execução das obras, o material a ser escavado (corte) dos reservatórios de drenagem a serem implantados, poderão ser estudados em laboratório para o possível reaproveitamento do solo, com ou sem adição de cimento/cal, para a camada de sub-base do pavimento novo, visando economia dentro da boa técnica.

Nesse contexto, na execução das redes de drenagem locada no eixo viário do pavimento existente, deve-se adotar a reconstrução de toda a faixa afetada dentro dos critérios de projeto, com o intuito de evitar discontinuidades no revestimento e desconforto aos usuários.

Ante todo o exposto, o parcelamento apresenta um revestimento e meios-fios em boas condições na maioria dos trechos, sendo necessárias somente as intervenções advindas da implantação do sistema de drenagem, e que os indícios de defeitos observados nas visitas de campo, e diante das incertezas decorrentes da falta de um histórico de controle tecnológico nas camadas do pavimento, deverão ser adotados durante a obra ensaios e abertura de janelas no pavimento para o aproveitamento total da estrutura, conforme os critérios estabelecidos neste projeto. Recomenda-se também, que sejam implantados os sistemas de sinalização horizontal e vertical, ausentes atualmente, para adequação completa do sistema de circulação do parcelamento urbano.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AASHTO. Guide for Design of Pavement Structures. American Association of State Highway and Transportation Officials. Appendix K: Typical Pavement Distress Type-Severity Descriptions. Washington, D.C, 1986.

ABNT NBR 9781 – Peças de Concreto para Pavimentação — Especificação e Métodos de Ensaio, 2013.

ABNT NBR 16416 – Pavimentos Permeáveis de Concreto – Requisitos e Procedimentos.

SÃO PAULO. PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. IP-01 – Instrução Geotécnica. São Paulo, 2004.

SÃO PAULO. PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. IP-02 – Classificação das Vias. São Paulo, 2004.

SÃO PAULO. PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. IP-04 – Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis para Tráfego Leve e Médio. São Paulo, 2004.

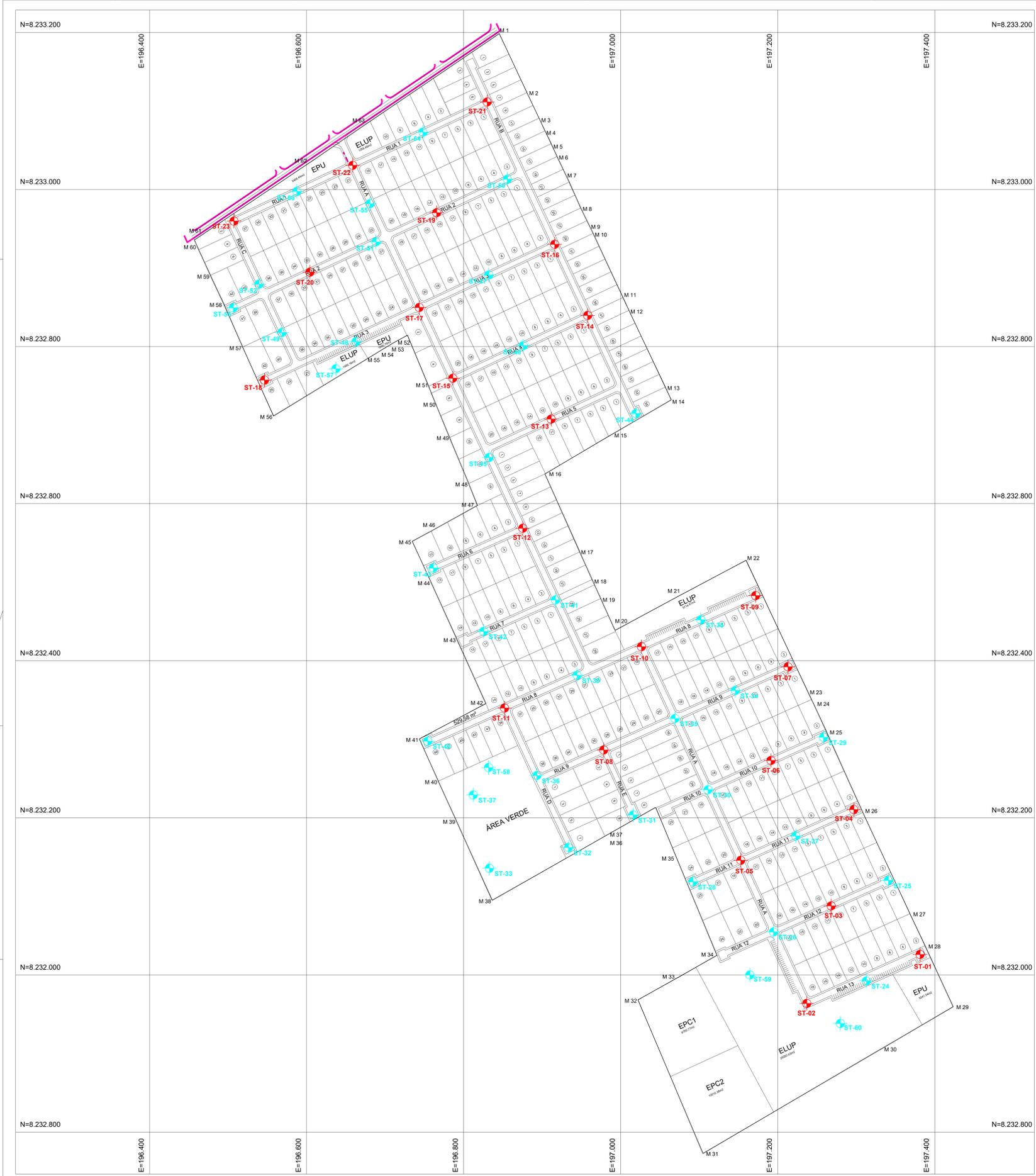
7 ANEXOS

7.1 ANEXO – I – PLANTA DOS FUROS SONDAGEM.

7.2 ANEXO – III – ESTUDOS GEOTÉCNICOS.

7.3 ANEXO III – PLANTA DE CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS E SEÇÕES TIPO DE PAVIMENTAÇÃO.

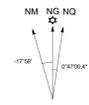
7.4 ANEXO – IV – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS.

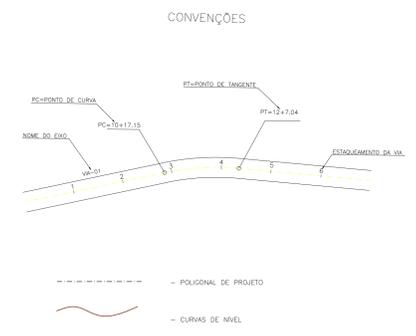
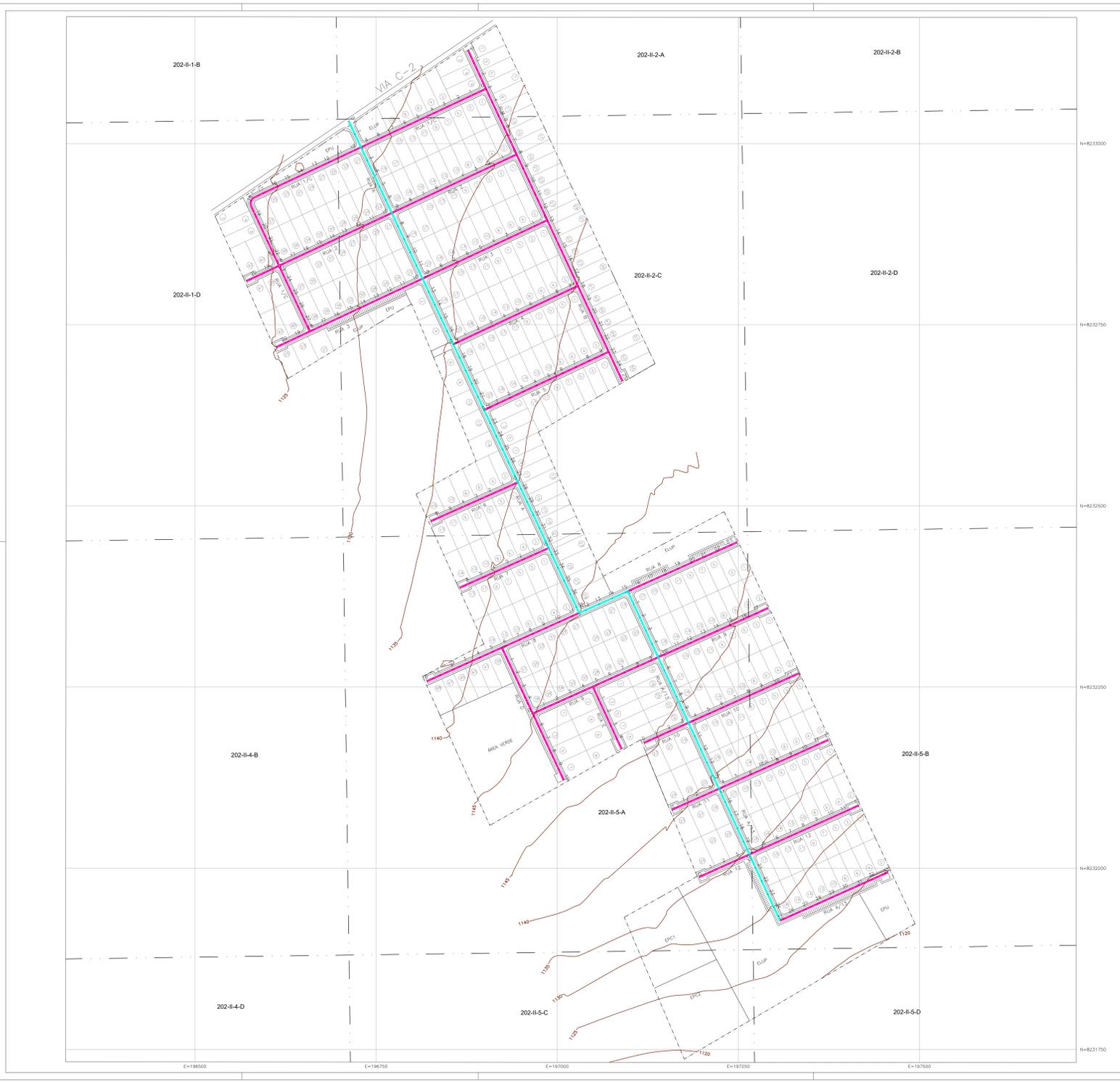


LEGENDA

-  - SONDAGEM À TRADO - CBRs EXISTENTES (ECTA ENGENHARIA, 2014).
-  - SONDAGEM À TRADO À EXECUTAR - ST-24, ST-26, ST-30, ST-35, ST-36, ST-41, ST-45, ST-46, ST-47, ST-48, ST-51, ST-52, ST-54, ST-55 E ST-56 - ENSAIO DE CBR*, E PARA APROVEITAMENTO NA DRENAGEM PROLONGAR ATÉ A PROFUNDIDADE DE 5,0M.
- SONDAGEM À TRADO - ST-57, ST-58, ST-59 E ST-60 ATÉ A PROFUNDIDADE DE 5,0M (SOMENTE O BOLETIM DE SONDAGEM E ENSAIOS DE INFILTRAÇÃO, OU SEJA, NÃO HÁ NECESSIDADE DE ENSAIOS DE CBR).
- OBS.1: OS ENSAIOS DE CBRs SERÃO REALIZADOS COM AMOSTRAS RETIRADAS ATÉ A PROFUNDIDADE DE 1,5M E DEVERÃO CONTER: ANÁLISE GRANULOMÉTRICA SEM SEDIMENTAÇÃO, LIMITE DE LIQUIDEZ, LIMITE DE PLASTICIDADE, UMIDADE NATURAL, COMPACTAÇÃO (PROCTOR NORMAL - PN), ISC E EXPANSÃO.
- OBS.2: SEQUE ABAIXO A PREVISÃO DE ENSAIOS NAS BACIAS:
 3 ENSAIOS DE INFILTRAÇÃO;
 3 ENSAIOS DE ADENSAMENTO E CISALHAMENTO DIRETO;
 9 TRADOS ATÉ 5M DE PROFUNDIDADE;
 6 SPT'S ATÉ O IMPENETRÁVEL.

- NOTAS:
- 1- Todos os raios não cotados medem 6,00m;
 - 2- Todas as calçadas têm largura de 2,00m;
 - 3- Todos os cui-de-sac não cotados têm largura de 12,00m;
 - 4- Todos os chanfros não cotados medem 4,24 m.

| | | | | |
|--|-----------------|--|---|--------------------|
|  | | ESTUDOS GEOTÉCNICOS | | INT. _____ |
| | | SANTA MARIA - RA XIII SETOR HABITACIONAL TORORÓ SAN FRANCISCO II | | ORÇ. _____ |
| PLANTA GERAL | FOLHA 1/1 | ESCALA: 1:2000 | DATA: 04/2021 | Via: MEI-RR-168/09 |
| PROJETO: PROJEN | CALCULO: PROJEN | APROVADO: _____ | APROVADO: _____ | DE ACORDO: _____ |
|  | | | | |
| DATUM VERTICAL: IMBIFUBA - SC DATUM HORIZONTAL: CHUVA MERIDIANO CENTRAL: -45° DECL. MAG.: 1991 VARIAÇÃO MENSAL: -0,42" | | | ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS  | |
| SANTA MARIA RA- XIII | | | | Kt = 1.0006849 |



CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS

| LEGENDA | FUNÇÃO PREDOMINANTE | TRÁFEGO PREVISTO |
|---------|-----------------------|------------------|
| | VIA LOCAL RESIDENCIAL | LEVE |

| Camada | Materiais Constituintes | Espessura da camada (cm) |
|--------------|--|--------------------------|
| Revestimento | Blocos de Concreto com Resistência à Compressão Simples, na ordem de espessura 6,0 centímetros e Fck = 20Mpa | 8,0 |
| Assentamento | Área compactada | 5,0 |
| Impedimento | CM 30, taxa estimada de 1,2 lim ² | - |
| Sub-base | Material granular com CBR min = 30%, Proctor Intermediário | 10,0 |
| Subleito | Regularização e compactação do subleito, GC: 100% do Proctor Normal | 20,0 |

| LEGENDA | FUNÇÃO PREDOMINANTE | TRÁFEGO PREVISTO |
|---------|---------------------|------------------|
| | VIA SECUNDÁRIA | MÉDIO |

| Camada | Materiais Constituintes | Espessura da camada (cm) |
|--------------|--|--------------------------|
| Revestimento | Blocos de Concreto com Resistência à Compressão Simples, na ordem de espessura 6,0 centímetros e Fck = 20Mpa | 8,0 |
| Assentamento | Área compactada | 5,0 |
| Impedimento | CM 30, taxa estimada de 1,2 lim ² | - |
| Sub-base | Material granular com CBR min = 30%, Proctor Intermediário | 15,0 |
| Subleito | Regularização e compactação do subleito, GC: 100% do Proctor Normal | 20,0 |

PROJEN ENGENHARIA

PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO

INF - SETOR HABITACIONAL TORORÓ II
CONDOMÍNIO SAN FRANCISCO II
CLASSIFICAÇÃO DE VIAS - PAVIMENTAÇÃO

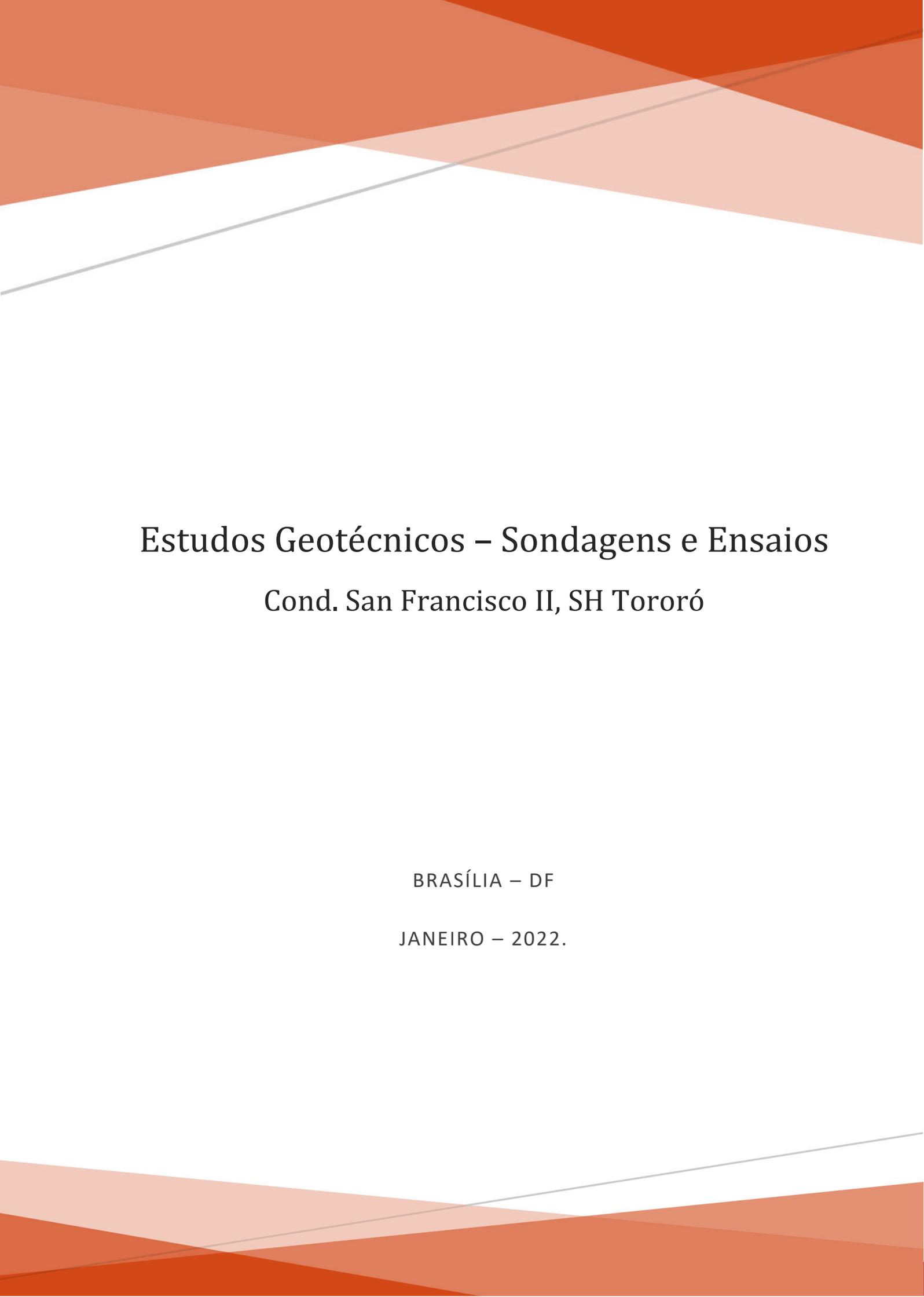
PUNTA GERAL: 01/06 DATA: PROJEN/2021 ESCALA: 1:2.500 INV: MCE APROVADO:
 PROJETO: PROJEN CALCULO: PROJEN REVISAO: SAN II VISTO: SAN II NOME:

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

MERIDIANO CENTRAL 45° WGR
 VARIAÇÃO ANUAL 0'6" W
 FONTE: NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration

SANTA MARIA - RA XIII

Kr = 1.0005849



Estudos Geotécnicos – Sondagens e Ensaios

Cond. San Francisco II, SH Tororó

BRASÍLIA – DF

JANEIRO – 2022.

RELAÇÃO DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Área das sondagens e ensaios. | 6 |
| Figura 2: Representação de alguns tipos de trado. | 8 |
| Figura 3: Curva de distribuição granulométrica - exemplo. | 10 |
| Figura 4: Limites de consistência. | 11 |
| Figura 5: Aparelho de Casagrande. | 12 |
| Figura 6: Amostra antes e depois do ensaio. | 13 |
| Figura 7: Gráfico para a determinação do LL. | 14 |
| Figura 8: Ensaio de Limite de Plasticidade. | 15 |
| Figura 9: Curva de Pressão – Penetração, ensaio ISC. | 17 |

RELAÇÃO DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Resumo dos resultados obtidos nos ensaios de caracterização do subleito. | 21 |
|---|----|

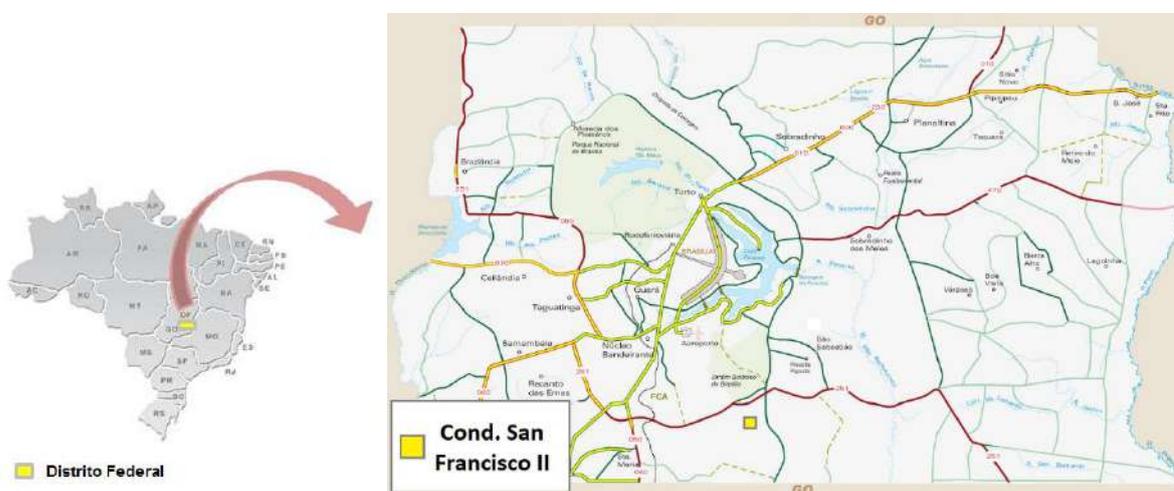
SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO | 5 |
| 2 | SERVIÇOS GEOTÉCNICOS EXECUTADOS | 7 |
| 2.1 | Metodologia | 7 |
| 2.1.1 | Sondagem a Trado | 7 |
| 2.1.2 | Ensaio de Caracterização, Compactação e CBR | 9 |
| 3 | RESULTADOS | 19 |
| 3.1 | Resultado das Sondagens a Trado | 19 |
| 3.2 | Resultado dos Ensaio de Caracterização, Compactação e CBR | 20 |
| 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 23 |
| 5 | REFERÊNCIAS | 24 |
| 6 | ANEXOS | 24 |

1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

O presente relatório apresenta os estudos de geotecnia realizados na área do condomínio San Francisco II, SH Tororó, Brasília/DF, destinados ao embasamento do projeto de pavimentação. A localização no Distrito Federal da área de estudo pode ser observada no Mapa de Situação apresentado abaixo.

Mapa de Situação – SMPW Tr3 Qd1 Cj1 Lt8



A seguir, na Figura 1, podemos visualizar de forma mais precisa, por meio de imagem retirada do *software* Google Earth Pro, a área objeto de estudo e a localização dos pontos de ensaios e sondagens.

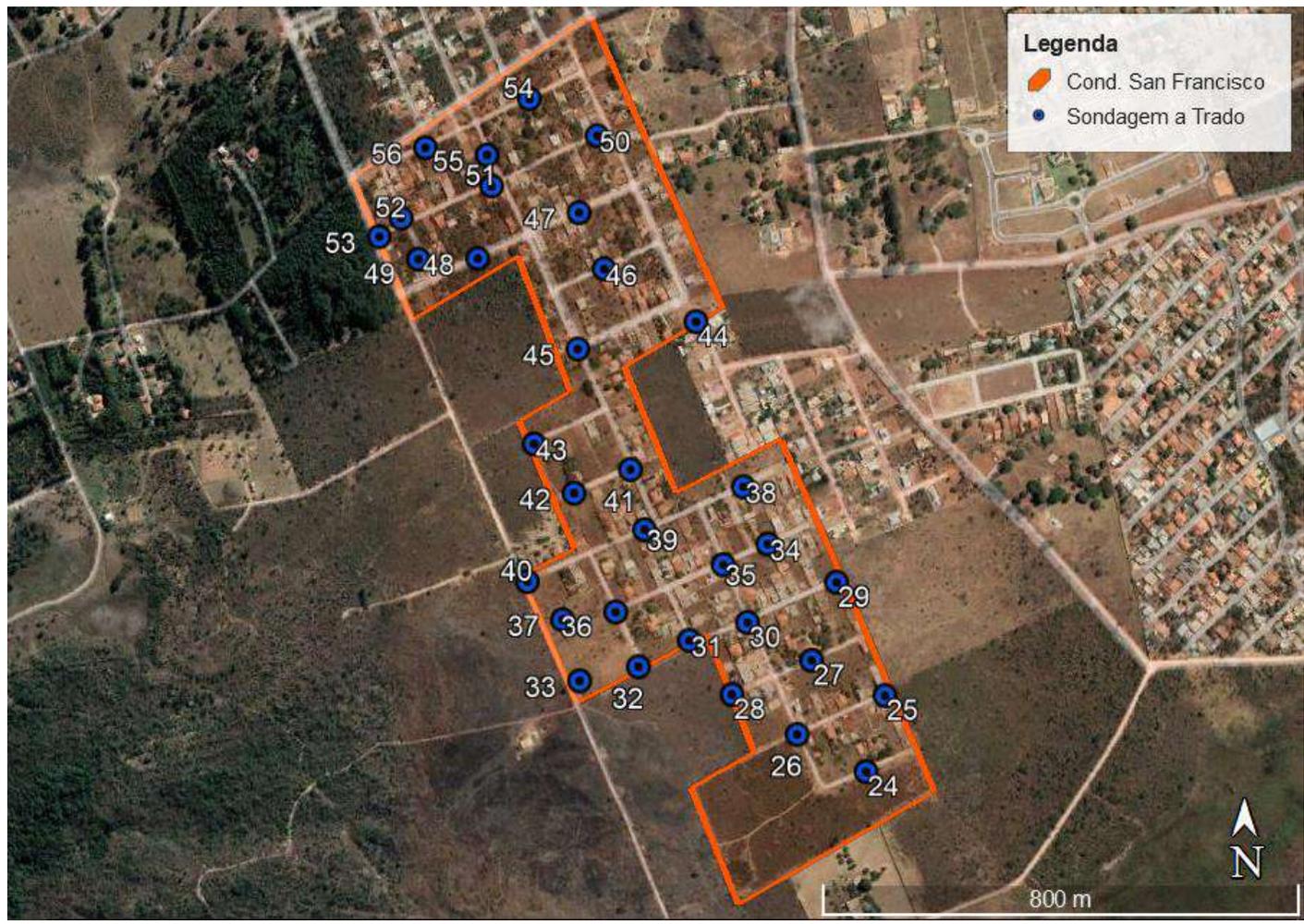


Figura 1: Área das sondagens e ensaios.

2 SERVIÇOS GEOTÉCNICOS EXECUTADOS

Este estudo tem por objetivo a investigação do solo, de tal forma que se obtenham as informações necessárias para a caracterização das obras de engenharia que sobre ele se apoiam, verificando as interferências ocasionadas pelas mesmas no local de implantação. Em outras palavras, as investigações geotécnicas são fundamentais para o dimensionamento e a análise da interação solo-estrutura de dispositivos de drenagem pluvial, pavimentação, obras de arte especiais, obras de contenção, etc., existentes no projeto.

Os estudos geotécnicos desta etapa consistiram na execução dos seguintes ensaios e sondagens na área da rede viária a ser implantada no parcelamento:

- 18 sondagens a trado com profundidade até 5,00 metros ou impenetrável ao trado (ST);
- 15 sondagens a trado com profundidade até 5,00 metros ou impenetrável ao trado (ST);
- 33 conjuntos de ensaios geotécnicos para caracterização do subleito (compactação Proctor Normal, CBR/ISC, expansão, granulometria por peneiramento, LL e LP).

2.1 Metodologia

2.1.1 Sondagem a Trado

A Sondagem a Trado, NBR-9603 – é uma investigação geológico/geotécnica, realizada dentro dos limites impostos pelo equipamento e pelas condições do terreno. Introduzido o trado na superfície e submetendo-se manualmente a movimentos circulares contínuos, as lâminas cortantes escavam o solo e coletam no interior do amostrador as amostras deformadas de metro em metro para caracterização geológica e detecção de nível d'água.

As amostras foram organizadas por furo de sondagem e durante a realização da sondagem, os solos de uma mesma camada foram empilhados sobre lona plástica para evitar contaminação.

Esse método de investigação do solo utiliza como instrumento o trado, que podem ser espiralados (trado helicoidal ou espiralado) ou convexos (trado concha), conforme Figura 3 e demais componentes, de acordo com lista abaixo.

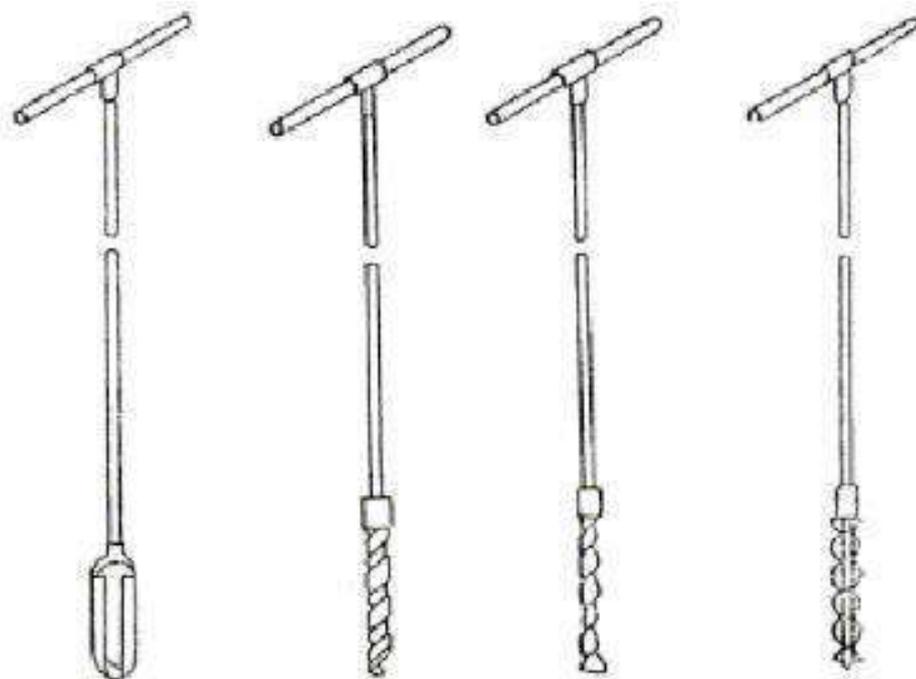


Figura 2: Representação de alguns tipos de trado.

Pela figura acima podemos observar da esquerda para a direita, um trado cavadeira, um trado torcido e dois trados helicoidais.

A aparelhagem utilizada para a execução da sondagem a trado é composta basicamente de:

- Cavadeira simples;
- Cavadeira Articulada;
- Pá;
- Picareta;

- Trado cavadeira 8”;
- Cruzetas, hastes e luvas de aço 25 mm;
- Chaves de grifo;
- Medidor de nível d’água;
- Trena 5m;
- Sacos plásticos e de lona;
- Etiquetas para identificação.

2.1.2 Ensaios de Caracterização, Compactação e CBR

a) Análise granulométrica:

A análise granulométrica é um método utilizado para determinação do tamanho das partículas constituintes do solo. O tamanho das partículas é expresso em porcentagem em relação ao peso seco do material total. Neste estudo será adotado o processo de peneiramento, capaz de identificar grãos maiores que 0,0075mm, para determinação da curva granulométrica.

Após a preparação da amostra, destorroamento, lavagem e secagem da amostra, o ensaio de peneiramento é realizado agitando parte da amostra de solo dentro de um conjunto de peneiras, cujo material retido é pesado. As peneiras têm malha de abertura distintas, em tamanho decrescente. Posteriormente, os valores retidos são repassados para um gráfico, no qual a abscissa é o tamanho da partícula e a ordenada é a porcentagem acumulada em cada peneira. Este gráfico é a chamada curva de distribuição granulométrica (Figura 3).

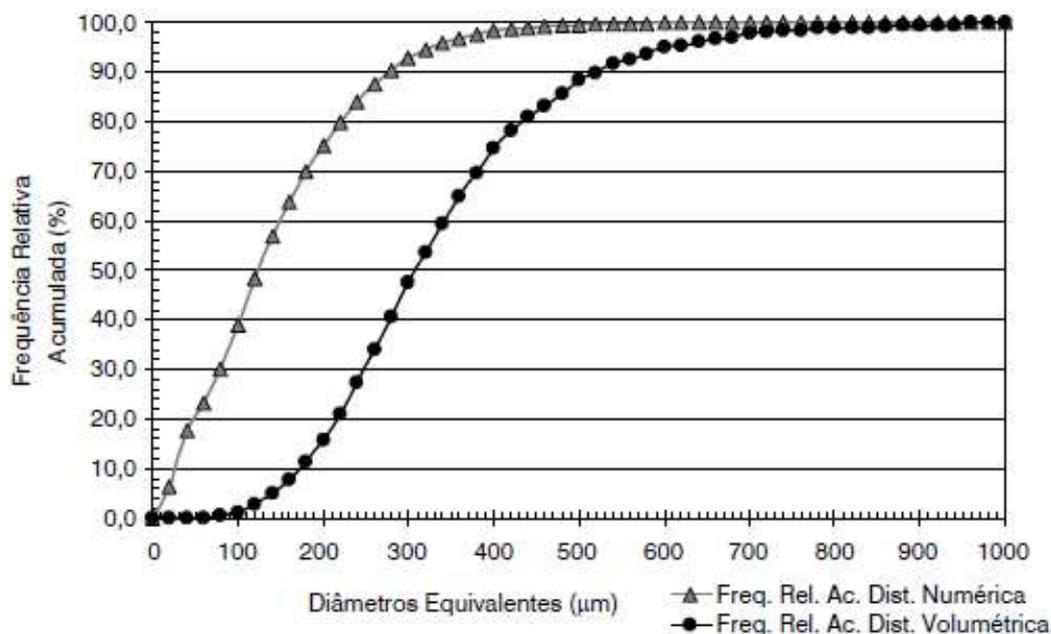


Figura 3: Curva de distribuição granulométrica - exemplo.

b) Índices de consistência

Define-se plasticidade como sendo a propriedade dos solos finos que consiste na maior ou menor capacidade de serem moldados sob certas condições de umidade. Segundo a ABNT/NBR 7250/82, a plasticidade é a propriedade de solos finos, entre largos limites de umidade, de se submeterem a grandes deformações permanentes, sem sofrer ruptura, fissuramento ou variação de volume apreciável.

A influência do teor de umidade nos solos finos pode ser facilmente avaliada pela análise da estrutura destes tipos de solos. As ligações entre as partículas ou grupo de partículas são fortemente dependentes da distância. Portanto, as propriedades de resistência e compressibilidade são influenciadas por variações no arranjo geométrico das partículas. Quanto maior o teor de umidade implica em menor resistência.

A fim de avaliar as propriedades plásticas de solos granulares finos, com presença de minerais argilosos, frente a diferentes teores de umidade, empregam-se os ensaios e índices propostos por *Atterberg* e aprimorados por Casagrande. Segundo as teorias iniciais, há teores de umidade limite que foram definidos como limites de consistência ou limites de *Atterberg*.

O termo consistência se refere ao grau de resistência e plasticidade do solo, que dependem das ligações internas entre as partículas do mesmo. Os solos ditos coesivos possuem uma consistência plástica entre certos teores limites de umidade. Abaixo destes teores, eles apresentam uma consistência sólida e acima uma consistência líquida. Pode-se, ainda, distinguir entre os estados de consistência plástica e sólida, uma consistência semi-sólida.

Os teores de umidade correspondentes aos limites de consistência entre sólido e semi-sólido; semi-sólido e plástico; e plástico e líquido são definidos como limite de contração, limite de plasticidade e limite de liquidez.

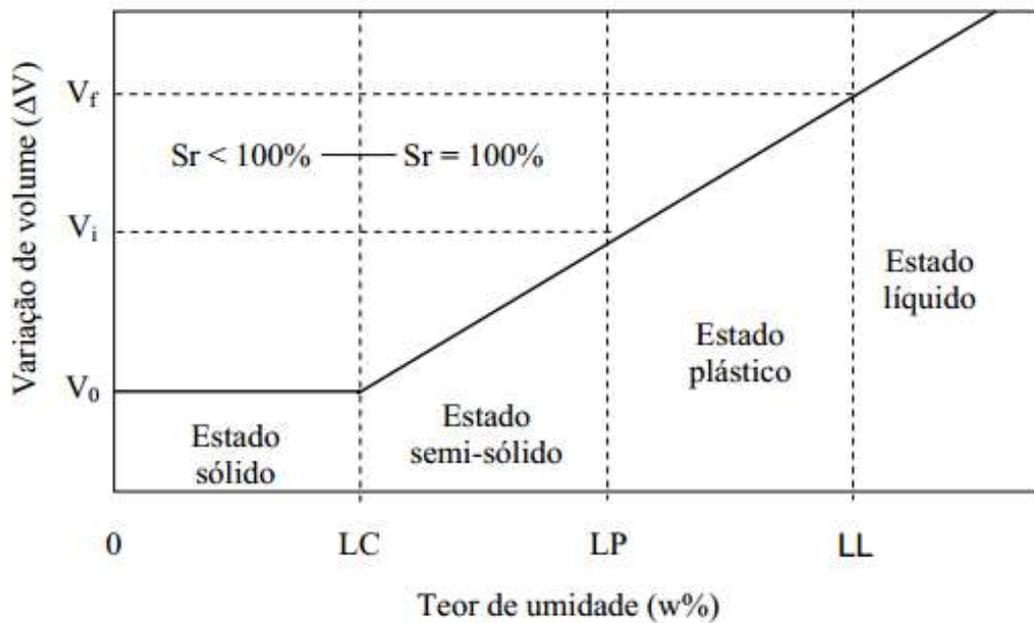


Figura 4: Limites de consistência.

O índice de plasticidade IP, representa, a grosso modo, qual a quantidade de água necessária a acrescentar em um solo para ele passe do estado plástico para o líquido e pode ser definido a partir da expressão abaixo:

$$IP = LL - LP$$

- Limite de Liquidez (LL):

No ensaio de limite de liquidez mede-se, indiretamente, a resistência ao cisalhamento do solo para um dado teor de umidade, através do número de golpes necessários ao deslizamento dos taludes da amostra. O limite de liquidez de um solo, como se comentou anteriormente, é o teor de umidade que separa o estado de consistência líquido do plástico e para o qual o solo apresenta uma pequena resistência ao cisalhamento.

O ensaio utiliza o aparelho de Casagrande, onde tanto o equipamento quanto o procedimento são normalizados (ABNT/NBR 6459/82). O aparelho de Casagrande, é formado por uma base dura (ebonite), uma concha de latão, um sistema de fixação da concha à base e um parafuso excêntrico ligado a uma manivela que movimentada a uma velocidade constante, de duas rotações por segundo, elevará a concha a uma altura padronizada para, na sequência, deixá-la cair sobre a base. Um cinzel (gabarito), com as dimensões mostradas na mesma Figura 5 completa o aparelho.

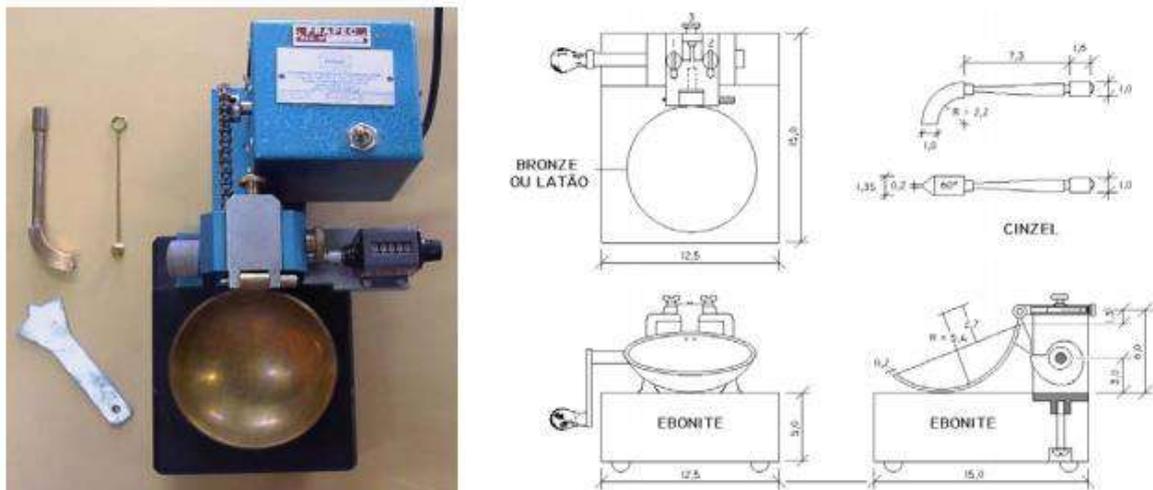


Figura 5: Aparelho de Casagrande.

O solo utilizado no ensaio é a fração que passa na peneira de 0,42mm (# 40) de abertura e uma pasta homogênea deverá ser preparada e colocada na concha; utilizando o cinzel, deverá ser aberta uma ranhura, conforme mostrado na Figura 6. Conforme a concha vai batendo na base, os taludes tendem a escorregar e a abertura na base da ranhura começa a se fechar. O

ensaio continua até que os dois lados se juntem, longitudinalmente, por um comprimento igual a 10,0 mm, interrompendo-se o ensaio nesse instante e anotando-se o número de golpes necessários para o fechamento da ranhura, como se observa na Figura 7.

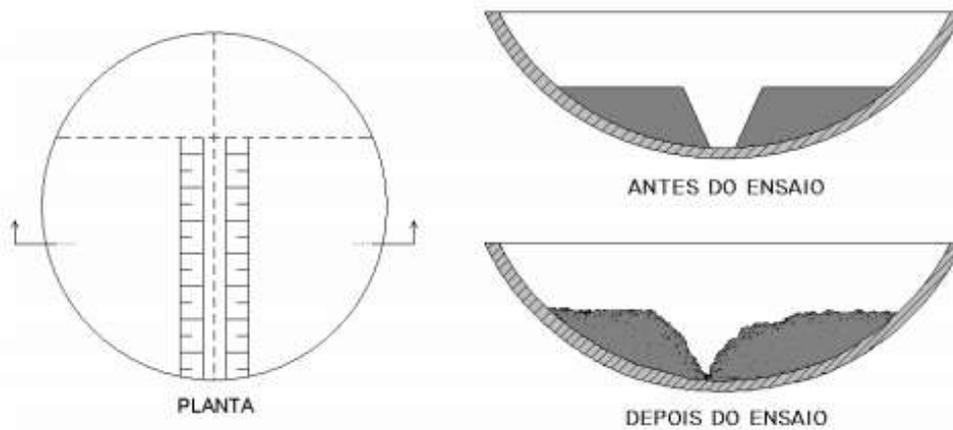


Figura 6: Amostra antes e depois do ensaio.

Retirando-se uma amostra do local onde o solo se uniu determina-se o teor de umidade, obtendo-se assim um par de valores, “teor de umidade x número de golpes”, que definirá um ponto no gráfico de fluência. A repetição deste procedimento para teores de umidade diversos permite construir o gráfico abaixo. Convencionou-se, que no ensaio de Casagrande, o teor de umidade correspondente a 25 golpes, necessários para fechar a ranhura, é o limite de liquidez.

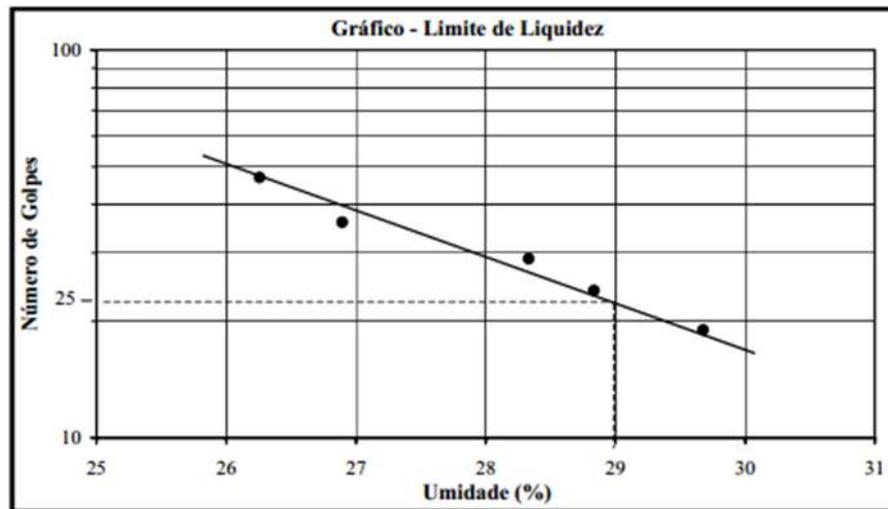


Figura 7: Gráfico para a determinação do LL.

- Limite de Plasticidade (LP):

O limite de plasticidade corresponde a um teor de umidade do solo que, para valores menores do que ele, as propriedades físicas da água não mais se igualam às da água livre. Em outras palavras, é o teor de umidade mínimo, no qual a coesão é pequena para permitir deformação, porém, suficientemente alta para garantir a manutenção da forma adquirida.

O equipamento necessário à realização do ensaio é muito simples; tendo-se, apenas, uma placa de vidro com uma face esmerilhada e um cilindro padrão com 3mm de diâmetro, conforme Figura 8. O ensaio consiste em rolar sobre a face esmerilhada da placa uma amostra de solo com um teor de umidade inicial próximo do limite de liquidez, até que, duas condições sejam, simultaneamente, alcançadas: o rolinho tenha um diâmetro igual ao do cilindro padrão e o aparecimento de fissuras (início da fragmentação). O teor de umidade do rolinho, nesta condição, representa o limite de plasticidade do solo. O ensaio é normalizado pela NBR 7180/82.

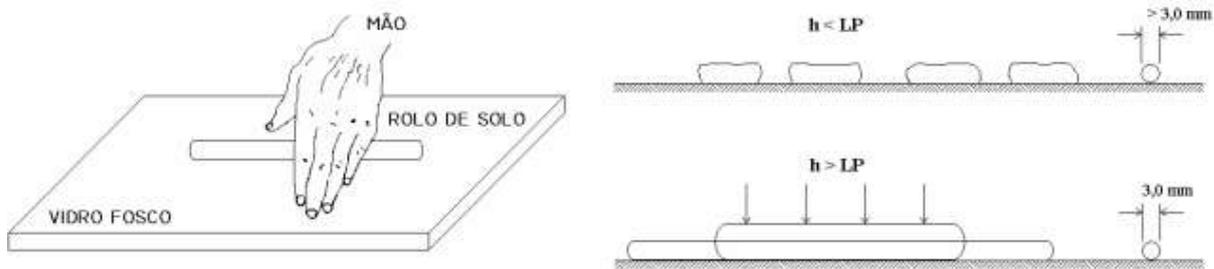


Figura 8: Ensaio de Limite de Plasticidade.

c) Compactação e Índices de Suporte Califórnia (ISC):

A capacidade de suporte de um solo compactado pode ser medida através do método do índice de suporte, o “Índice de Suporte Califórnia - ISC” (do inglês California Bearing Ratio - CBR), idealizado pelo engenheiro O. J. Porter, em 1939, no estado da Califórnia - USA. Neste estudo, os procedimentos adotados seguiram as diretrizes da norma NBR 9895 – Índice de Suporte Califórnia.

O ensaio consiste na determinação da relação entre a pressão necessária para produzir uma penetração de um pistão num corpo de prova de solo, e a pressão necessária para produzir a mesma penetração numa mistura padrão de brita estabilizada granulometricamente. Essa relação é expressa em porcentagem. O ensaio pode ser realizado moldando-se corpos de prova para o ensaio de compactação (em teores de umidade crescentes), com posterior ensaio de penetração desses mesmos corpos de prova, obtendo-se simultaneamente os parâmetros de compactação e os valores do ISC.

Usa-se um cilindro grande de diâmetro igual a 152 mm; altura total de 177,8 mm; disco espaçador com altura = 50,8 mm; altura efetiva de 127 mm.

Procedimento para o ensaio de moldagem de um corpo de prova (CP):

- Moldagem do corpo de prova será realizada por meio de compactação em 5 camadas, sendo moldado 5 corpos de prova para obtenção da curva de peso específico seco x umidade. Após a homogeneização de cada amostra deve ser retirada amostras do solo, para determinação do teor de umidade em que foi realizada a compactação;

terminada a compactação, retirar o colar, rasar a amostra pela borda superior do cilindro de compactação, retirar a base circular e o disco espaçador e pesar o conjunto cilindro mais amostra compactada;

- Determinação da expansão: o cilindro contendo a amostra compactada deve ser fixado à base circular, deixando-se o espaço deixado pelo disco espaçador na parte superior; colocar sobrecarga; adaptar tripé com extensômetro; imergir o conjunto em água, por quatro dias; nível da água deve ficar 1 cm acima do bordo superior do cilindro; o extensômetro e a haste do disco perfurado devem ser ajustados de tal maneira que a leitura inicial seja de 1,00 mm, para que possa ser acusada retração, caso ocorra; após 4 dias, realizar a leitura final da expansão;

Procedimento para o ensaio de penetração:

- Recolocar os anéis de sobrecarga no cilindro contendo o corpo de prova;
- Levar o conjunto para o prato da prensa e centralizar, de modo que o eixo da prensa caia perfeitamente no centro dos orifícios dos anéis de sobrecarga;
- Deslocar o pistão e o prato da prensa, de modo que a ponta do pistão toque a superfície do corpo de prova e faça sobre este uma pressão equivalente à carga total de 5 Kgf;
- Ajustar o extensômetro para medida do deslocamento, com leitura inicial igual a zero e mantendo-se a haste do extensômetro na vertical;
- Realizar a penetração com velocidade de 1,25 mm/min;
- Efetuar leituras de deformação do anel, que forneçam as cargas correspondentes às penetrações de 0,63; 1,25; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0 e 12,5 mm;

Curva de penetração: com os valores de carga e penetração, pode-se traçar uma curva, colocando-se no eixo das ordenadas os valores de carga (kgf) e no eixo das abscissas, os valores de penetração (mm), Figura 9.

Curva Pressão - Penetração

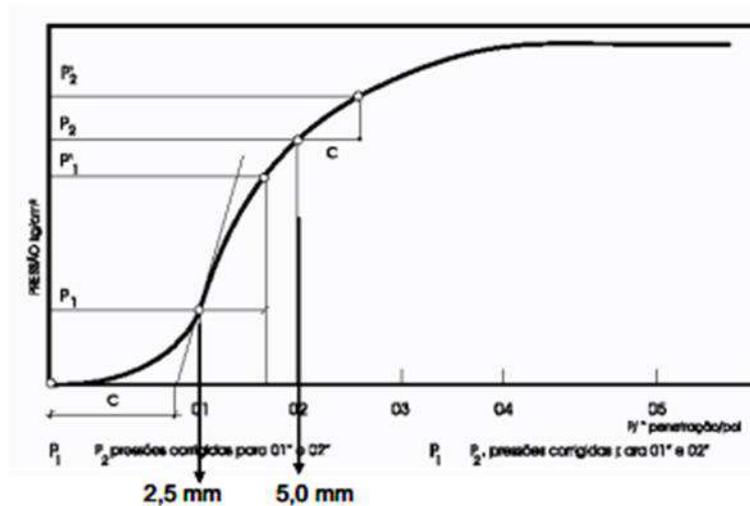


Figura 9: Curva de Pressão – Penetração, ensaio ISC.

O ISC é calculado, em porcentagem, para cada corpo de prova, da seguinte forma:

$$ISC = \frac{\text{pressão calculada ou pressão corrigida}}{\text{pressão padrão}}$$

Adota-se para o índice ISC o maior dos valores obtidos para as penetrações de 0,1" (2,5 mm) e 0,2" (5,0 mm).

2.1.4 Ensaios de Densidade e Umidade *in situ*

O objetivo dos ensaios de densidade *in situ* é determinar a densidade final de compactação das camadas do pavimento asfáltico. Desta forma, é possível comparar as densidades encontradas em campo com as densidades encontradas em laboratório e determinar o Grau de Compactação (GC) por meio da seguinte equação:

$$GC = \frac{\gamma_{campo}}{\gamma_{laboratório}} \times 100$$

Em que:

- GC é o Grau de Compactação, em porcentagem;

- γ_{campo} é o peso específico seco do material em campo;
- $\gamma_{laboratório}$ é o peso específico seco máximo do material compactado em laboratório para uma determinada energia de compactação.

No entanto, para a determinação do peso específico *in situ* primeiramente necessitamos dos seguintes materiais:

- Frasco de aproximadamente 3500 cm³ com funil metálico provido de registro;
- Bandeja metálica com orifício circular no centro e rebaixo para apoio do funil;
- Material para talhagem do material compactado;
- Balanças para pesagem do material retirado do furo e para pesagem das cápsulas para determinação de umidade;
- Areia lavada e seca com densidade previamente determinada.

Para a execução do ensaio, os seguintes procedimentos devem ser seguidos:

- Primeiramente devem ser determinados em laboratório a massa específica da areia graduada e a constante do funil (massa da areia graduada que preenche o funil acima do nível de corte);
- Em campo, o local do furo deve ser nivelado para em seguida montar a bandeja metálica. Deve ser retirado o material compactado com cuidado para que não se perca nenhuma amostra. Este material é pesado e anotado o seu valor (M_u);
- O próximo passo é acoplar o funil previamente pesado com areia graduada na base metálica e abrir o seu registro. Após o furo estar completamente preenchido com a areia, o registro é fechado e anotado o valor final do peso do funil. O volume do furo realizado (V) pode ser calculado pela divisão cujo dividendo é a diferença no peso do funil diminuído da constante do funil e o divisor é a densidade da areia graduada;
- Com isso, é possível calcular o valor da densidade úmida (D_u) da camada dividindo M_u por V ;
- Por fim, a densidade seca (D_s) é definida pela equação: $D_s = D_u / (1+w)$, em que w é a umidade da amostra em campo.

3 RESULTADOS

A seguir traremos um resumo dos resultados encontrados em cada tipo de ensaio realizado, informando os principais detalhes observados, como presença de nível d'água, profundidade que se atingiu o impenetrável, coeficientes obtidos nos ensaios e outras características importantes.

3.1 Resultado das Sondagens a Trado

Em todos os pontos (25 a 56) foram realizadas sondagens a trado (ST) com a profundidade até 1,5 metros ou impenetrável ao trado para determinação da estratigrafia do terreno. Em alguns pontos (25, 27 a 29, 31 a 34, 37 a 40, 42 a 44, 49, 50 e 53) estas sondagens foram aprofundadas até 5,00 metros ou impenetrável ao trado para aproveitamento das sondagens para o dimensionamento das redes de drenagem no projeto de Drenagem Pluvial.

O Boletim de Sondagem em anexo apresenta a classificação táctil visual, identificação de nível d'água, se encontrado, ou de material impenetrável ao trado e a alavanca de cada sondagem a trado realizada.

A caracterização táctil visual descritiva constante do Boletim de Sondagem mostra que o material do terreno encontrado nas sondagens é composto majoritariamente por uma areia pouco argilosa ou areia argilosa, em alguns pontos com presença de pedregulho.

Além disso, em algumas sondagens não foi possível se atingir a profundidade de 5,00 metros com a utilização de trado, fato este que indica a presença de material com maior resistência à escavação.

3.2 Resultado dos Ensaio de Caracterização, Compactação e CBR

Os ensaios de caracterização foram realizados com o material coletado pelas sondagens a trado. Os ensaios compostos por 33 pontos (25 a 56), são constituídos por: Compactação Proctor Normal, CBR/ISC, Expansão, Granulometria por Peneiramento e Limites de Liquidez e Plasticidade. Vale ressaltar que para a coleta das amostras foi desconsiderada a camada mais superficial do terreno, que seria retirada durante o processo de limpeza do terreno.

As granulometrias por peneiramento permitem o conhecimento da textura e da dimensão dos grãos e do percentual das argilas e dos siltes. Já os limites de liquidez e de plasticidade propiciam o conhecimento do comportamento da parte dos solos finos da amostra com a variação de umidade, sendo possível observar a plasticidade dos solos finos que compõem a amostra.

Podemos observar na Tabela 1 um resumo dos resultados obtidos nos ensaios de caracterização do subleito:

Tabela 1: Resumo dos resultados obtidos nos ensaios de caracterização do subleito.

| PONTO | COMPACTAÇÃO E CBR | | | | GRANULOMETRIA | | | | LIMITES | | |
|-------|-------------------|---------------------------------------|--------------|---------|----------------|------------------|----------------|------------------|---------|--------|--------|
| | UMIDADE ÓTIMA (%) | DENSIDADE MÁXIMA (kg/m ³) | EXPANSÃO (%) | CBR (%) | PEDREGULHO (%) | AREIA GROSSA (%) | AREIA FINA (%) | SILTE/ARGILA (%) | LL (%) | LP (%) | IP (%) |
| ST 24 | 17,8 | 1830 | 0,02 | 10,8 | 18,8 | 7,1 | 52,5 | 21,6 | 10,4 | NP | - |
| ST 25 | 14,0 | 1798 | 0,07 | 12,6 | 24,1 | 8,5 | 52,8 | 14,6 | 12,4 | NP | - |
| ST 26 | 16,9 | 1725 | 0,03 | 9,3 | 10,0 | 9,0 | 60,4 | 20,6 | 6,9 | NP | - |
| ST 27 | 23,8 | 1605 | 0,03 | 8,2 | 7,0 | 12,8 | 29,8 | 50,3 | 21,6 | 15,3 | 6,3 |
| ST 28 | 15,0 | 1795 | 0,00 | 11,8 | 11,3 | 8,4 | 49,9 | 30,4 | 18,5 | 17,0 | 1,6 |
| ST 29 | 12,3 | 1332 | 0,04 | 11,1 | 12,6 | 8,1 | 55,5 | 23,8 | 14,1 | NP | - |
| ST 30 | 12,4 | 1780 | 0,02 | 11,7 | 13,4 | 8,0 | 50,7 | 27,9 | 13,6 | NP | - |
| ST 31 | 18,8 | 1690 | 0,06 | 8,6 | 10,8 | 10,4 | 32,7 | 46,2 | 19,2 | 15,9 | 3,3 |
| ST 32 | 21,5 | 1587 | 0,14 | 8,0 | 4,0 | 8,7 | 32,4 | 54,9 | 23,4 | 15,8 | 7,6 |
| ST 33 | 11,9 | 1590 | 0,00 | 9,1 | 8,9 | 9,8 | 63,6 | 17,7 | NL | NP | - |
| ST 34 | 14,7 | 1688 | 0,03 | 12,2 | 10,3 | 6,5 | 59,9 | 23,2 | NL | NP | - |
| ST 35 | 13,3 | 1785 | 0,05 | 13,4 | 40,5 | 6,9 | 47,2 | 5,4 | NL | NP | - |
| ST 36 | 11,1 | 1808 | 0,05 | 12,2 | 36,5 | 6,7 | 48,8 | 8,0 | NL | NP | - |
| ST 37 | 17,9 | 1695 | 0,02 | 10,9 | 10,3 | 8,5 | 53,7 | 27,5 | 17,6 | NP | - |
| ST 38 | 11,3 | 1712 | 0,03 | 11,8 | 19,6 | 5,6 | 48,4 | 26,4 | 19,1 | 13,3 | 5,9 |
| ST 39 | 20,5 | 1650 | 0,04 | 10,8 | 11,7 | 6,8 | 46,8 | 34,7 | 23,0 | 14,7 | 8,3 |
| ST 40 | 16,4 | 1800 | 0,04 | 8,0 | 14,7 | 1,2 | 55,5 | 28,7 | 16,7 | NP | - |
| ST 41 | 22,6 | 1595 | 0,05 | 10,9 | 3,6 | 9,1 | 52,0 | 35,4 | 22,1 | 15,2 | 6,9 |
| ST 42 | 16,0 | 1860 | 0,03 | 11,0 | 35,7 | 0,7 | 35,0 | 28,6 | 17,8 | NP | - |

| PONTO | COMPACTAÇÃO E CBR | | | | GRANULOMETRIA | | | | LIMITES | | |
|-------|-------------------|--------------------------|--------------|---------|----------------|------------------|----------------|------------------|---------|--------|--------|
| | UMIDADE ÓTIMA (%) | DENSIDADE MÁXIMA (kg/m³) | EXPANSÃO (%) | CBR (%) | PEDREGULHO (%) | AREIA GROSSA (%) | AREIA FINA (%) | SILTE/ARGILA (%) | LL (%) | LP (%) | IP (%) |
| ST 43 | 11,4 | 1770 | 0,00 | 12,3 | 31,1 | 6,5 | 46,9 | 15,6 | 11,0 | NP | - |
| ST 44 | 15,9 | 1665 | 0,01 | 10,3 | 3,6 | 13,4 | 45,1 | 37,9 | 18,6 | 8,4 | 10,2 |
| ST 45 | 11,6 | 1770 | 0,03 | 11,2 | 9,0 | 2,9 | 68,2 | 20,0 | 17,8 | NP | - |
| ST 46 | 13,8 | 1806 | 0,03 | 9,3 | 32,6 | 4,4 | 42,7 | 20,2 | NL | NP | - |
| ST 47 | 24,9 | 1560 | 0,10 | 8,1 | 2,3 | 11,3 | 34,7 | 51,8 | 26,9 | 16,5 | 10,5 |
| ST 48 | 14,4 | 1838 | 0,03 | 16,0 | 0,5 | 2,3 | 65,9 | 31,3 | 17,8 | NP | - |
| ST 49 | 24,1 | 1468 | 0,09 | 8,4 | 3,2 | 8,7 | 38,1 | 50,0 | 29,9 | 19,8 | 10,1 |
| ST 50 | 12,1 | 1735 | 0,05 | 13,0 | 1,1 | 2,2 | 79,4 | 17,3 | 17,8 | NP | - |
| ST 51 | 14,2 | 1840 | 0,02 | 12,7 | 0,5 | 2,8 | 70,7 | 26,1 | 17,8 | NP | - |
| ST 52 | 21,5 | 1573 | 0,03 | 9,2 | 2,9 | 9,5 | 50,1 | 37,5 | 22,6 | 14,7 | 7,8 |
| ST 53 | 13,0 | 1865 | 0,06 | 13,7 | 0,3 | 2,7 | 66,6 | 30,4 | 17,9 | NP | - |
| ST 54 | 12,8 | 1726 | 0,01 | 13,5 | 34,1 | 6,8 | 42,5 | 16,6 | NL | NP | - |
| ST 55 | 12,5 | 1800 | 0,01 | 15,3 | 1,2 | 3,1 | 74,8 | 21,0 | 17,8 | NP | - |
| ST 56 | 13,2 | 1885 | 0,02 | 8,7 | 0,5 | 2,1 | 70,5 | 26,9 | 17,8 | NP | - |

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos resultados dos ensaios de sondagem a trado e ensaios de caracterização compactação e CBR do subleito, constatamos que o material presente no subleito é composto majoritariamente por uma areia pouco argilosa ou areia argilosa, em alguns pontos com presença de pedregulho. Pelo resultado dos CBRs obtidos, percebe-se que o material apresenta boa qualidade para utilização em terraplenagem. Assim, sugere-se que sejam realizados ensaios adicionais em outras energias de compactação ou com adição de cal ou cimento para realização do material para as camadas de base ou sub-base do pavimento.

Além disso, o lençol freático foi detectado em alguns pontos durante a execução das sondagens em áreas da rede de drenagem, fato este que deve ser observado na compatibilização da rede a ser adotada no projeto.

Sugere-se que tais informações sejam avaliadas pelos projetistas de suas respectivas áreas, ou seja, de geometria e pavimentação, para a concepção final dos seus respectivos projetos.

5 REFERÊNCIAS

PDDU/DF, Plano Diretor de Drenagem Urbana do Distrito Federal. Distrito Federal, Secretaria de Estado de Obras – 2009.

Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT.

Termo de Referência da NOVACAP para Elaboração de Projetos de Pavimentação, 2012.

VARGAS, M. “Introdução à Mecânica dos Solos”. McGRAW -HILL do Brasil. São Paulo, 1978.

6 ANEXOS

Anexo 01 - Boletim de Sondagem a Trado

BOLETIM DE SONDAÇÃO A TRADO

| | | | |
|---|---|-----------------------|--|
| LOCAL: SH Tororó | OBJETO: Sondagem a trado para drenagem. | | |
| DATA: 29/11/2021 a 02/12/2021 | SEGMENTO: Cond. San Francisco II | PÁGINA: 1/2 | |

ESTUDO: CARACTERIZAÇÃO SUBLEITO

| REGISTRO | N.A (m) | PROFUND. (m) | CLASSIFICAÇÃO |
|----------|---------|--------------|---|
| ST 24 | 2,90 | 0,00 | 0,86 Areia pouco argilosa com pedregulho, Variegada. |
| | | 0,86 | 3,98 Areia pouco argilosa, Variegada. // IMPENETRÁVEL AO TRADO |
| ST 25 | - | 0,00 | 0,09 Camada vegetal. |
| | | 0,09 | 0,37 Areia argilosa com pedregulho, Amarela. |
| | | 0,37 | 1,50 Areia argilosa pouco siltosa, Variegada. |
| ST 26 | 4,50 | 0,00 | 3,80 Areia argilosa com pouco pedregulho, Variegada. |
| | | 3,80 | 5,00 Areia argilosa pouco siltosa, Variegada. |
| ST 27 | - | 0,00 | 0,40 Argila arenosa pouco siltosa com pedregulho, Amarela. |
| | | 0,40 | 0,80 Areia argilosa pouco siltosa com pouco pedregulho, Amarela. |
| | | 0,80 | 1,20 Areia argilosa pouco siltosa, Amarela. // IMPENETRÁVEL AO TRADO |
| ST 28 | - | 0,00 | 0,08 Camada vegetal. |
| | | 0,08 | 0,15 Pedregulho arenoso, Cinza variegado. |
| | | 0,15 | 1,50 Areia siltosa com pedregulho, Amarela. |
| ST 29 | - | 0,00 | 0,10 Camada vegetal. |
| | | 0,10 | 0,17 Areia argilosa com detritos vegetais, Cinza variegado. |
| | | 0,17 | 1,20 Areia argilosa pouco siltosa com pedregulho, Variegada. // IMPENETRÁVEL AO TRADO |
| ST 30 | - | 0,00 | 1,14 Areia pouco argilosa com pedregulho, Variegada. |
| | | 1,14 | 3,52 Areia pouco argilosa, Variegada. // IMPENETRÁVEL AO TRADO |
| ST 31 | - | 0,00 | 0,07 Camada vegetal. |
| | | 0,07 | 0,35 Argila arenosa siltosa com pedregulho, Variegada. |
| | | 0,35 | 1,50 Areia siltosa pouco argilosa com pedregulho, Variegada. |
| ST 32 | - | 0,00 | 0,08 Camada vegetal. |
| | | 0,08 | 0,80 Argila arenosa, amarela variegada. |
| | | 0,80 | 1,50 Areia siltosa, Variegada. |
| ST 33 | - | 0,00 | 0,07 Camada vegetal. |
| | | 0,07 | 0,25 Areia com pedregulho, Cinza. |
| | | 0,25 | 0,75 Areia siltosa com pedregulho, Amarelo. |
| | | 0,75 | 1,50 Silte arenoso com pedregulho, Variegado. |
| ST 34 | - | 0,00 | 0,10 Camada vegetal. |
| | | 0,10 | 0,70 Areia siltosa pouco argilosa com pedregulho, Amarela variegada. |
| | | 0,70 | 1,50 Silte arenoso com pedregulho, Variegado. |
| ST 35 | - | 0,00 | 0,74 Pedregulho arenoso, Variegado. |
| | | 0,74 | 3,23 Areia siltosa pouco argilosa, Variegada. // IMPENETRÁVEL AO TRADO |
| ST 36 | 4,20 | 0,00 | 3,15 Areia com pedregulho pouco argilosa, Variegada. |
| | | 3,15 | 5,05 Areia argilosa pouco siltosa, Variegada. |
| ST 37 | - | 0,00 | 0,20 Areia argilosa, Cinza. |
| | | 0,20 | 1,50 Areia siltosa com pedregulho, Amarela. |
| ST 38 | - | 0,00 | 0,06 Camada vegetal. |
| | | 0,06 | 0,35 Areia argilosa com pouco pedregulho, Amarela variegada. |
| | | 0,35 | 0,75 Areia argilosa, Cinza e amarela. |
| | | 0,75 | 1,50 Areia argilosa pouco siltosa com pedregulho, Amarela. |
| ST 39 | - | 0,00 | 0,26 Areia argilosa pouco siltosa com pedregulho, Vermelha variegada. |
| | | 0,26 | 1,52 Areia argilosa pouco siltosa com pedregulho, Amarela variegada. |
| ST 40 | - | 0,00 | 0,20 Areia argilosa com pedregulho, Cinza. |
| | | 0,20 | 1,50 Areia argilosa pouco siltosa com pedregulho, Amarela variegada. |
| ST 41 | - | 0,00 | 2,50 Areia argilosa, Marrom. |
| | | 2,50 | 5,05 Areia siltosa pouco argilosa, Variegada. |
| ST 42 | - | 0,00 | 0,17 Areia argilosa, Cinza. |
| | | 0,17 | 0,65 Areia argilosa pouco siltosa, Amarela. |
| | | 0,65 | 1,50 Areia argilosa pouco siltosa com pedregulho, Amarela variegada. |

BOLETIM DE SONDAGEM A TRADO

| | | |
|---|---|-----------------------|
| LOCAL: SH Tororó | OBJETO: Sondagem a trado para drenagem. | |
| DATA: 29/11/2021 a 02/12/2021 | SEGMENTO: Cond. San Francisco II | PÁGINA: 2/2 |

CARACTERIZAÇÃO SUBLEITO

| REGISTRO | N.A (m) | PROFUND. (m) | PROFUND. (m) | CLASSIFICAÇÃO |
|----------|---------|--------------|--------------|--|
| ST 43 | - | 0,00 | 0,10 | Camada vegetal. |
| | | 0,10 | 0,25 | Areia argilosa com pouco pedregulho, Cinza. |
| | | 0,25 | 1,50 | Areia argilosa pouco siltosa com pedregulho, Amarela. |
| ST 44 | - | 0,00 | 0,20 | Areia argilosa, Marrom e cinza. |
| | | 0,20 | 1,15 | Areia argilosa, Amarela. |
| | | 1,15 | 1,50 | Areia argilosa com pedregulho, Amarela variegada. |
| ST 45 | - | 0,00 | 0,92 | Areia argilosa com pedregulho, Variegada. |
| | | 0,92 | 3,60 | Areia siltosa pouco argilosa, Variegada. // IMPENETRÁVEL AO TRADO |
| | | | | |
| ST 46 | - | 0,00 | 0,81 | Pedregulho arenoso pouco argiloso, Variegado. |
| | | 0,81 | 4,52 | Areia siltosa pouco argilosa, Variegada. // IMPENETRÁVEL AO TRADO |
| | | | | |
| ST 47 | - | 0,00 | 2,17 | Argila arenosa, Marrom. |
| | | 2,17 | 5,06 | Areia argilosa, Vermelha. |
| | | | | |
| ST 48 | - | 0,00 | 0,04 | Camada vegetal. |
| | | 0,04 | 2,40 | Argila arenosa, Vermelha. |
| | | 2,40 | 5,10 | Areia argilosa, Vermelha. |
| ST 49 | - | 0,00 | | |
| | | 0,00 | | |
| | | 0,00 | | |
| ST 50 | - | 0,00 | 0,29 | Areia argilosa, Marrom. |
| | | 0,29 | 1,50 | Areia argilosa, Vermelha. |
| | | | | |
| ST 51 | 4,80 | 0,00 | 3,05 | Areia pouco argilosa com pedregulho, Variegada. |
| | | 3,05 | 5,10 | Areia pouco argilosa pouco siltosa, Variegada. |
| | | | | |
| ST 52 | 4,70 | 0,00 | 2,46 | Areia argilosa, Marrom. |
| | | 2,46 | 3,14 | Areia pouco argilosa com pedregulho, Variegada. |
| | | 3,14 | 5,05 | Areia pouco argilosa, Vermelha. |
| ST 53 | - | 0,00 | 0,12 | Camada vegetal. |
| | | 0,12 | 0,40 | Areia argilosa com detritos vegetais, Marrom. |
| | | 0,40 | 1,50 | Areia argilosa, Marrom avermelhada. |
| ST 54 | - | 0,00 | 0,85 | Pedregulho arenoso argiloso, Variegado. |
| | | 0,85 | 5,10 | Areia pouco argilosa, Marrom. |
| | | | | |
| ST 55 | 4,50 | 0,00 | 0,05 | Camada vegetal. |
| | | 0,05 | 0,76 | Areia argilosa com pedregulho, Variegada. |
| | | 0,76 | 5,00 | Argila arenosa, Vermelha. |
| ST 56 | 4,30 | 0,00 | 3,25 | Areia pouco argilosa, Marrom. |
| | | 3,25 | 4,20 | Areia pouco argilosa com pedregulho, Variegada. |
| | | 4,20 | 5,00 | Areia pouco argilosa, Variegada. |
| ST 57 | 4,80 | 0,00 | 0,04 | Camada vegetal. |
| | | 0,04 | 2,80 | Argila arenosa, Vermelha. |
| | | 2,80 | 5,15 | Areia argilosa, Vermelha. |
| ST 58 | 3,90 | 0,00 | 0,06 | Camada vegetal. |
| | | 0,06 | 1,30 | Pedregulho arenoso, Variegado. |
| | | 1,30 | 5,10 | Areia siltosa pouco argilosa, Variegada. |
| ST 59 | 2,50 | 0,00 | 0,10 | Camada vegetal. |
| | | 0,10 | 0,50 | Areia pouco argilosa, Amarela. |
| | | 0,50 | 1,20 | Areia pouco argilosa com pedregulho, Variegada. |
| | | 1,20 | 3,50 | Areia siltosa pouco argilosa, Variegada. // IMPENETRÁVEL AO TRADO |
| ST 60 | 1,60 | 0,00 | 0,10 | Camada vegetal. |
| | | 0,10 | 2,60 | Areia argilosa pouco siltosa com pedregulho, Variegada. // IMPENETRÁVEL AO TRADO |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Anexo 02 - Resultado dos Ensaio de Caracterizaça, Compactação e CBR

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

| | | | | | |
|--------|------------------------|----------|--------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | | Ponto: | 24 |
| Data: | 09/12/2021 | Energia: | NORMAL | | |

DADOS DO ENSAIO

| | | |
|--|-------|-----------------|
| Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm: | 6,9 | MPa |
| Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm: | 10,35 | MPa |
| Diâmetro da base do pistão: | 4,96 | cm |
| Área da base do pistão: | 19,32 | cm ² |
| Constante da prensa: | 0,01 | MPa/div |

CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Molde | 35 | 49 | 8 | 26 | 56 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Solo + Água + Molde (g) | 8705 | 9055 | 9205 | 9180 | 9455 |
| Peso Molde (g) | 4750 | 4875 | 4875 | 4720 | 4785 |
| Peso Solo + Água (g) | 3955 | 4180 | 4330 | 4460 | 4670 |
| Volume Molde (cm ³) | 2085 | 2103 | 2085 | 2067 | 2187 |
| Dens. Solo Úmido (kg/m ³) | 1897 | 1988 | 2077 | 2158 | 2135 |
| Dens. Solo Seco (kg/m ³) | 1711 | 1752 | 1797 | 1831 | 1768 |

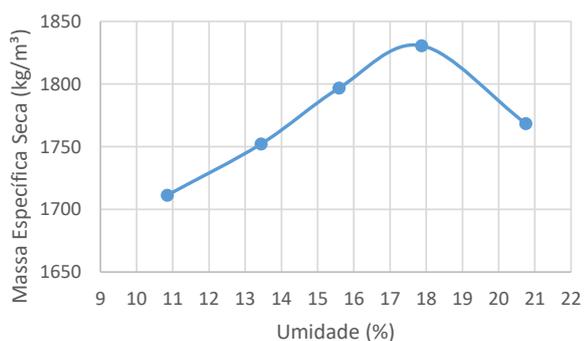
CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Cápsula | 33 | 46 | 58 | 74 | 93 | 104 | 133 | 115 | 128 | 15 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| P. Solo Úm. + C. (g) | 72,02 | 66,21 | 74,52 | 65,36 | 68,24 | 67,00 | 63,66 | 73,01 | 86,01 | 92,41 |
| P. Solo S. + Cap. (g) | 66,16 | 60,89 | 66,90 | 59,48 | 61,00 | 59,68 | 56,40 | 63,92 | 75,16 | 78,55 |
| Peso Água (g) | 5,86 | 5,32 | 7,62 | 5,88 | 7,25 | 7,33 | 7,27 | 9,08 | 10,85 | 13,86 |
| Peso Cápsula (g) | 12,23 | 11,76 | 14,20 | 12,11 | 12,33 | 14,70 | 13,64 | 15,42 | 22,56 | 12,10 |
| P. Solo Seco (g) | 53,93 | 49,13 | 52,70 | 47,37 | 48,67 | 44,98 | 42,76 | 48,50 | 52,60 | 66,45 |
| Umidade (%) | 10,87 | 10,82 | 14,47 | 12,41 | 14,89 | 16,29 | 17,00 | 18,73 | 20,64 | 20,86 |
| Umid. Média (%) | 10,84 | | 13,44 | | 15,59 | | 17,87 | | 20,75 | |

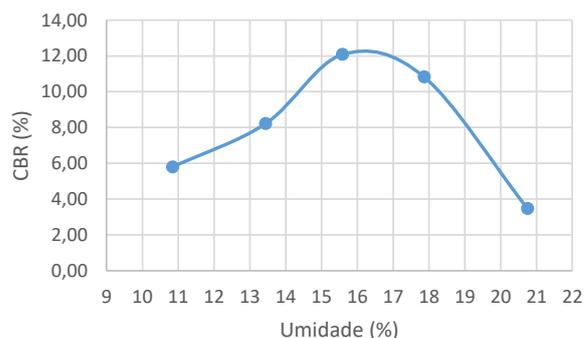
RESUMO DOS RESULTADOS

| | |
|---------------------------------------|------|
| Umidade Ótima (%) | 17,8 |
| Densidade Máxima (kg/m ³) | 1830 |
| Expansão Média (%) | 0,02 |
| ISC/CBR Final (%) | 10,8 |

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

| Penet. 1 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 12 | 0,12 | |
| 1,25 | 29 | 0,29 | |
| 2,5 | 40 | 0,4 | 5,80 |
| 5 | 47 | 0,47 | 4,54 |
| 7,5 | 55 | 0,55 | |
| 10 | 61 | 0,61 | |

| Penet. 2 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 16 | 0,16 | |
| 1,25 | 36 | 0,36 | |
| 2,5 | 56 | 0,56 | 8,12 |
| 5 | 85 | 0,85 | 8,21 |
| 7,5 | 125 | 1,25 | |
| 10 | 153 | 1,53 | |

| Penet. 3 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 25 | 0,25 | |
| 1,25 | 45 | 0,45 | |
| 2,5 | 65 | 0,65 | 9,42 |
| 5 | 125 | 1,25 | 12,08 |
| 7,5 | 168 | 1,68 | |
| 10 | 198 | 1,98 | |

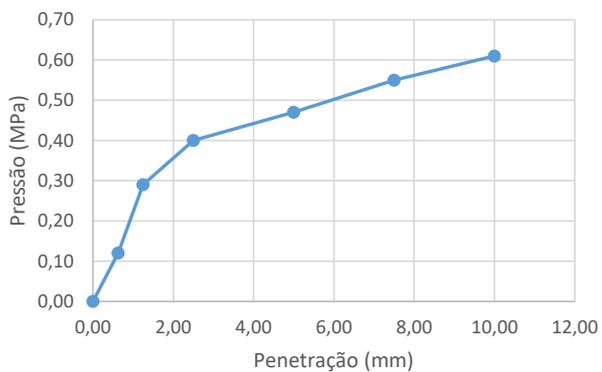
| Penet. 4 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 28 | 0,28 | |
| 1,25 | 36 | 0,36 | |
| 2,5 | 68 | 0,68 | 9,86 |
| 5 | 112 | 1,12 | 10,82 |
| 7,5 | 151 | 1,51 | |
| 10 | 178 | 1,78 | |

| Penet. 5 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 10 | 0,1 | |
| 1,25 | 18 | 0,18 | |
| 2,5 | 23 | 0,23 | 3,33 |
| 5 | 36 | 0,36 | 3,48 |
| 7,5 | 45 | 0,45 | |
| 10 | 51 | 0,51 | |

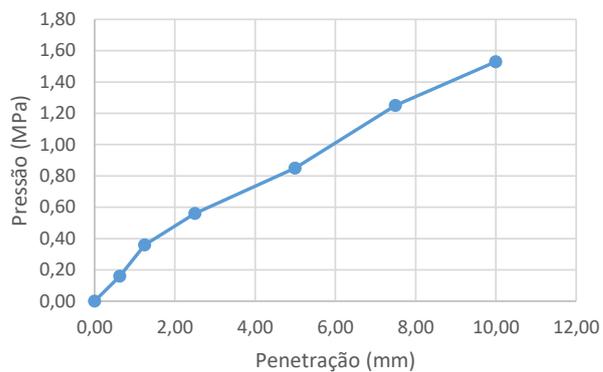
| Ponto | Umidade | C.B.R. | Umidade | Dens. S. |
|-------|---------|--------|---------|-------------------|
| | (%) | (%) | (%) | kg/m ³ |
| 35 | 10,84 | 5,80 | 10,84 | 1711 |
| 49 | 13,44 | 8,21 | 13,44 | 1752 |
| 8 | 15,59 | 12,08 | 15,59 | 1797 |
| 26 | 17,87 | 10,82 | 17,87 | 1831 |
| 56 | 20,75 | 3,48 | 20,75 | 1768 |

| ENSAIO DE EXPANSÃO | | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Nº Molde | 35 | 49 | 8 | 26 | 56 |
| Leitura Inicial | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Leitura Final | 1,05 | 1,06 | 1,02 | 1,01 | 1,00 |
| L.Final - L.Inicial | 0,05 | 0,06 | 0,02 | 0,01 | 0,00 |
| Altura cilindro | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 |
| (LF-LI) / Altura (%) | 0,04 | 0,05 | 0,02 | 0,01 | 0,00 |
| Média (%) | 0,02 | | | | |

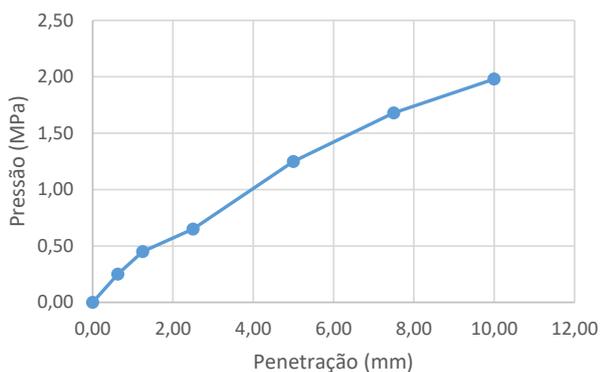
Pressão x Penetração 1



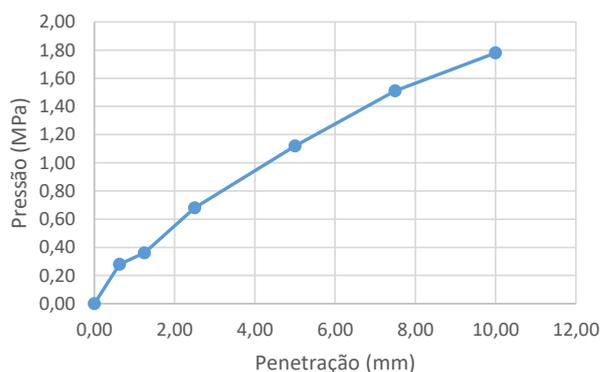
Pressão x Penetração 2



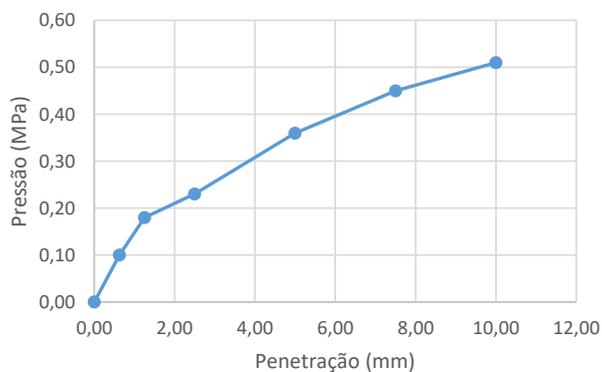
Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4



Pressão x Penetração 5

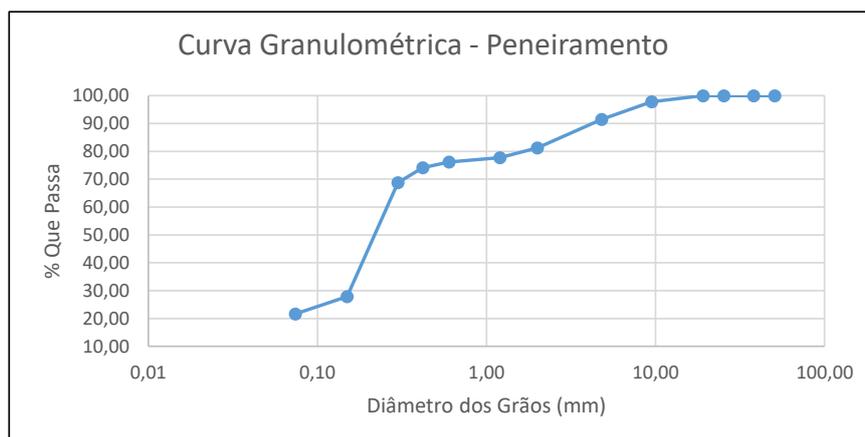


ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

| | | | | |
|--------|------------------------|---------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | Ponto: | 24 |
| Data: | 09/12/2021 | Trecho: | | |

| DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA | |
|--------------------------------------|--------|
| Número da Cápsula | 76 |
| Cápsula + Solo Úmido (g) | 51,954 |
| Cápsula + Solo Seco (g) | 50,43 |
| Peso da Cápsula (g) | 12,71 |
| Peso da Água (g) | 1,524 |
| Peso do Solo Seco (g) | 37,72 |
| Umidade Higroscópica (%) | 4,04 |
| Fator de Correção - 100 / 100 + w | 0,96 |
| DADOS DA AMOSTRA | |
| Amostra Total Úmida (g) | 755,00 |
| Pedregulho (g) | 137,33 |
| Amostra que Passa na #10 Úmida (g) | 617,67 |
| Amostra que Passa na #10 Seca (g) | 593,68 |
| Peso da Água (g) | 23,99 |
| Amostra Total Seca (g) | 731,01 |
| RESUMO DA GRANULOMETRIA | |
| Pedregulho: Acima de 2,00 mm (%) | 18,79 |
| Areia Grossa: 2,00 - 0,42 mm (%) | 7,06 |
| Areia Fina: 0,042 - 0,05 mm (%) | 52,53 |
| Silte/Argila: Abaixo de 0,05 mm (%) | 21,63 |
| Total (%) | 100,00 |

| PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL | | | | | |
|-------------------------------|----------|---------------------|--------------------|-------------|------------------------------|
| Peneira | Peso (g) | Abert. Peneira (mm) | Material Retido | | % que Passa da Amostra Total |
| | | | % da Amostra Total | % Acumulada | |
| 2" | 0,00 | 50,80 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1 1/2" | 0,00 | 38,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1" | 0,00 | 25,40 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/4" | 0,00 | 19,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/8" | 16,36 | 9,50 | 2,24 | 2,24 | 97,76 |
| Nº 4 | 45,85 | 4,80 | 6,27 | 8,51 | 91,49 |
| Nº10 | 75,12 | 2,00 | 10,28 | 18,79 | 81,21 |
| Nº16 | 25,36 | 1,20 | 3,47 | 22,26 | 77,74 |
| Nº30 | 11,23 | 0,60 | 1,54 | 23,79 | 76,21 |
| Nº40 | 15,03 | 0,42 | 2,06 | 25,85 | 74,15 |
| Nº50 | 39,62 | 0,30 | 5,42 | 31,27 | 68,73 |
| Nº100 | 298,53 | 0,15 | 40,84 | 72,11 | 27,89 |
| Nº200 | 45,82 | 0,07 | 6,27 | 78,37 | 21,63 |



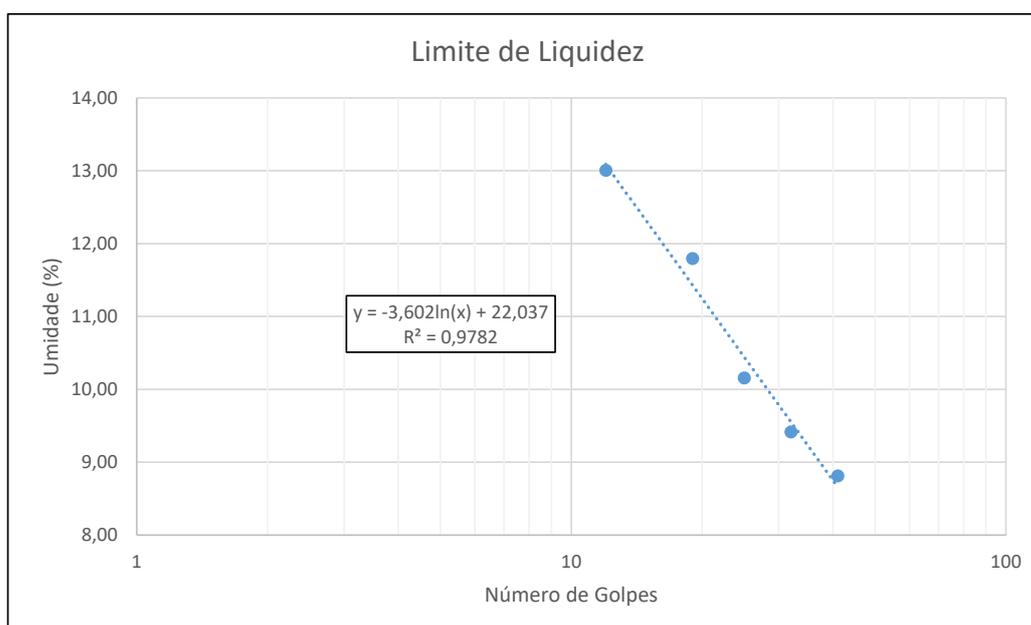
LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

| | | | | | |
|--------|------------------------|---------|--|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | | Ponto: | 24 |
| Data: | 09/12/2021 | Trecho: | | | |

| LIMITE DE LIQUIDEZ | | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|--------------|-------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Nº de Golpes | Umidade (%) |
| 86 | 15,97 | 15,14 | 5,72 | 0,83 | 9,42 | 41 | 8,81 |
| 79 | 15,74 | 14,89 | 5,86 | 0,85 | 9,03 | 32 | 9,41 |
| 57 | 14,85 | 14,01 | 5,74 | 0,84 | 8,27 | 25 | 10,16 |
| 65 | 15,09 | 14,13 | 5,99 | 0,96 | 8,14 | 19 | 11,79 |
| 34 | 14,83 | 13,80 | 5,88 | 1,03 | 7,92 | 12 | 13,01 |

| LIMITE DE PLASTICIDADE | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|-------------|----------------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Umidade (%) | Limite de Plast. (%) |
| | | | | | | | NP |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| RESULTADOS | |
|----------------------------|------|
| Limite de Liquidez (%) | 10,4 |
| Limite de Plasticidade (%) | NP |
| Índice de Plasticidade (%) | - |



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

| | | | | | |
|--------|------------------------|----------|--------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | | Ponto: | 25 |
| Data: | 09/12/2021 | Energia: | NORMAL | | |

DADOS DO ENSAIO

| | | |
|--|-------|-----------------|
| Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm: | 6,9 | MPa |
| Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm: | 10,35 | MPa |
| Diâmetro da base do pistão: | 4,96 | cm |
| Área da base do pistão: | 19,32 | cm ² |
| Constante da prensa: | 0,01 | MPa/div |

CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Molde | 20 | 39 | 52 | 55 | 5 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Solo + Água + Molde (g) | 8345 | 8575 | 8905 | 9000 | 8880 |
| Peso Molde (g) | 4620 | 4690 | 4910 | 4690 | 4655 |
| Peso Solo + Água (g) | 3725 | 3885 | 3995 | 4310 | 4225 |
| Volume Molde (cm ³) | 2103 | 2103 | 2085 | 2103 | 2085 |
| Dens. Solo Úmido (kg/m ³) | 1771 | 1847 | 1916 | 2049 | 2026 |
| Dens. Solo Seco (kg/m ³) | 1659 | 1695 | 1733 | 1798 | 1740 |

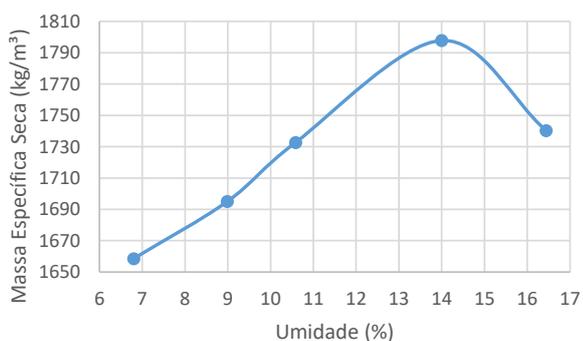
CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Cápsula | 9 | 24 | 37 | 60 | 71 | 85 | 98 | 132 | 120 | 130 |
|-----------------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| P. Solo Úm. + C. (g) | 101,17 | 103,92 | 87,17 | 93,59 | 88,25 | 88,25 | 92,28 | 104,80 | 108,60 | 119,77 |
| P. Solo S. + Cap. (g) | 95,35 | 98,21 | 80,98 | 86,92 | 81,01 | 81,01 | 83,31 | 93,91 | 95,69 | 105,64 |
| Peso Água (g) | 5,82 | 5,71 | 6,19 | 6,67 | 7,24 | 7,24 | 8,97 | 10,89 | 12,91 | 14,13 |
| Peso Cápsula (g) | 11,66 | 12,23 | 11,58 | 13,27 | 12,17 | 13,04 | 11,96 | 23,32 | 15,16 | 21,77 |
| P. Solo Seco (g) | 83,69 | 85,98 | 69,40 | 73,65 | 68,84 | 67,97 | 71,35 | 70,59 | 80,53 | 83,87 |
| Umidade (%) | 6,95 | 6,64 | 8,92 | 9,06 | 10,52 | 10,65 | 12,57 | 15,43 | 16,03 | 16,85 |
| Umid. Média (%) | 6,80 | | 8,99 | | 10,58 | | 14,00 | | 16,44 | |

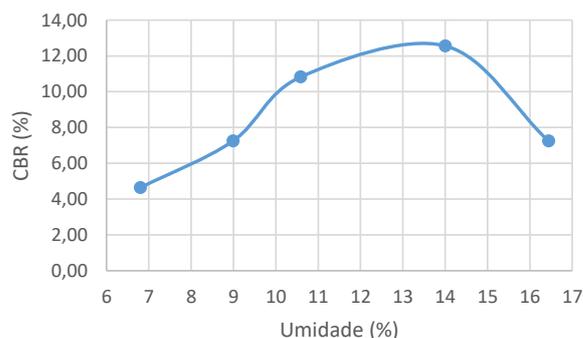
RESUMO DOS RESULTADOS

| | |
|---------------------------------------|------|
| Umidade Ótima (%) | 14,0 |
| Densidade Máxima (kg/m ³) | 1798 |
| Expansão Média (%) | 0,07 |
| ISC/CBR Final (%) | 12,6 |

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

| Penet. 1 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 13 | 0,13 | |
| 1,25 | 21 | 0,21 | |
| 2,5 | 32 | 0,32 | 4,64 |
| 5 | 41 | 0,41 | 3,96 |
| 7,5 | 49 | 0,49 | |
| 10 | 55 | 0,55 | |

| Penet. 2 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 16 | 0,16 | |
| 1,25 | 34 | 0,34 | |
| 2,5 | 50 | 0,5 | 7,25 |
| 5 | 72 | 0,72 | 6,96 |
| 7,5 | 91 | 0,91 | |
| 10 | 104 | 1,04 | |

| Penet. 3 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 23 | 0,23 | |
| 1,25 | 41 | 0,41 | |
| 2,5 | 60 | 0,6 | 8,70 |
| 5 | 112 | 1,12 | 10,82 |
| 7,5 | 145 | 1,45 | |
| 10 | 168 | 1,68 | |

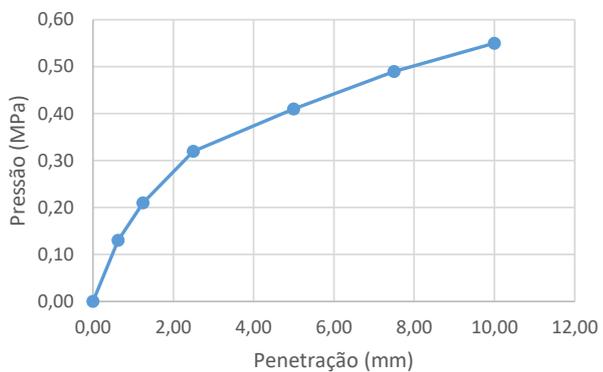
| Penet. 4 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 36 | 0,36 | |
| 1,25 | 60 | 0,6 | |
| 2,5 | 84 | 0,84 | 12,17 |
| 5 | 130 | 1,3 | 12,56 |
| 7,5 | 176 | 1,76 | |
| 10 | 208 | 2,08 | |

| Penet. 5 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 16 | 0,16 | |
| 1,25 | 34 | 0,34 | |
| 2,5 | 50 | 0,5 | 7,25 |
| 5 | 72 | 0,72 | 6,96 |
| 7,5 | 91 | 0,91 | |
| 10 | 104 | 1,04 | |

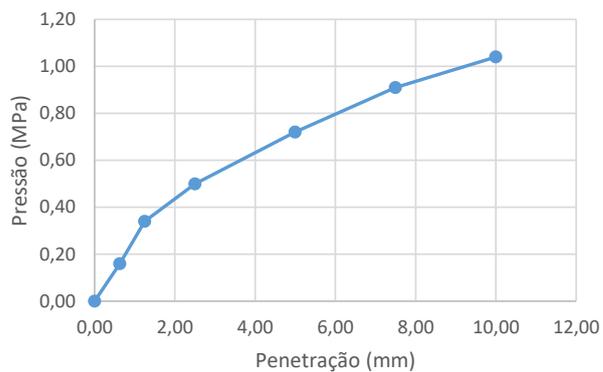
| Ponto | Umidade | C.B.R. | Umidade | Dens. S. |
|-------|---------|--------|---------|-------------------|
| | (%) | (%) | (%) | kg/m ³ |
| 20 | 6,80 | 4,64 | 6,80 | 1659 |
| 39 | 8,99 | 7,25 | 8,99 | 1695 |
| 52 | 10,58 | 10,82 | 10,58 | 1733 |
| 55 | 14,00 | 12,56 | 14,00 | 1798 |
| 5 | 16,44 | 7,25 | 16,44 | 1740 |

| ENSAIO DE EXPANSÃO | | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Nº Molde | 20 | 39 | 52 | 55 | 5 |
| Leitura Inicial | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| Leitura Final | 3,14 | 3,11 | 3,06 | 3,04 | 3,03 |
| L.Final - L.Inicial | 0,14 | 0,11 | 0,06 | 0,04 | 0,03 |
| Altura cilindro | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 |
| (LF-LI) / Altura (%) | 0,12 | 0,10 | 0,05 | 0,04 | 0,03 |
| Média (%) | 0,07 | | | | |

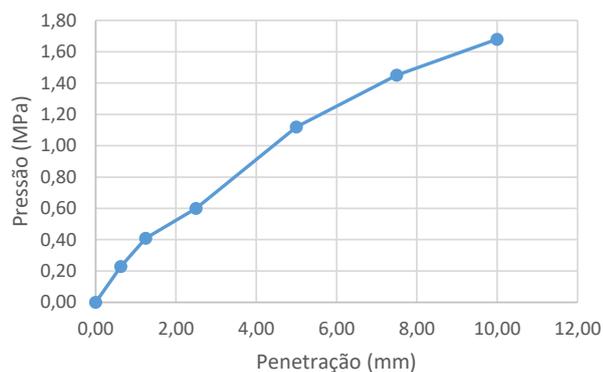
Pressão x Penetração 1



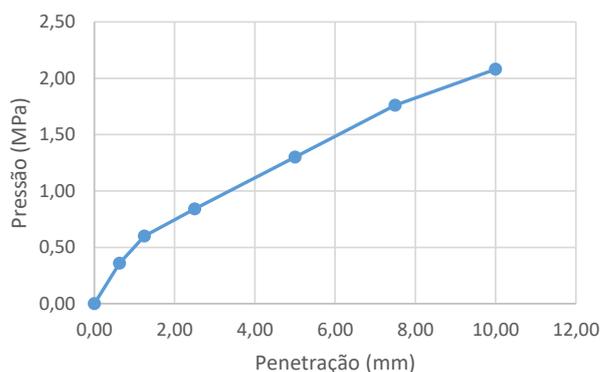
Pressão x Penetração 2



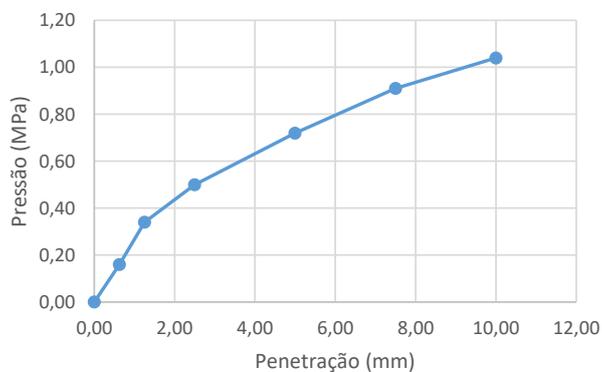
Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4



Pressão x Penetração 5

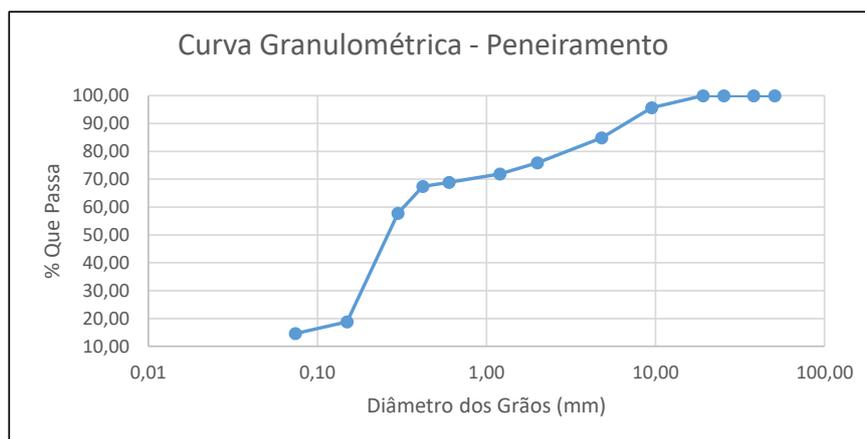


ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

| | | | |
|--------|------------------------|---------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | Ponto: | 25 |
| Data: | 09/12/2021 | Trecho: | |

| DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA | |
|--------------------------------------|--------|
| Número da Cápsula | 88 |
| Cápsula + Solo Úmido (g) | 114,94 |
| Cápsula + Solo Seco (g) | 112,75 |
| Peso da Cápsula (g) | 14,32 |
| Peso da Água (g) | 2,19 |
| Peso do Solo Seco (g) | 98,43 |
| Umidade Higroscópica (%) | 2,22 |
| Fator de Correção - 100 / 100 + w | 0,98 |
| DADOS DA AMOSTRA | |
| Amostra Total Úmida (g) | 700,00 |
| Pedregulho (g) | 165,70 |
| Amostra que Passa na #10 Úmida (g) | 534,30 |
| Amostra que Passa na #10 Seca (g) | 522,67 |
| Peso da Água (g) | 11,63 |
| Amostra Total Seca (g) | 688,37 |
| RESUMO DA GRANULOMETRIA | |
| Pedregulho: Acima de 2,00 mm (%) | 24,07 |
| Areia Grossa: 2,00 - 0,42 mm (%) | 8,54 |
| Areia Fina: 0,042 - 0,05 mm (%) | 52,82 |
| Silte/Argila: Abaixo de 0,05 mm (%) | 14,57 |
| Total (%) | 100,00 |

| PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL | | | | | |
|-------------------------------|----------|---------------------|--------------------|-------------|------------------------------|
| Peneira | Peso (g) | Abert. Peneira (mm) | Material Retido | | % que Passa da Amostra Total |
| | | | % da Amostra Total | % Acumulada | |
| 2" | 0,00 | 50,80 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1 1/2" | 0,00 | 38,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1" | 0,00 | 25,40 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/4" | 0,00 | 19,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/8" | 30,12 | 9,50 | 4,38 | 4,38 | 95,62 |
| Nº 4 | 74,18 | 4,80 | 10,78 | 15,15 | 84,85 |
| Nº10 | 61,40 | 2,00 | 8,92 | 24,07 | 75,93 |
| Nº16 | 28,01 | 1,20 | 4,07 | 28,14 | 71,86 |
| Nº30 | 20,45 | 0,60 | 2,97 | 31,11 | 68,89 |
| Nº40 | 10,32 | 0,42 | 1,50 | 32,61 | 67,39 |
| Nº50 | 66,06 | 0,30 | 9,60 | 42,21 | 57,79 |
| Nº100 | 268,70 | 0,15 | 39,03 | 81,24 | 18,76 |
| Nº200 | 28,86 | 0,07 | 4,19 | 85,43 | 14,57 |



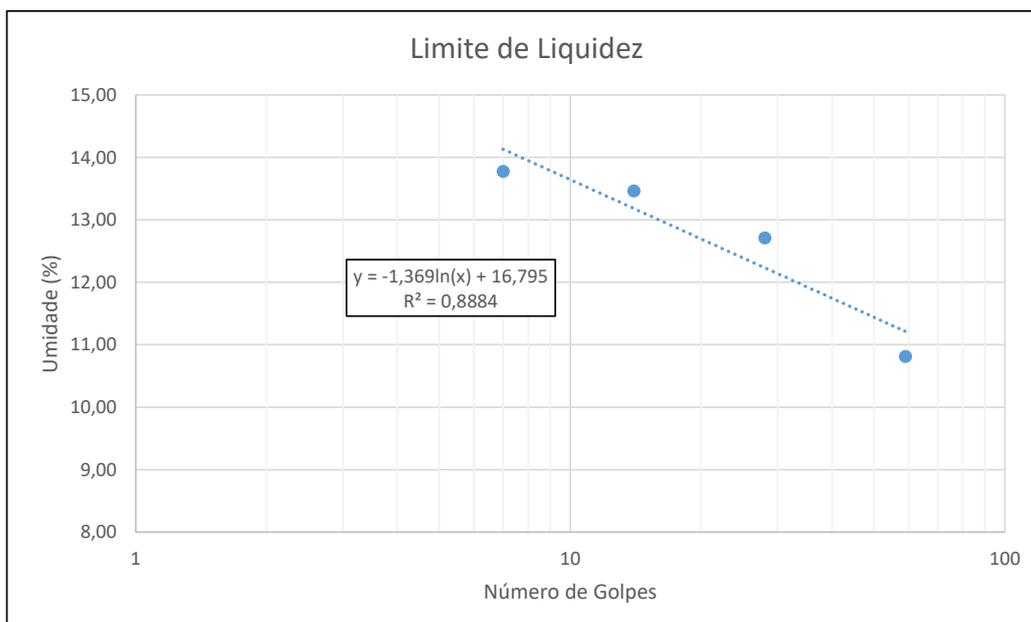
LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

| | | | | | |
|--------|------------------------|---------|--|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | | Ponto: | 25 |
| Data: | 09/12/2021 | Trecho: | | | |

| LIMITE DE LIQUIDEZ | | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|--------------|-------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Nº de Golpes | Umidade (%) |
| 6 | 26,97 | 24,76 | 4,32 | 2,21 | 20,44 | 59 | 10,81 |
| 15 | 27,85 | 25,42 | 6,30 | 2,43 | 19,12 | 28 | 12,71 |
| 26 | 26,97 | 24,45 | 5,73 | 2,52 | 18,72 | 14 | 13,46 |
| 44 | 28,58 | 25,57 | 3,72 | 3,01 | 21,85 | 7 | 13,78 |
| | | | | | | | |

| LIMITE DE PLASTICIDADE | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|-------------|----------------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Umidade (%) | Limite de Plast. (%) |
| | | | | | | | NP |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| RESULTADOS | |
|----------------------------|------|
| Limite de Liquidez (%) | 12,4 |
| Limite de Plasticidade (%) | NP |
| Índice de Plasticidade (%) | - |



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

| | | | | | |
|--------|------------------------|----------|--------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | | Ponto: | 26 |
| Data: | 09/12/2021 | Energia: | NORMAL | | |

DADOS DO ENSAIO

| | | |
|--|-------|-----------------|
| Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm: | 6,9 | MPa |
| Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm: | 10,35 | MPa |
| Diâmetro da base do pistão: | 4,96 | cm |
| Área da base do pistão: | 19,32 | cm ² |
| Constante da prensa: | 0,01 | MPa/div |

CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Molde | 12 | 24 | 33 | 48 | 53 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Solo + Água + Molde (g) | 8505 | 8840 | 8955 | 8825 | 8540 |
| Peso Molde (g) | 4675 | 4715 | 4760 | 4870 | 4835 |
| Peso Solo + Água (g) | 3830 | 4125 | 4195 | 3955 | 3705 |
| Volume Molde (cm ³) | 2131 | 2085 | 2085 | 2085 | 2103 |
| Dens. Solo Úmido (kg/m ³) | 1797 | 1978 | 2012 | 1897 | 1762 |
| Dens. Solo Seco (kg/m ³) | 1576 | 1709 | 1702 | 1579 | 1435 |

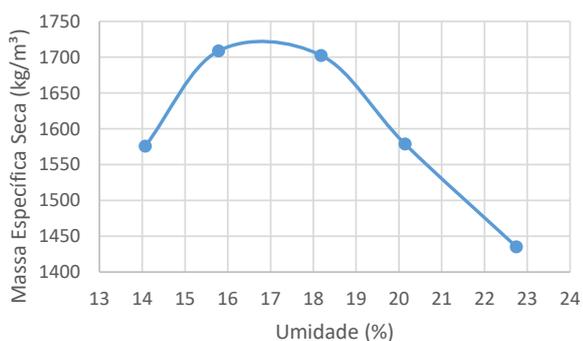
CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Cápsula | 102 | 90 | 79 | 68 | 55 | 43 | 28 | 6 | 20 | 126 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| P. Solo Úm. + C. (g) | 80,76 | 84,59 | 80,45 | 78,64 | 78,51 | 80,16 | 81,31 | 87,43 | 90,37 | 83,47 |
| P. Solo S. + Cap. (g) | 72,35 | 75,65 | 71,20 | 69,53 | 68,43 | 69,81 | 70,04 | 74,65 | 75,66 | 70,69 |
| Peso Água (g) | 8,41 | 8,94 | 9,25 | 9,11 | 10,08 | 10,35 | 11,27 | 12,78 | 14,71 | 12,77 |
| Peso Cápsula (g) | 12,02 | 12,69 | 12,48 | 11,91 | 13,51 | 12,34 | 13,29 | 12,09 | 13,88 | 11,78 |
| P. Solo Seco (g) | 60,33 | 62,96 | 58,72 | 57,62 | 54,92 | 57,47 | 56,75 | 62,56 | 61,78 | 58,91 |
| Umidade (%) | 13,94 | 14,20 | 15,75 | 15,82 | 18,35 | 18,01 | 19,86 | 20,42 | 23,80 | 21,68 |
| Umid. Média (%) | 14,07 | | 15,78 | | 18,18 | | 20,14 | | 22,74 | |

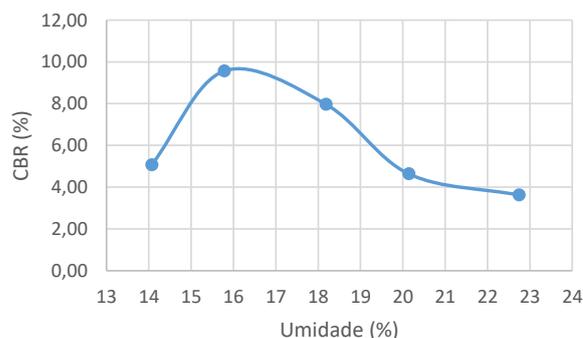
RESUMO DOS RESULTADOS

| | |
|---------------------------------------|------|
| Umidade Ótima (%) | 16,9 |
| Densidade Máxima (kg/m ³) | 1725 |
| Expansão Média (%) | 0,03 |
| ISC/CBR Final (%) | 9,3 |

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

| Penet. 1 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 11 | 0,11 | |
| 1,25 | 19 | 0,19 | |
| 2,5 | 35 | 0,35 | 5,07 |
| 5 | 52 | 0,52 | 5,02 |
| 7,5 | 65 | 0,65 | |
| 10 | 74 | 0,74 | |

| Penet. 2 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 24 | 0,24 | |
| 1,25 | 38 | 0,38 | |
| 2,5 | 66 | 0,66 | 9,57 |
| 5 | 92 | 0,92 | 8,89 |
| 7,5 | 117 | 1,17 | |
| 10 | 135 | 1,35 | |

| Penet. 3 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 20 | 0,2 | |
| 1,25 | 35 | 0,35 | |
| 2,5 | 55 | 0,55 | 7,97 |
| 5 | 78 | 0,78 | 7,54 |
| 7,5 | 99 | 0,99 | |
| 10 | 114 | 1,14 | |

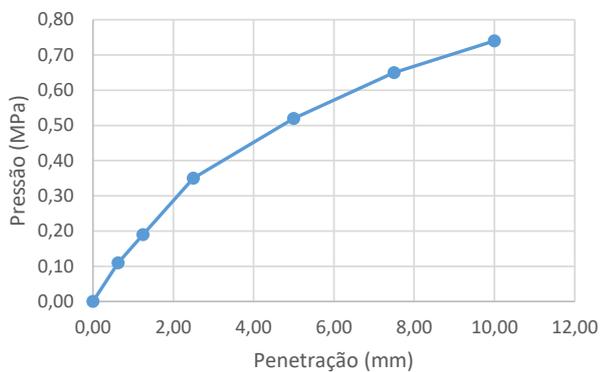
| Penet. 4 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 15 | 0,15 | |
| 1,25 | 22 | 0,22 | |
| 2,5 | 32 | 0,32 | 4,64 |
| 5 | 47 | 0,47 | 4,54 |
| 7,5 | 55 | 0,55 | |
| 10 | 61 | 0,61 | |

| Penet. 5 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 7 | 0,07 | |
| 1,25 | 18 | 0,18 | |
| 2,5 | 25 | 0,25 | 3,62 |
| 5 | 34 | 0,34 | 3,29 |
| 7,5 | 42 | 0,42 | |
| 10 | 48 | 0,48 | |

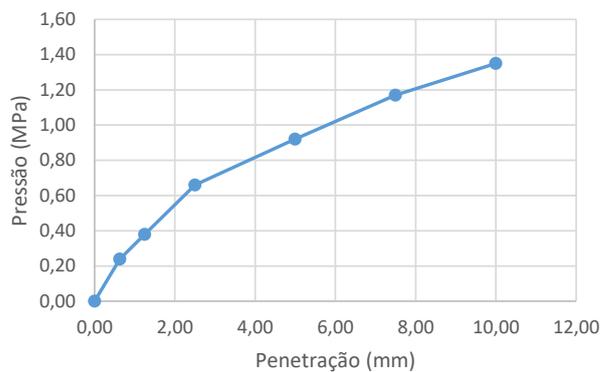
| Ponto | Umidade | C.B.R. | Umidade | Dens. S. |
|-------|---------|--------|---------|-------------------|
| | (%) | (%) | (%) | kg/m ³ |
| 12 | 14,07 | 5,07 | 14,07 | 1576 |
| 24 | 15,78 | 9,57 | 15,78 | 1709 |
| 33 | 18,18 | 7,97 | 18,18 | 1702 |
| 48 | 20,14 | 4,64 | 20,14 | 1579 |
| 53 | 22,74 | 3,62 | 22,74 | 1435 |

| ENSAIO DE EXPANSÃO | | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Nº Molde | 12 | 24 | 33 | 48 | 53 |
| Leitura Inicial | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Leitura Final | 1,10 | 1,05 | 1,02 | 1,00 | 1,00 |
| L.Final - L.Inicial | 0,10 | 0,05 | 0,02 | 0,00 | 0,00 |
| Altura cilindro | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 |
| (LF-LI) / Altura (%) | 0,09 | 0,04 | 0,02 | 0,00 | 0,00 |
| Média (%) | 0,03 | | | | |

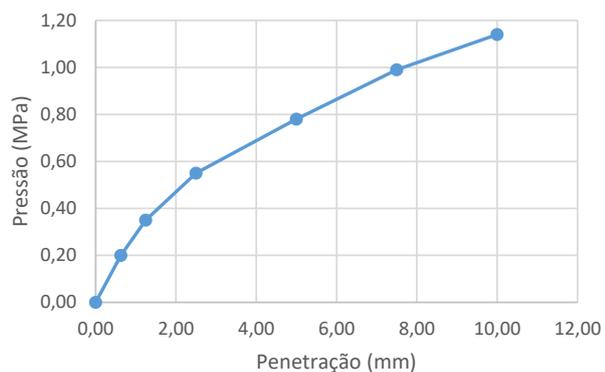
Pressão x Penetração 1



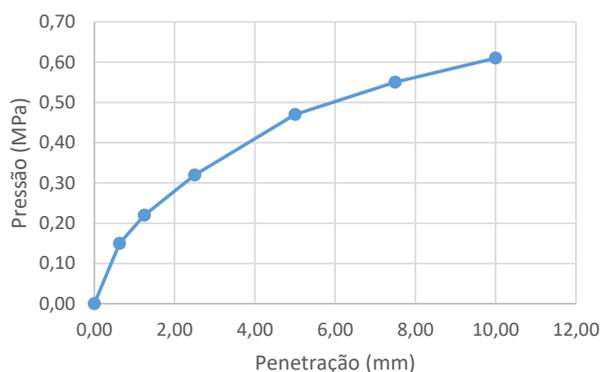
Pressão x Penetração 2



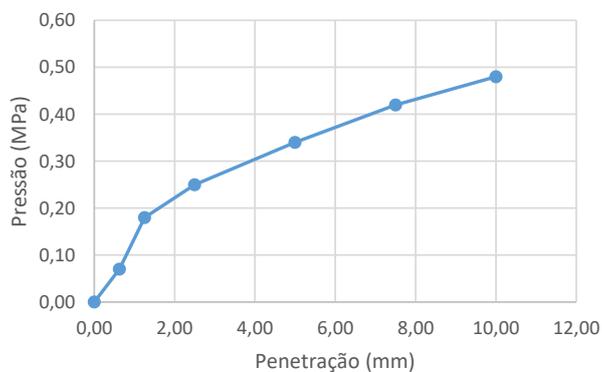
Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4



Pressão x Penetração 5

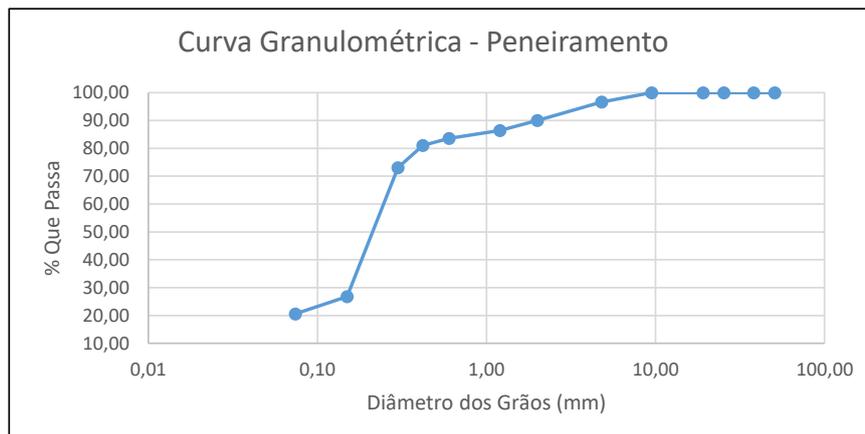


ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

| | | | | |
|--------|------------------------|---------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | Ponto: | 26 |
| Data: | 09/12/2021 | Trecho: | | |

| DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA | |
|--------------------------------------|--------|
| Número da Cápsula | 100 |
| Cápsula + Solo Úmido (g) | 93,412 |
| Cápsula + Solo Seco (g) | 90,974 |
| Peso da Cápsula (g) | 13,7 |
| Peso da Água (g) | 2,438 |
| Peso do Solo Seco (g) | 77,274 |
| Umidade Higroscópica (%) | 3,16 |
| Fator de Correção - 100 / 100 + w | 0,97 |
| DADOS DA AMOSTRA | |
| Amostra Total Úmida (g) | 600,00 |
| Pedregulho (g) | 58,38 |
| Amostra que Passa na #10 Úmida (g) | 541,62 |
| Amostra que Passa na #10 Seca (g) | 525,05 |
| Peso da Água (g) | 16,57 |
| Amostra Total Seca (g) | 583,43 |
| RESUMO DA GRANULOMETRIA | |
| Pedregulho: Acima de 2,00 mm (%) | 10,01 |
| Areia Grossa: 2,00 - 0,42 mm (%) | 8,98 |
| Areia Fina: 0,042 - 0,05 mm (%) | 60,44 |
| Silte/Argila: Abaixo de 0,05 mm (%) | 20,57 |
| Total (%) | 100,00 |

| PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL | | | | | |
|-------------------------------|----------|---------------------|--------------------|-------------|------------------------------|
| Peneira | Peso (g) | Abert. Peneira (mm) | Material Retido | | % que Passa da Amostra Total |
| | | | % da Amostra Total | % Acumulada | |
| 2" | 0,00 | 50,80 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1 1/2" | 0,00 | 38,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1" | 0,00 | 25,40 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/4" | 0,00 | 19,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/8" | 0,00 | 9,50 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| Nº 4 | 19,86 | 4,80 | 3,40 | 3,40 | 96,60 |
| Nº10 | 38,52 | 2,00 | 6,60 | 10,01 | 89,99 |
| Nº16 | 21,05 | 1,20 | 3,61 | 13,61 | 86,39 |
| Nº30 | 16,35 | 0,60 | 2,80 | 16,42 | 83,58 |
| Nº40 | 15,02 | 0,42 | 2,57 | 18,99 | 81,01 |
| Nº50 | 46,52 | 0,30 | 7,97 | 26,96 | 73,04 |
| Nº100 | 269,87 | 0,15 | 46,26 | 73,22 | 26,78 |
| Nº200 | 36,25 | 0,07 | 6,21 | 79,43 | 20,57 |



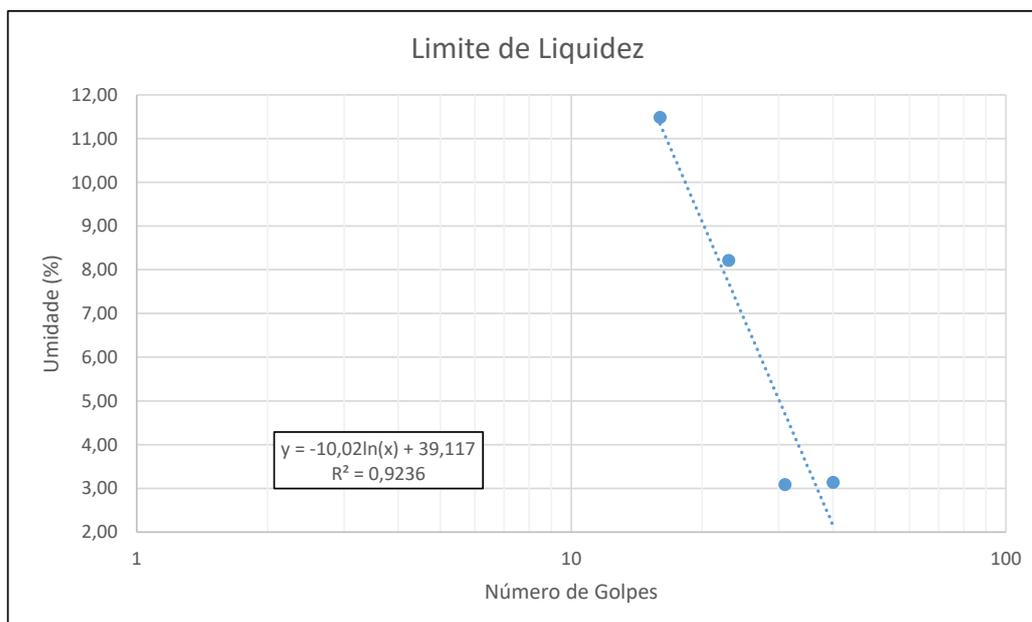
LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

| | | | | | |
|--------|------------------------|---------|--|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | | Ponto: | 26 |
| Data: | 09/12/2021 | Trecho: | | | |

| LIMITE DE LIQUIDEZ | | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|--------------|-------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Nº de Golpes | Umidade (%) |
| 85 | 11,41 | 11,23 | 5,58 | 0,18 | 5,65 | 40 | 3,13 |
| 80 | 12,24 | 12,04 | 5,55 | 0,20 | 6,49 | 31 | 3,08 |
| 54 | 14,36 | 13,69 | 5,58 | 0,67 | 8,11 | 23 | 8,21 |
| 67 | 15,54 | 14,53 | 5,69 | 1,02 | 8,84 | 16 | 11,49 |
| | | | | | | | |

| LIMITE DE PLASTICIDADE | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|-------------|----------------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Umidade (%) | Limite de Plast. (%) |
| | | | | | | | NP |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| RESULTADOS | |
|----------------------------|-----|
| Limite de Liquidez (%) | 6,9 |
| Limite de Plasticidade (%) | NP |
| Índice de Plasticidade (%) | - |



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

| | | | | | |
|--------|------------------------|----------|--------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | | Ponto: | 27 |
| Data: | 09/12/2021 | Energia: | NORMAL | | |

DADOS DO ENSAIO

| | | |
|--|-------|-----------------|
| Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm: | 6,9 | MPa |
| Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm: | 10,35 | MPa |
| Diâmetro da base do pistão: | 4,96 | cm |
| Área da base do pistão: | 19,32 | cm ² |
| Constante da prensa: | 0,01 | MPa/div |

CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Molde | 54 | 31 | 41 | 13 | 4 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Solo + Água + Molde (g) | 8510 | 8695 | 9080 | 8865 | 8900 |
| Peso Molde (g) | 4740 | 4770 | 4915 | 4715 | 4735 |
| Peso Solo + Água (g) | 3770 | 3925 | 4165 | 4150 | 4165 |
| Volume Molde (cm ³) | 2085 | 2085 | 2103 | 2085 | 2103 |
| Dens. Solo Úmido (kg/m ³) | 1808 | 1882 | 1981 | 1990 | 1981 |
| Dens. Solo Seco (kg/m ³) | 1518 | 1557 | 1602 | 1578 | 1544 |

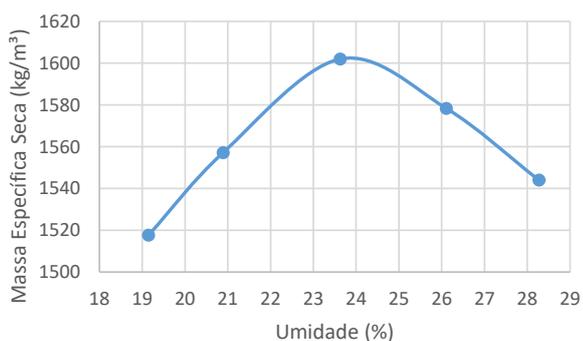
CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Cápsula | 4 | 18 | 30 | 45 | 56 | 66 | 75 | 87 | 99 | 103 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| P. Solo Úm. + C. (g) | 94,30 | 97,13 | 93,62 | 87,01 | 83,06 | 82,55 | 83,57 | 78,36 | 99,05 | 85,53 |
| P. Solo S. + Cap. (g) | 81,33 | 83,27 | 79,43 | 74,42 | 69,85 | 69,38 | 68,94 | 64,93 | 80,43 | 69,38 |
| Peso Água (g) | 12,97 | 13,86 | 14,19 | 12,59 | 13,21 | 13,17 | 14,63 | 13,43 | 18,62 | 16,15 |
| Peso Cápsula (g) | 11,67 | 12,81 | 11,92 | 13,79 | 13,60 | 13,98 | 13,06 | 13,34 | 13,93 | 12,80 |
| P. Solo Seco (g) | 69,66 | 70,46 | 67,51 | 60,63 | 56,25 | 55,40 | 55,88 | 51,59 | 66,50 | 56,58 |
| Umidade (%) | 18,62 | 19,67 | 21,02 | 20,77 | 23,48 | 23,77 | 26,18 | 26,03 | 28,00 | 28,54 |
| Umid. Média (%) | 19,14 | | 20,89 | | 23,63 | | 26,11 | | 28,27 | |

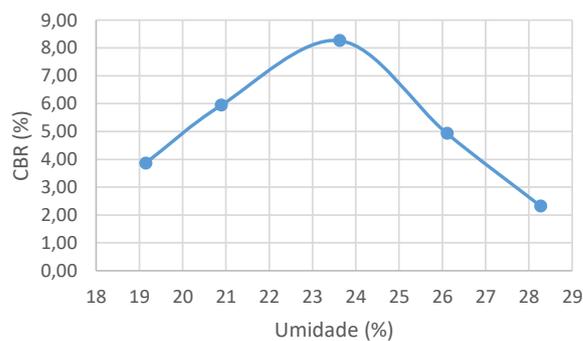
RESUMO DOS RESULTADOS

| | |
|---------------------------------------|------|
| Umidade Ótima (%) | 23,8 |
| Densidade Máxima (kg/m ³) | 1605 |
| Expansão Média (%) | 0,03 |
| ISC/CBR Final (%) | 8,2 |

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

| Penet. 1 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 8 | 0,08 | |
| 1,25 | 15 | 0,15 | |
| 2,5 | 22 | 0,22 | 3,19 |
| 5 | 40 | 0,4 | 3,86 |
| 7,5 | 50 | 0,5 | |
| 10 | 57 | 0,57 | |

| Penet. 2 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 11 | 0,11 | |
| 1,25 | 28 | 0,28 | |
| 2,5 | 41 | 0,41 | 5,94 |
| 5 | 60 | 0,6 | 5,80 |
| 7,5 | 75 | 0,75 | |
| 10 | 86 | 0,86 | |

| Penet. 3 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 14 | 0,14 | |
| 1,25 | 33 | 0,33 | |
| 2,5 | 57 | 0,57 | 8,26 |
| 5 | 75 | 0,75 | 7,25 |
| 7,5 | 94 | 0,94 | |
| 10 | 107 | 1,07 | |

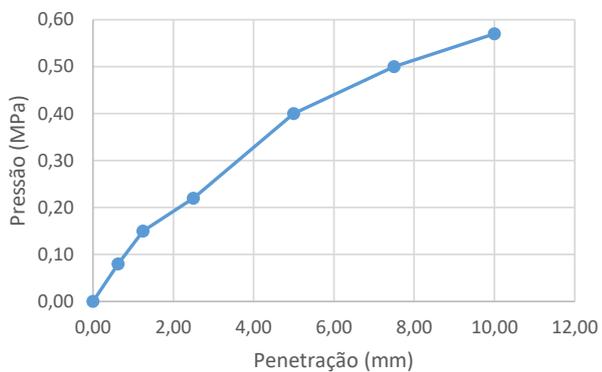
| Penet. 4 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 9 | 0,09 | |
| 1,25 | 18 | 0,18 | |
| 2,5 | 33 | 0,33 | 4,78 |
| 5 | 51 | 0,51 | 4,93 |
| 7,5 | 62 | 0,62 | |
| 10 | 70 | 0,7 | |

| Penet. 5 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 5 | 0,05 | |
| 1,25 | 9 | 0,09 | |
| 2,5 | 16 | 0,16 | 2,32 |
| 5 | 24 | 0,24 | 2,32 |
| 7,5 | 33 | 0,33 | |
| 10 | 39 | 0,39 | |

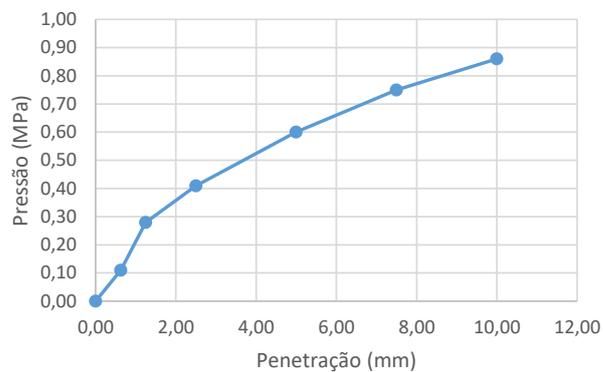
| Ponto | Umidade | C.B.R. | Umidade | Dens. S. |
|-------|---------|--------|---------|-------------------|
| | (%) | (%) | (%) | kg/m ³ |
| 54 | 19,14 | 3,86 | 19,14 | 1518 |
| 31 | 20,89 | 5,94 | 20,89 | 1557 |
| 41 | 23,63 | 8,26 | 23,63 | 1602 |
| 13 | 26,11 | 4,93 | 26,11 | 1578 |
| 4 | 28,27 | 2,32 | 28,27 | 1544 |

| ENSAIO DE EXPANSÃO | | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Nº Molde | 54 | 31 | 41 | 13 | 4 |
| Leitura Inicial | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Leitura Final | 1,09 | 1,05 | 1,03 | 1,00 | 0,99 |
| L.Final - L.Inicial | 0,09 | 0,05 | 0,03 | 0,00 | -0,01 |
| Altura cilindro | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 |
| (LF-LI) / Altura (%) | 0,08 | 0,04 | 0,03 | 0,00 | -0,01 |
| Média (%) | 0,03 | | | | |

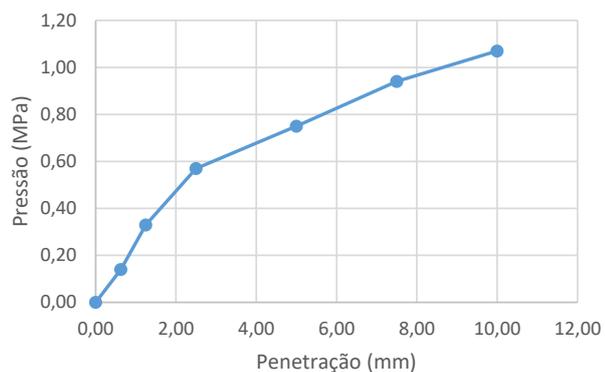
Pressão x Penetração 1



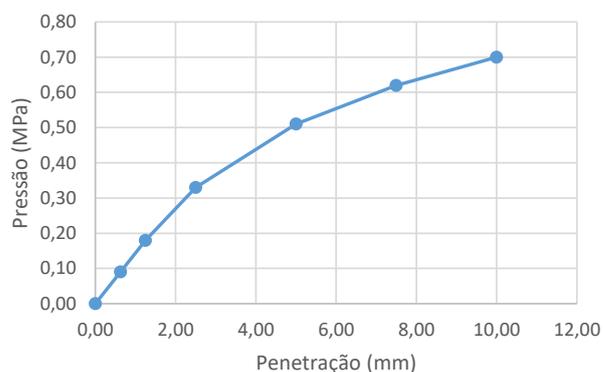
Pressão x Penetração 2



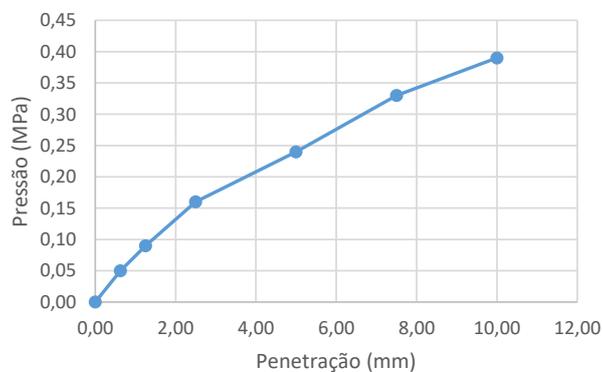
Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4



Pressão x Penetração 5

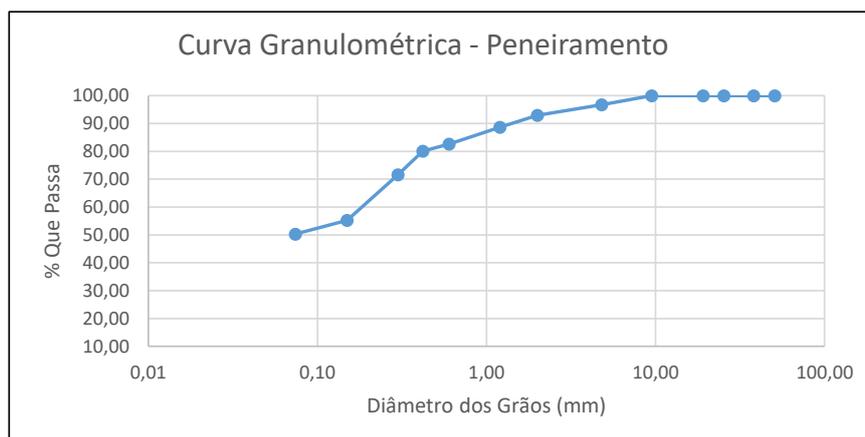


ANÁLISE GANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

| | | | |
|--------|------------------------|---------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | Ponto: | 27 |
| Data: | 09/12/2021 | Trecho: | |

| DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA | |
|--------------------------------------|---------|
| Número da Cápsula | 104 |
| Cápsula + Solo Úmido (g) | 103,524 |
| Cápsula + Solo Seco (g) | 101,069 |
| Peso da Cápsula (g) | 14,8 |
| Peso da Água (g) | 2,455 |
| Peso do Solo Seco (g) | 86,269 |
| Umidade Higroscópica (%) | 2,85 |
| Fator de Correção - 100 / 100 + w | 0,97 |
| DADOS DA AMOSTRA | |
| Amostra Total Úmida (g) | 600,00 |
| Pedregulho (g) | 41,13 |
| Amostra que Passa na #10 Úmida (g) | 558,87 |
| Amostra que Passa na #10 Seca (g) | 543,41 |
| Peso da Água (g) | 15,46 |
| Amostra Total Seca (g) | 584,54 |
| RESUMO DA GRANULOMETRIA | |
| Pedregulho: Acima de 2,00 mm (%) | 7,04 |
| Areia Grossa: 2,00 - 0,42 mm (%) | 12,84 |
| Areia Fina: 0,042 - 0,05 mm (%) | 29,82 |
| Silte/Argila: Abaixo de 0,05 mm (%) | 50,30 |
| Total (%) | 100,00 |

| PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL | | | | | |
|-------------------------------|----------|---------------------|--------------------|-------------|------------------------------|
| Peneira | Peso (g) | Abert. Peneira (mm) | Material Retido | | % que Passa da Amostra Total |
| | | | % da Amostra Total | % Acumulada | |
| 2" | 0,00 | 50,80 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1 1/2" | 0,00 | 38,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1" | 0,00 | 25,40 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/4" | 0,00 | 19,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/8" | 0,00 | 9,50 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| Nº 4 | 19,00 | 4,80 | 3,25 | 3,25 | 96,75 |
| Nº10 | 22,13 | 2,00 | 3,79 | 7,04 | 92,96 |
| Nº16 | 25,32 | 1,20 | 4,33 | 11,37 | 88,63 |
| Nº30 | 35,24 | 0,60 | 6,03 | 17,40 | 82,60 |
| Nº40 | 14,52 | 0,42 | 2,48 | 19,88 | 80,12 |
| Nº50 | 49,63 | 0,30 | 8,49 | 28,37 | 71,63 |
| Nº100 | 95,67 | 0,15 | 16,37 | 44,74 | 55,26 |
| Nº200 | 28,99 | 0,07 | 4,96 | 49,70 | 50,30 |



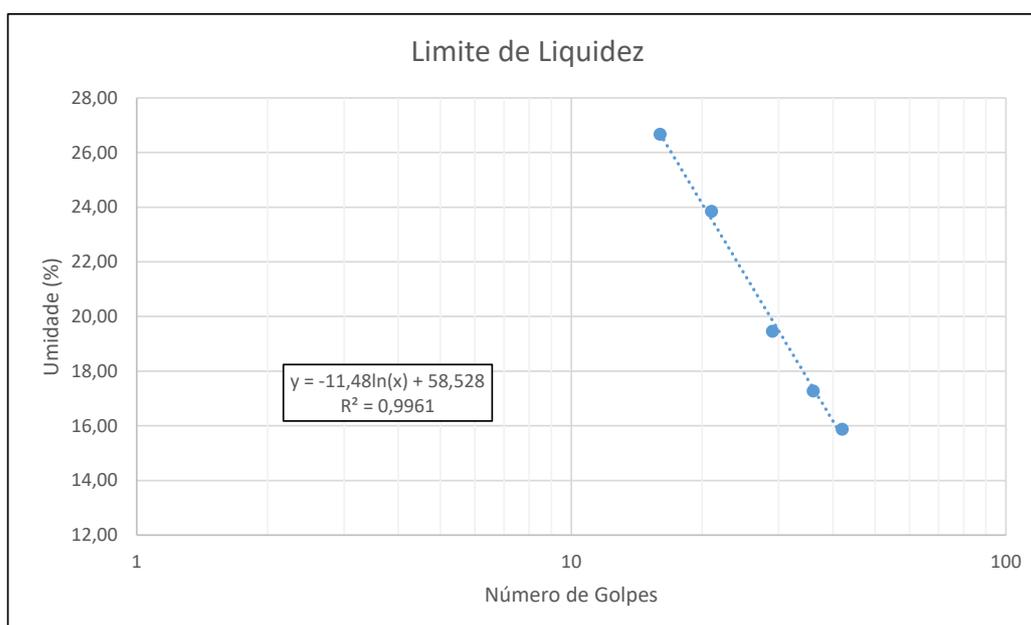
LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

| | | | | | |
|--------|------------------------|---------|--|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | | Ponto: | 27 |
| Data: | 09/12/2021 | Trecho: | | | |

| LIMITE DE LIQUIDEZ | | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|--------------|-------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Nº de Golpes | Umidade (%) |
| 83 | 13,50 | 12,40 | 5,47 | 1,10 | 6,93 | 42 | 15,87 |
| 56 | 16,62 | 14,92 | 5,08 | 1,70 | 9,84 | 36 | 17,28 |
| 64 | 17,08 | 15,20 | 5,54 | 1,88 | 9,66 | 29 | 19,46 |
| 72 | 15,81 | 14,36 | 8,28 | 1,45 | 6,08 | 21 | 23,85 |
| 77 | 15,77 | 13,53 | 5,13 | 2,24 | 8,40 | 16 | 26,67 |

| LIMITE DE PLASTICIDADE | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|-------------|----------------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Umidade (%) | Limite de Plast. (%) |
| 28 | 11,76 | 10,65 | 3,35 | 1,11 | 7,30 | 15,21 | 15,30 |
| 36 | 13,50 | 12,10 | 3,21 | 1,40 | 8,89 | 15,75 | |
| 45 | 12,44 | 11,49 | 5,25 | 0,95 | 6,24 | 15,22 | |
| 52 | 13,76 | 12,35 | 3,11 | 1,41 | 9,24 | 15,26 | |
| 11 | 11,28 | 10,30 | 3,80 | 0,98 | 6,50 | 15,08 | |

| RESULTADOS | |
|----------------------------|------|
| Limite de Liquidez (%) | 21,6 |
| Limite de Plasticidade (%) | 15,3 |
| Índice de Plasticidade (%) | 6,3 |



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

| | | | | | |
|--------|------------------------|----------|--------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | | Ponto: | 28 |
| Data: | 09/12/2021 | Energia: | NORMAL | | |

DADOS DO ENSAIO

| | | |
|--|-------|-----------------|
| Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm: | 6,9 | MPa |
| Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm: | 10,35 | MPa |
| Diâmetro da base do pistão: | 4,96 | cm |
| Área da base do pistão: | 19,32 | cm ² |
| Constante da prensa: | 0,01 | MPa/div |

CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Molde | 10 | 22 | 37 | 45 | 51 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Solo + Água + Molde (g) | 8450 | 8820 | 9005 | 8740 | 8810 |
| Peso Molde (g) | 4615 | 4725 | 4735 | 4450 | 4545 |
| Peso Solo + Água (g) | 3835 | 4095 | 4270 | 4290 | 4265 |
| Volume Molde (cm ³) | 2121 | 2085 | 2085 | 2067 | 2085 |
| Dens. Solo Úmido (kg/m ³) | 1808 | 1964 | 2048 | 2075 | 2046 |
| Dens. Solo Seco (kg/m ³) | 1641 | 1746 | 1792 | 1776 | 1705 |

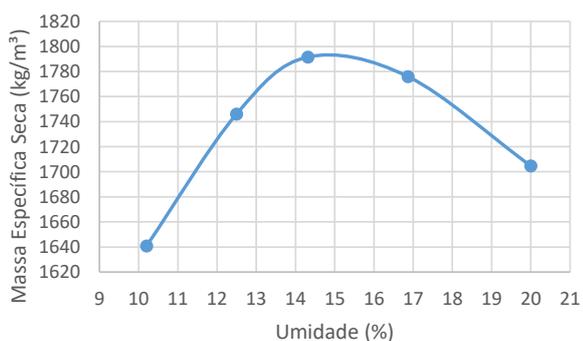
CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Cápsula | 53 | 62 | 73 | 27 | 39 | 49 | 11 | 3 | 23 | 124 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| P. Solo Úm. + C. (g) | 90,16 | 86,53 | 86,21 | 87,89 | 98,69 | 86,99 | 101,05 | 111,35 | 115,69 | 106,71 |
| P. Solo S. + Cap. (g) | 82,92 | 79,71 | 77,96 | 79,51 | 87,91 | 77,58 | 88,58 | 97,10 | 98,78 | 91,17 |
| Peso Água (g) | 7,24 | 6,82 | 8,25 | 8,38 | 10,78 | 9,41 | 12,47 | 14,25 | 16,91 | 15,54 |
| Peso Cápsula (g) | 12,72 | 12,09 | 12,11 | 12,23 | 12,16 | 12,21 | 13,60 | 13,80 | 12,64 | 14,87 |
| P. Solo Seco (g) | 70,20 | 67,62 | 65,85 | 67,28 | 75,75 | 65,37 | 74,98 | 83,30 | 86,14 | 76,30 |
| Umidade (%) | 10,31 | 10,09 | 12,53 | 12,46 | 14,23 | 14,39 | 16,63 | 17,11 | 19,63 | 20,37 |
| Umid. Média (%) | 10,20 | | 12,49 | | 14,31 | | 16,87 | | 20,00 | |

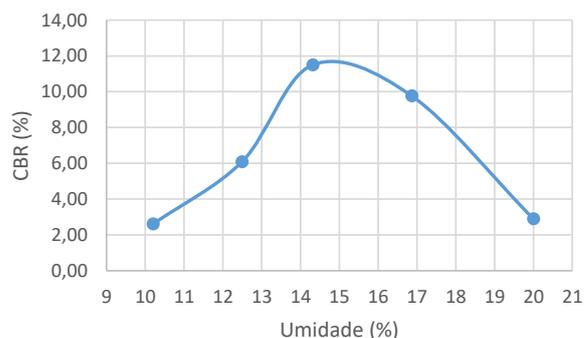
RESUMO DOS RESULTADOS

| | |
|---------------------------------------|------|
| Umidade Ótima (%) | 15,0 |
| Densidade Máxima (kg/m ³) | 1795 |
| Expansão Média (%) | 0,00 |
| ISC/CBR Final (%) | 11,8 |

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

| Penet. 1 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 7 | 0,07 | |
| 1,25 | 10 | 0,1 | |
| 2,5 | 18 | 0,18 | 2,61 |
| 5 | 25 | 0,25 | 2,42 |
| 7,5 | 31 | 0,31 | |
| 10 | 35 | 0,35 | |

| Penet. 2 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 9 | 0,09 | |
| 1,25 | 18 | 0,18 | |
| 2,5 | 36 | 0,36 | 5,22 |
| 5 | 63 | 0,63 | 6,09 |
| 7,5 | 75 | 0,75 | |
| 10 | 83 | 0,83 | |

| Penet. 3 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 23 | 0,23 | |
| 1,25 | 41 | 0,41 | |
| 2,5 | 68 | 0,68 | 9,86 |
| 5 | 119 | 1,19 | 11,50 |
| 7,5 | 158 | 1,58 | |
| 10 | 185 | 1,85 | |

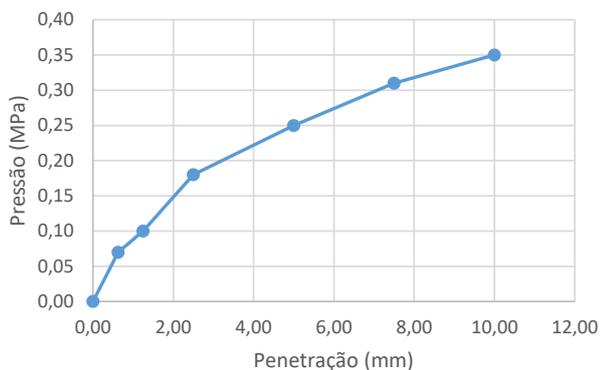
| Penet. 4 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 15 | 0,15 | |
| 1,25 | 33 | 0,33 | |
| 2,5 | 59 | 0,59 | 8,55 |
| 5 | 101 | 1,01 | 9,76 |
| 7,5 | 119 | 1,19 | |
| 10 | 132 | 1,32 | |

| Penet. 5 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 5 | 0,05 | |
| 1,25 | 11 | 0,11 | |
| 2,5 | 19 | 0,19 | 2,75 |
| 5 | 30 | 0,3 | 2,90 |
| 7,5 | 41 | 0,41 | |
| 10 | 49 | 0,49 | |

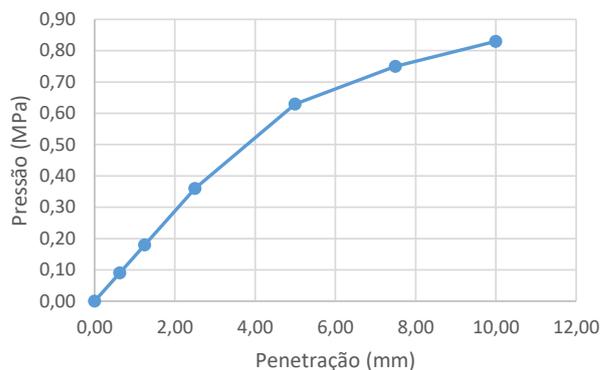
| Ponto | Umidade | C.B.R. | Umidade | Dens. S. |
|-------|---------|--------|---------|-------------------|
| | (%) | (%) | (%) | kg/m ³ |
| 10 | 10,20 | 2,61 | 10,20 | 1641 |
| 22 | 12,49 | 6,09 | 12,49 | 1746 |
| 37 | 14,31 | 11,50 | 14,31 | 1792 |
| 45 | 16,87 | 9,76 | 16,87 | 1776 |
| 51 | 20,00 | 2,90 | 20,00 | 1705 |

| ENSAIO DE EXPANSÃO | | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Nº Molde | 10 | 22 | 37 | 45 | 51 |
| Leitura Inicial | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| Leitura Final | 3,03 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 2,96 |
| L.Final - L.Inicial | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,04 |
| Altura cilindro | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 |
| (LF-LI) / Altura (%) | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,04 |
| Média (%) | 0,00 | | | | |

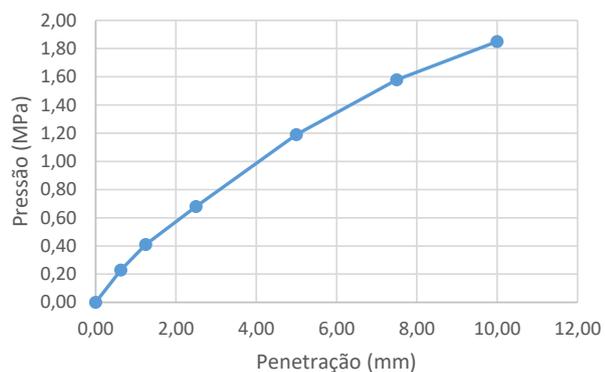
Pressão x Penetração 1



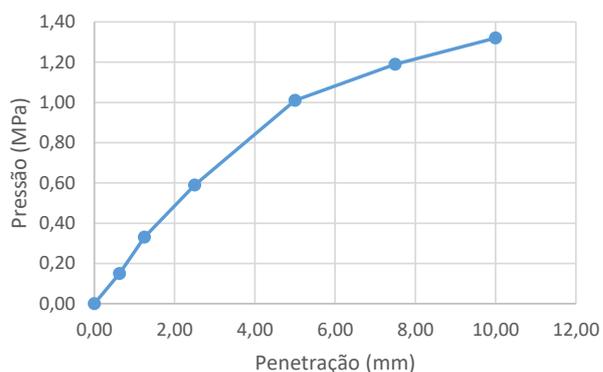
Pressão x Penetração 2



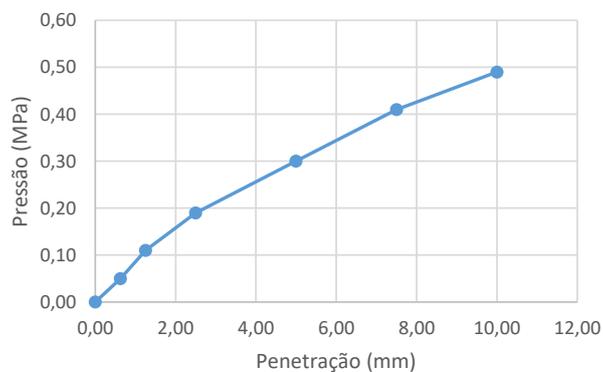
Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4



Pressão x Penetração 5

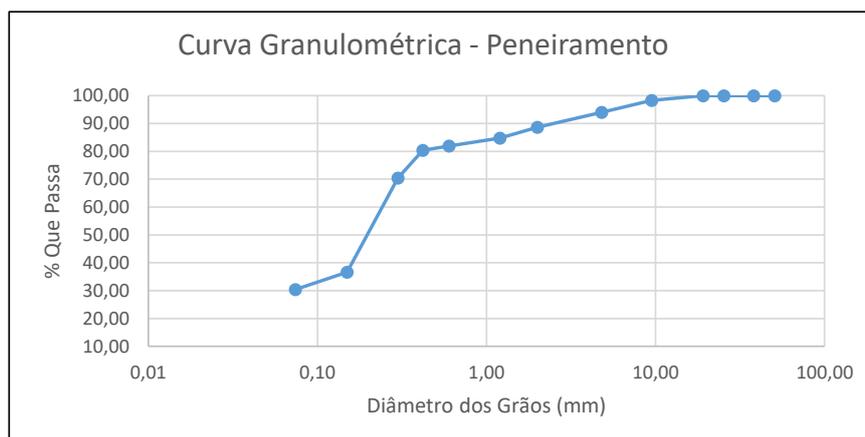


ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

| | | | | |
|--------|------------------------|---------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | Ponto: | 28 |
| Data: | 09/12/2021 | Trecho: | | |

| DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA | |
|--------------------------------------|--------|
| Número da Cápsula | 70 |
| Cápsula + Solo Úmido (g) | 98,27 |
| Cápsula + Solo Seco (g) | 93,65 |
| Peso da Cápsula (g) | 13,43 |
| Peso da Água (g) | 4,62 |
| Peso do Solo Seco (g) | 80,22 |
| Umidade Higroscópica (%) | 5,76 |
| Fator de Correção - 100 / 100 + w | 0,95 |
| DADOS DA AMOSTRA | |
| Amostra Total Úmida (g) | 700,00 |
| Pedregulho (g) | 75,46 |
| Amostra que Passa na #10 Úmida (g) | 624,54 |
| Amostra que Passa na #10 Seca (g) | 590,53 |
| Peso da Água (g) | 34,01 |
| Amostra Total Seca (g) | 665,99 |
| RESUMO DA GRANULOMETRIA | |
| Pedregulho: Acima de 2,00 mm (%) | 11,33 |
| Areia Grossa: 2,00 - 0,42 mm (%) | 8,35 |
| Areia Fina: 0,042 - 0,05 mm (%) | 49,94 |
| Silte/Argila: Abaixo de 0,05 mm (%) | 30,38 |
| Total (%) | 100,00 |

| PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL | | | | | |
|-------------------------------|----------|---------------------|--------------------|-------------|------------------------------|
| Peneira | Peso (g) | Abert. Peneira (mm) | Material Retido | | % que Passa da Amostra Total |
| | | | % da Amostra Total | % Acumulada | |
| 2" | 0,00 | 50,80 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1 1/2" | 0,00 | 38,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1" | 0,00 | 25,40 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/4" | 0,00 | 19,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/8" | 11,32 | 9,50 | 1,70 | 1,70 | 98,30 |
| Nº 4 | 28,90 | 4,80 | 4,34 | 6,04 | 93,96 |
| Nº10 | 35,24 | 2,00 | 5,29 | 11,33 | 88,67 |
| Nº16 | 26,05 | 1,20 | 3,91 | 15,24 | 84,76 |
| Nº30 | 19,05 | 0,60 | 2,86 | 18,10 | 81,90 |
| Nº40 | 10,52 | 0,42 | 1,58 | 19,68 | 80,32 |
| Nº50 | 65,82 | 0,30 | 9,88 | 29,56 | 70,44 |
| Nº100 | 225,42 | 0,15 | 33,85 | 63,41 | 36,59 |
| Nº200 | 41,33 | 0,07 | 6,21 | 69,62 | 30,38 |



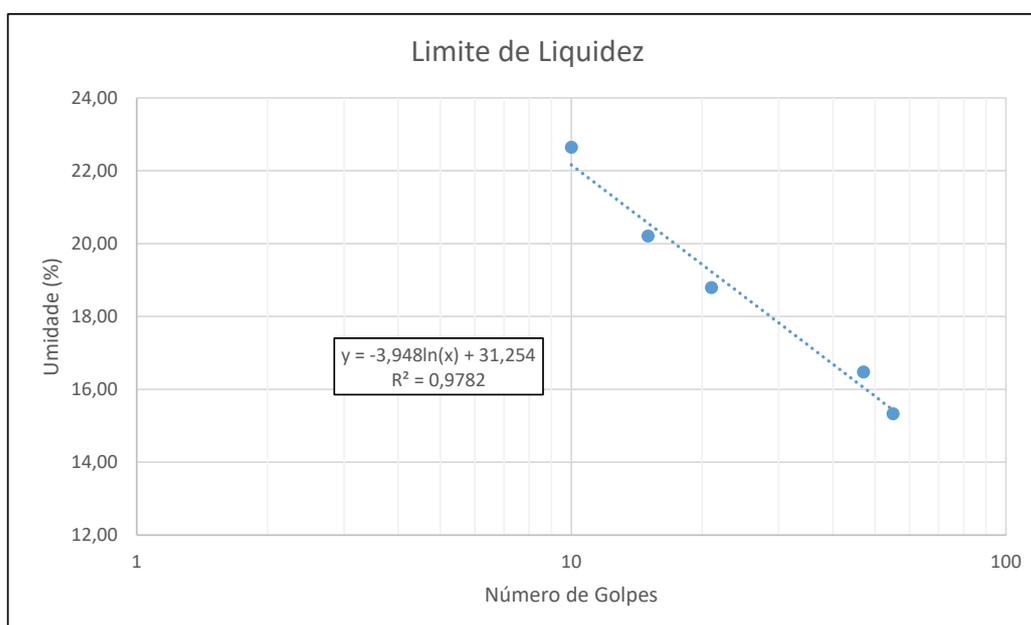
LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

| | | | | | |
|--------|------------------------|---------|--|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | | Ponto: | 28 |
| Data: | 09/12/2021 | Trecho: | | | |

| LIMITE DE LIQUIDEZ | | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|--------------|-------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Nº de Golpes | Umidade (%) |
| 3 | 27,80 | 24,67 | 4,25 | 3,13 | 20,42 | 55 | 15,33 |
| 13 | 25,70 | 22,68 | 4,35 | 3,02 | 18,33 | 47 | 16,48 |
| 25 | 27,97 | 24,37 | 5,21 | 3,60 | 19,16 | 21 | 18,79 |
| 33 | 27,72 | 24,07 | 6,01 | 3,65 | 18,06 | 15 | 20,21 |
| 42 | 25,41 | 21,66 | 5,10 | 3,75 | 16,56 | 10 | 22,64 |

| LIMITE DE PLASTICIDADE | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|-------------|----------------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Umidade (%) | Limite de Plast. (%) |
| 49 | 8,84 | 8,11 | 3,82 | 0,73 | 4,29 | 17,02 | 17,00 |
| 60 | 10,69 | 9,97 | 5,65 | 0,72 | 4,32 | 16,67 | |
| 69 | 7,11 | 6,96 | 6,11 | 0,15 | 0,85 | 17,65 | |
| 76 | 7,14 | 6,87 | 5,28 | 0,27 | 1,59 | 16,98 | |
| 82 | 9,76 | 9,13 | 5,35 | 0,63 | 3,78 | 16,67 | |

| RESULTADOS | |
|----------------------------|------|
| Limite de Liquidez (%) | 18,5 |
| Limite de Plasticidade (%) | 17,0 |
| Índice de Plasticidade (%) | 1,6 |



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

| | | | | | |
|--------|------------------------|----------|--------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | | Ponto: | 29 |
| Data: | 09/12/2021 | Energia: | NORMAL | | |

DADOS DO ENSAIO

| | | |
|--|-------|-----------------|
| Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm: | 6,9 | MPa |
| Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm: | 10,35 | MPa |
| Diâmetro da base do pistão: | 4,96 | cm |
| Área da base do pistão: | 19,32 | cm ² |
| Constante da prensa: | 0,01 | MPa/div |

CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Molde | 7 | 19 | 29 | 42 | 50 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Solo + Água + Molde (g) | 7900 | 8195 | 8710 | 8800 | 9400 |
| Peso Molde (g) | 4500 | 4685 | 4735 | 4740 | 5585 |
| Peso Solo + Água (g) | 3400 | 3510 | 3975 | 4060 | 3815 |
| Volume Molde (cm ³) | 2121 | 2085 | 2085 | 2085 | 2103 |
| Dens. Solo Úmido (kg/m ³) | 1603 | 1683 | 1906 | 1947 | 1814 |
| Dens. Solo Seco (kg/m ³) | 1500 | 1549 | 1713 | 1721 | 1561 |

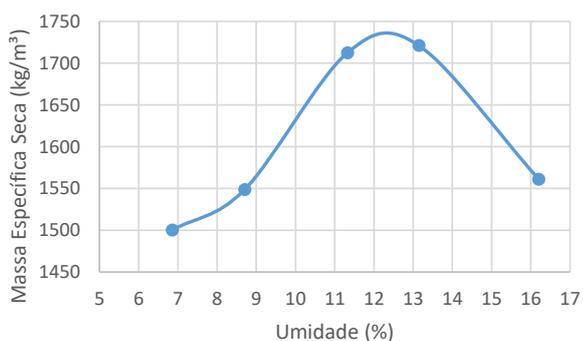
CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Cápsula | 2 | 16 | 26 | 32 | 44 | 52 | 65 | 96 | 101 | 127 |
|-----------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| P. Solo Úm. + C. (g) | 106,27 | 96,99 | 85,47 | 80,07 | 86,78 | 77,25 | 93,01 | 86,97 | 90,53 | 119,54 |
| P. Solo S. + Cap. (g) | 100,32 | 91,47 | 79,62 | 74,64 | 78,98 | 70,87 | 83,70 | 78,38 | 80,10 | 104,45 |
| Peso Água (g) | 5,95 | 5,52 | 5,85 | 5,43 | 7,80 | 6,38 | 9,31 | 8,59 | 10,43 | 15,09 |
| Peso Cápsula (g) | 12,32 | 12,00 | 13,04 | 11,65 | 12,77 | 12,17 | 12,04 | 13,78 | 12,44 | 15,58 |
| P. Solo Seco (g) | 88,00 | 79,47 | 66,58 | 62,99 | 66,21 | 58,70 | 71,66 | 64,60 | 67,66 | 88,87 |
| Umidade (%) | 6,76 | 6,95 | 8,79 | 8,62 | 11,78 | 10,87 | 12,99 | 13,30 | 15,42 | 16,98 |
| Umid. Média (%) | 6,85 | | 8,70 | | 11,32 | | 13,14 | | 16,20 | |

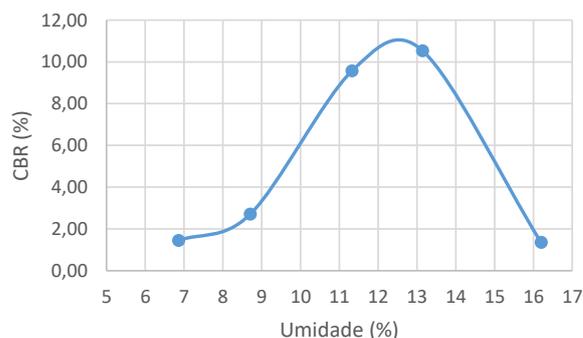
RESUMO DOS RESULTADOS

| | |
|---------------------------------------|------|
| Umidade Ótima (%) | 12,3 |
| Densidade Máxima (kg/m ³) | 1332 |
| Expansão Média (%) | 0,04 |
| ISC/CBR Final (%) | 11,1 |

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

| Penet. 1 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 2 | 0,02 | |
| 1,25 | 6 | 0,06 | |
| 2,5 | 9 | 0,09 | 1,30 |
| 5 | 15 | 0,15 | 1,45 |
| 7,5 | 22 | 0,22 | |
| 10 | 27 | 0,27 | |

| Penet. 2 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 4 | 0,04 | |
| 1,25 | 7 | 0,07 | |
| 2,5 | 16 | 0,16 | 2,32 |
| 5 | 28 | 0,28 | 2,71 |
| 7,5 | 41 | 0,41 | |
| 10 | 50 | 0,5 | |

| Penet. 3 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 19 | 0,19 | |
| 1,25 | 40 | 0,4 | |
| 2,5 | 66 | 0,66 | 9,57 |
| 5 | 89 | 0,89 | 8,60 |
| 7,5 | 128 | 1,28 | |
| 10 | 155 | 1,55 | |

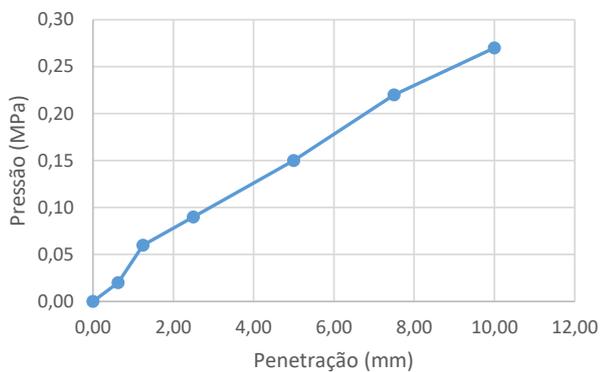
| Penet. 4 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 18 | 0,18 | |
| 1,25 | 35 | 0,35 | |
| 2,5 | 70 | 0,7 | 10,14 |
| 5 | 109 | 1,09 | 10,53 |
| 7,5 | 145 | 1,45 | |
| 10 | 170 | 1,7 | |

| Penet. 5 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 3 | 0,03 | |
| 1,25 | 5 | 0,05 | |
| 2,5 | 8 | 0,08 | 1,16 |
| 5 | 14 | 0,14 | 1,35 |
| 7,5 | 20 | 0,2 | |
| 10 | 24 | 0,24 | |

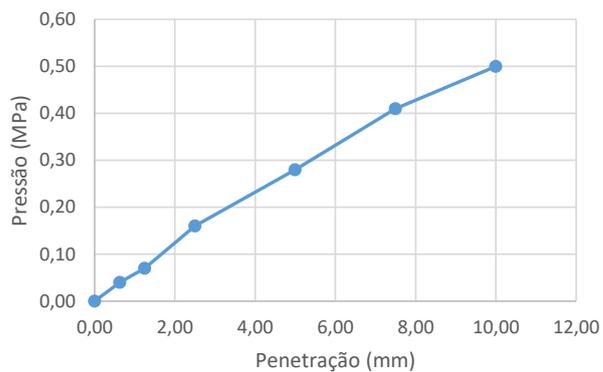
| Ponto | Umidade | C.B.R. | Umidade | Dens. S. |
|-------|---------|--------|---------|-------------------|
| | (%) | (%) | (%) | kg/m ³ |
| 7 | 6,85 | 1,45 | 6,85 | 1500 |
| 19 | 8,70 | 2,71 | 8,70 | 1549 |
| 29 | 11,32 | 9,57 | 11,32 | 1713 |
| 42 | 13,14 | 10,53 | 13,14 | 1721 |
| 50 | 16,20 | 1,35 | 16,20 | 1561 |

| ENSAIO DE EXPANSÃO | | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Nº Molde | 7 | 19 | 29 | 42 | 50 |
| Leitura Inicial | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| Leitura Final | 3,08 | 3,09 | 3,03 | 3,02 | 3,00 |
| L.Final - L.Inicial | 0,08 | 0,09 | 0,03 | 0,02 | 0,00 |
| Altura cilindro | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 |
| (LF-LI) / Altura (%) | 0,07 | 0,08 | 0,03 | 0,02 | 0,00 |
| Média (%) | 0,04 | | | | |

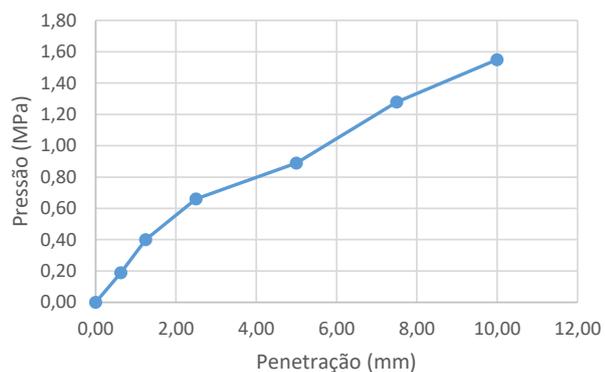
Pressão x Penetração 1



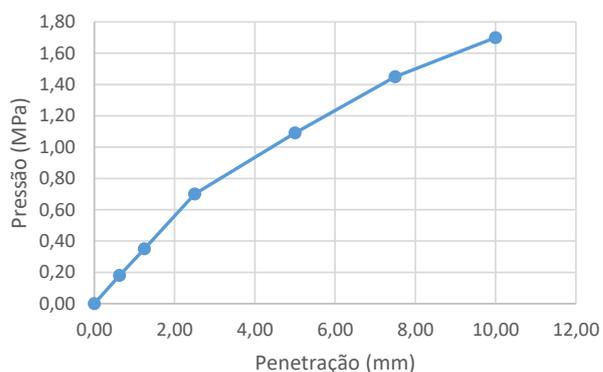
Pressão x Penetração 2



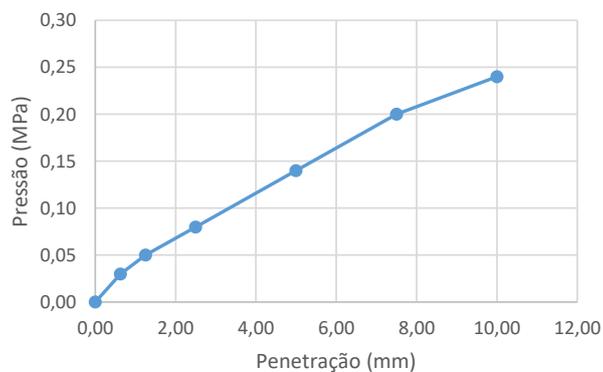
Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4



Pressão x Penetração 5

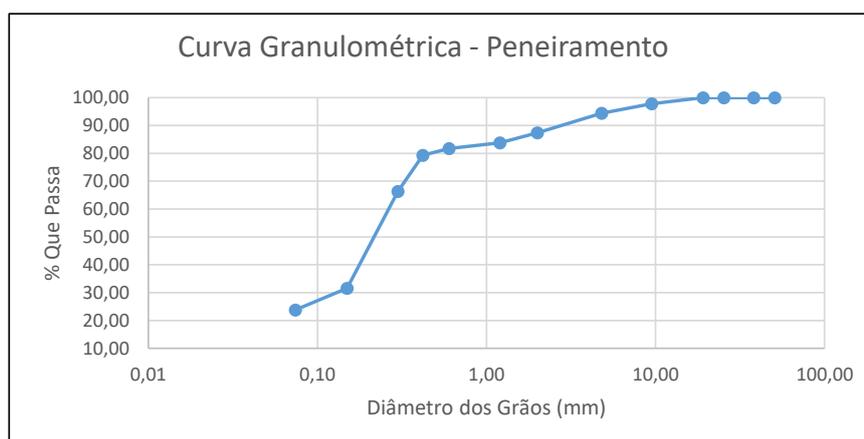


ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

| | | | | |
|--------|------------------------|---------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | Ponto: | 29 |
| Data: | 09/12/2021 | Trecho: | | |

| DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA | |
|--------------------------------------|--------|
| Número da Cápsula | 14 |
| Cápsula + Solo Úmido (g) | 91,44 |
| Cápsula + Solo Seco (g) | 87,16 |
| Peso da Cápsula (g) | 13,45 |
| Peso da Água (g) | 4,28 |
| Peso do Solo Seco (g) | 73,71 |
| Umidade Higroscópica (%) | 5,81 |
| Fator de Correção - 100 / 100 + w | 0,95 |
| DADOS DA AMOSTRA | |
| Amostra Total Úmida (g) | 600,00 |
| Pedregulho (g) | 72,02 |
| Amostra que Passa na #10 Úmida (g) | 527,98 |
| Amostra que Passa na #10 Seca (g) | 499,01 |
| Peso da Água (g) | 28,97 |
| Amostra Total Seca (g) | 571,03 |
| RESUMO DA GRANULOMETRIA | |
| Pedregulho: Acima de 2,00 mm (%) | 12,61 |
| Areia Grossa: 2,00 - 0,42 mm (%) | 8,08 |
| Areia Fina: 0,042 - 0,05 mm (%) | 55,53 |
| Silte/Argila: Abaixo de 0,05 mm (%) | 23,78 |
| Total (%) | 100,00 |

| PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL | | | | | |
|-------------------------------|----------|---------------------|--------------------|-------------|------------------------------|
| Peneira | Peso (g) | Abert. Peneira (mm) | Material Retido | | % que Passa da Amostra Total |
| | | | % da Amostra Total | % Acumulada | |
| 2" | 0,00 | 50,80 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1 1/2" | 0,00 | 38,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1" | 0,00 | 25,40 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/4" | 0,00 | 19,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/8" | 12,32 | 9,50 | 2,16 | 2,16 | 97,84 |
| Nº 4 | 19,65 | 4,80 | 3,44 | 5,60 | 94,40 |
| Nº10 | 40,05 | 2,00 | 7,01 | 12,61 | 87,39 |
| Nº16 | 20,87 | 1,20 | 3,65 | 16,27 | 83,73 |
| Nº30 | 11,25 | 0,60 | 1,97 | 18,24 | 81,76 |
| Nº40 | 14,02 | 0,42 | 2,46 | 20,69 | 79,31 |
| Nº50 | 74,19 | 0,30 | 12,99 | 33,69 | 66,31 |
| Nº100 | 198,65 | 0,15 | 34,79 | 68,47 | 31,53 |
| Nº200 | 44,23 | 0,07 | 7,75 | 76,22 | 23,78 |



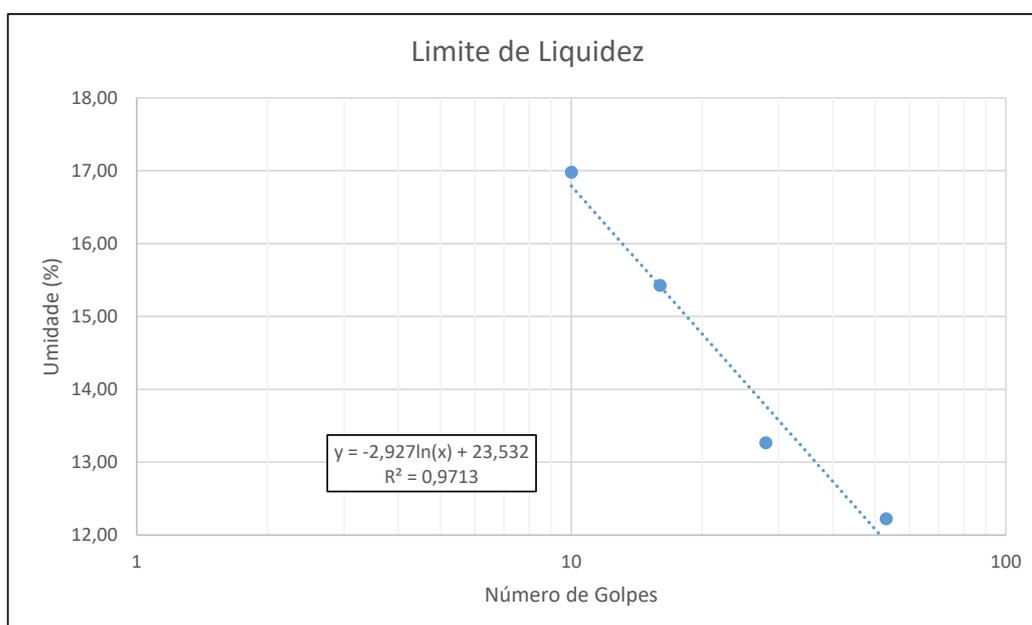
LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

| | | | | | |
|--------|------------------------|---------|--|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | | Ponto: | 29 |
| Data: | 09/12/2021 | Trecho: | | | |

| LIMITE DE LIQUIDEZ | | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|--------------|-------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Nº de Golpes | Umidade (%) |
| 5 | 27,39 | 25,03 | 5,72 | 2,36 | 19,31 | 53 | 12,22 |
| 19 | 24,02 | 21,90 | 5,92 | 2,12 | 15,98 | 28 | 13,27 |
| 24 | 27,43 | 24,53 | 5,73 | 2,90 | 18,80 | 16 | 15,43 |
| 35 | 29,01 | 25,57 | 5,31 | 3,44 | 20,26 | 10 | 16,98 |
| | | | | | | | |

| LIMITE DE PLASTICIDADE | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|-------------|----------------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Umidade (%) | Limite de Plast. (%) |
| | | | | | | | NP |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| RESULTADOS | |
|----------------------------|------|
| Limite de Liquidez (%) | 14,1 |
| Limite de Plasticidade (%) | NP |
| Índice de Plasticidade (%) | - |



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

| | | | | | |
|--------|------------------------------------|----------|--------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II - SH Tororó | | | Ponto: | 30 |
| Data: | 09/12/2021 | Energia: | NORMAL | | |

DADOS DO ENSAIO

| | | |
|--|-------|-----------------|
| Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm: | 6,9 | MPa |
| Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm: | 10,35 | MPa |
| Diâmetro da base do pistão: | 4,96 | cm |
| Área da base do pistão: | 19,32 | cm ² |
| Constante da prensa: | 0,01 | MPa/div |

CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Molde | 9 | 21 | 32 | 46 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|
| Solo + Água + Molde (g) | 8500 | 8855 | 8840 | 8620 |
| Peso Molde (g) | 4740 | 4740 | 4745 | 4745 |
| Peso Solo + Água (g) | 3760 | 4115 | 4095 | 3875 |
| Volume Molde (cm ³) | 2058 | 2067 | 2058 | 2085 |
| Dens. Solo Úmido (kg/m ³) | 1827 | 1991 | 1990 | 1859 |
| Dens. Solo Seco (kg/m ³) | 1665 | 1779 | 1740 | 1579 |

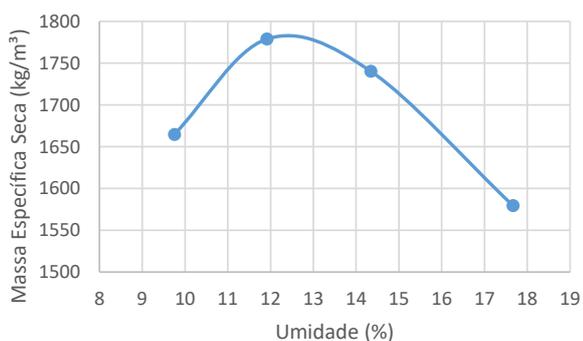
CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Cápsula | 8 | 25 | 36 | 48 | 64 | 78 | 95 | 119 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| P. Solo Úm. + C. (g) | 82,82 | 81,03 | 82,62 | 69,26 | 68,02 | 86,05 | 80,65 | 78,64 |
| P. Solo S. + Cap. (g) | 76,60 | 74,95 | 75,36 | 63,17 | 61,05 | 76,97 | 70,91 | 68,98 |
| Peso Água (g) | 6,23 | 6,08 | 7,26 | 6,09 | 6,98 | 9,08 | 9,74 | 9,65 |
| Peso Cápsula (g) | 11,72 | 13,48 | 12,87 | 13,34 | 13,32 | 12,39 | 13,47 | 16,43 |
| P. Solo Seco (g) | 64,88 | 61,47 | 62,49 | 49,83 | 47,73 | 64,58 | 57,44 | 52,55 |
| Umidade (%) | 9,60 | 9,90 | 11,62 | 12,21 | 14,62 | 14,06 | 16,96 | 18,37 |
| Umid. Média (%) | 9,75 | | 11,92 | | 14,34 | | 17,67 | |

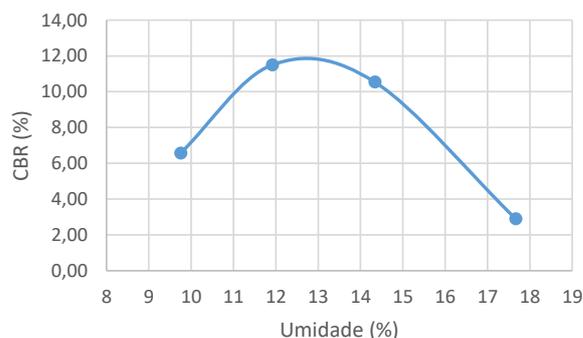
RESUMO DOS RESULTADOS

| | |
|---------------------------------------|------|
| Umidade Ótima (%) | 12,4 |
| Densidade Máxima (kg/m ³) | 1780 |
| Expansão Média (%) | 0,02 |
| ISC/CBR Final (%) | 11,7 |

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

| Penet. 1 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 12 | 0,12 | |
| 1,25 | 25 | 0,25 | |
| 2,5 | 42 | 0,42 | 6,09 |
| 5 | 68 | 0,68 | 6,57 |
| 7,5 | 89 | 0,89 | |
| 10 | 104 | 1,04 | |

| Penet. 2 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 23 | 0,23 | |
| 1,25 | 50 | 0,5 | |
| 2,5 | 76 | 0,76 | 11,01 |
| 5 | 119 | 1,19 | 11,50 |
| 7,5 | 169 | 1,69 | |
| 10 | 204 | 2,04 | |

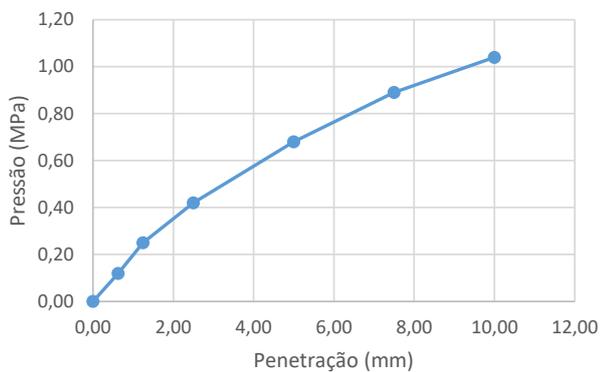
| Penet. 3 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 20 | 0,2 | |
| 1,25 | 45 | 0,45 | |
| 2,5 | 66 | 0,66 | 9,57 |
| 5 | 109 | 1,09 | 10,53 |
| 7,5 | 152 | 1,52 | |
| 10 | 182 | 1,82 | |

| Penet. 4 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 6 | 0,06 | |
| 1,25 | 13 | 0,13 | |
| 2,5 | 20 | 0,2 | 2,90 |
| 5 | 29 | 0,29 | 2,80 |
| 7,5 | 40 | 0,4 | |
| 10 | 48 | 0,48 | |

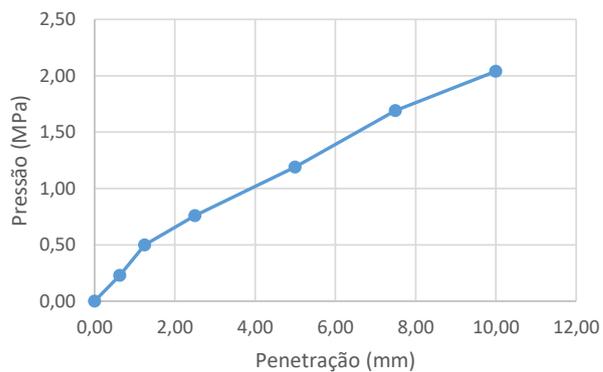
| Ponto | Umidade | C.B.R. | Umidade | Dens. S. |
|-------|---------|--------|---------|-------------------|
| | (%) | (%) | (%) | kg/m ³ |
| 9 | 9,75 | 6,57 | 9,75 | 1665 |
| 21 | 11,92 | 11,50 | 11,92 | 1779 |
| 32 | 14,34 | 10,53 | 14,34 | 1740 |
| 46 | 17,67 | 2,90 | 17,67 | 1579 |

| ENSAIO DE EXPANSÃO | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Nº Molde | 9 | 21 | 32 | 46 |
| Leitura Inicial | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Leitura Final | 1,06 | 1,02 | 1,00 | 1,00 |
| L.Final - L.Inicial | 0,06 | 0,02 | 0,00 | 0,00 |
| Altura cilindro | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 |
| (LF-LI) / Altura (%) | 0,05 | 0,02 | 0,00 | 0,00 |
| Média (%) | 0,02 | | | |

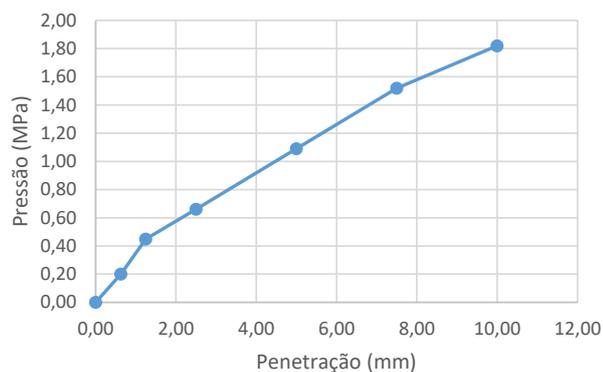
Pressão x Penetração 1



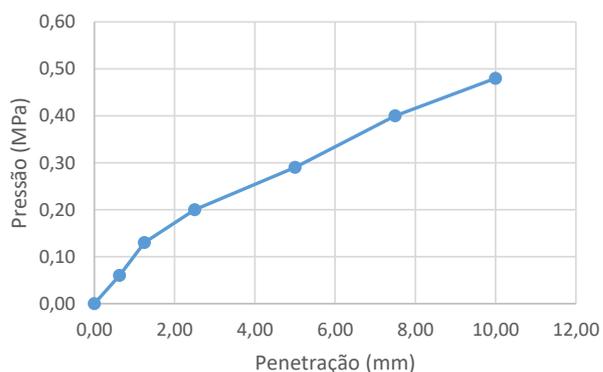
Pressão x Penetração 2



Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4

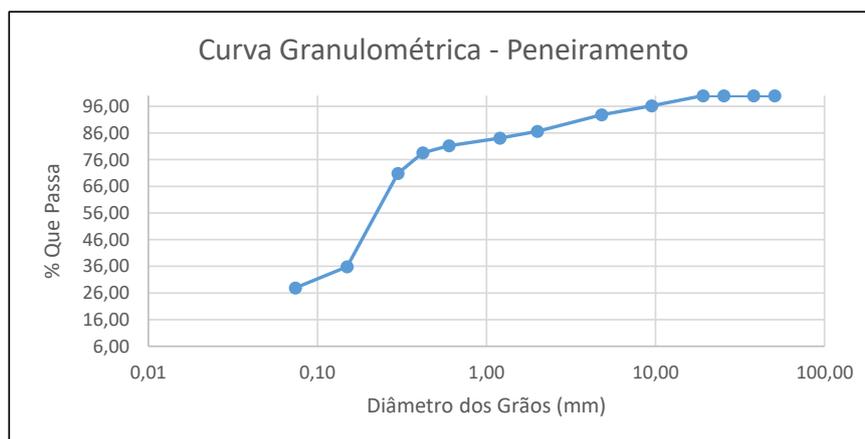


ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

| | | | |
|--------|------------------------------------|---------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II - SH Tororó | Ponto: | 30 |
| Data: | 09/12/2021 | Trecho: | |

| DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA | |
|--------------------------------------|--------|
| Número da Cápsula | 40 |
| Cápsula + Solo Úmido (g) | 77,865 |
| Cápsula + Solo Seco (g) | 76,245 |
| Peso da Cápsula (g) | 12,71 |
| Peso da Água (g) | 1,62 |
| Peso do Solo Seco (g) | 63,535 |
| Umidade Higroscópica (%) | 2,55 |
| Fator de Correção - 100 / 100 + w | 0,98 |
| DADOS DA AMOSTRA | |
| Amostra Total Úmida (g) | 600,00 |
| Pedregulho (g) | 78,71 |
| Amostra que Passa na #10 Úmida (g) | 521,29 |
| Amostra que Passa na #10 Seca (g) | 508,33 |
| Peso da Água (g) | 12,96 |
| Amostra Total Seca (g) | 587,04 |
| RESUMO DA GRANULOMETRIA | |
| Pedregulho: Acima de 2,00 mm (%) | 13,41 |
| Areia Grossa: 2,00 - 0,42 mm (%) | 8,02 |
| Areia Fina: 0,42 - 0,05 mm (%) | 50,68 |
| Silte/Argila: Abaixo de 0,074 mm (%) | 27,90 |
| Total (%) | 100,00 |

| PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL | | | | | |
|-------------------------------|----------|---------------------|--------------------|-------------|------------------------------|
| Peneira | Peso (g) | Abert. Peneira (mm) | Material Retido | | % que Passa da Amostra Total |
| | | | % da Amostra Total | % Acumulada | |
| 2" | 0,00 | 50,80 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1 1/2" | 0,00 | 38,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1" | 0,00 | 25,40 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/4" | 0,00 | 19,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/8" | 22,51 | 9,50 | 3,83 | 3,83 | 96,17 |
| Nº 4 | 19,68 | 4,80 | 3,35 | 7,19 | 92,81 |
| Nº10 | 36,52 | 2,00 | 6,22 | 13,41 | 86,59 |
| Nº16 | 15,02 | 1,20 | 2,56 | 15,97 | 84,03 |
| Nº30 | 16,31 | 0,60 | 2,78 | 18,74 | 81,26 |
| Nº40 | 15,74 | 0,42 | 2,68 | 21,43 | 78,57 |
| Nº50 | 45,52 | 0,30 | 7,75 | 29,18 | 70,82 |
| Nº100 | 205,65 | 0,15 | 35,03 | 64,21 | 35,79 |
| Nº200 | 46,32 | 0,07 | 7,89 | 72,10 | 27,90 |



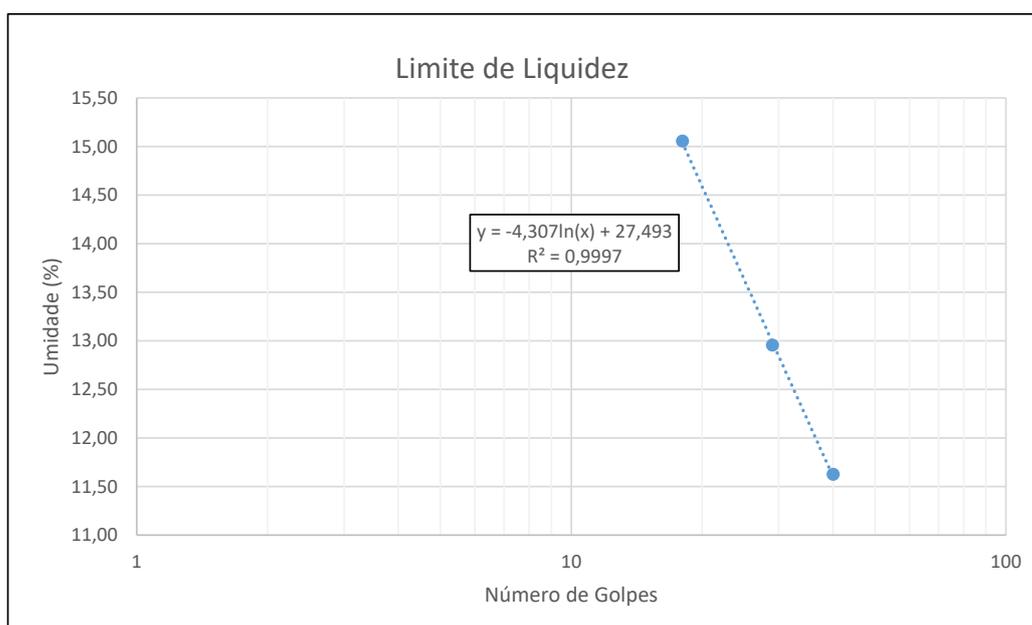
LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

| | | | | | |
|--------|------------------------------------|---------|--|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II - SH Tororó | | | Ponto: | 30 |
| Data: | 09/12/2021 | Trecho: | | | |

| LIMITE DE LIQUIDEZ | | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|--------------|-------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Nº de Golpes | Umidade (%) |
| 12 | 24,53 | 22,49 | 4,95 | 2,04 | 17,54 | 40 | 11,62 |
| 22 | 22,34 | 20,27 | 4,31 | 2,07 | 15,96 | 29 | 12,96 |
| 2 | 28,47 | 25,24 | 3,75 | 3,24 | 21,49 | 18 | 15,06 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| LIMITE DE PLASTICIDADE | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|-------------|----------------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Umidade (%) | Limite de Plast. (%) |
| | | | | | | | NP |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| RESULTADOS | |
|----------------------------|------|
| Limite de Liquidez (%) | 13,6 |
| Limite de Plasticidade (%) | NP |
| Índice de Plasticidade (%) | - |



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

| | | | | | |
|--------|------------------------|----------|--------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | | Ponto: | 31 |
| Data: | 09/12/2021 | Energia: | NORMAL | | |

DADOS DO ENSAIO

| | | |
|--|-------|-----------------|
| Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm: | 6,9 | MPa |
| Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm: | 10,35 | MPa |
| Diâmetro da base do pistão: | 4,96 | cm |
| Área da base do pistão: | 19,32 | cm ² |
| Constante da prensa: | 0,01 | MPa/div |

CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Molde | 6 | 18 | 36 | 44 | 48 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Solo + Água + Molde (g) | 8570 | 8875 | 9005 | 9500 | 8600 |
| Peso Molde (g) | 4760 | 4735 | 4815 | 5515 | 4870 |
| Peso Solo + Água (g) | 3810 | 4140 | 4190 | 3985 | 3730 |
| Volume Molde (cm ³) | 2085 | 2113 | 2085 | 2085 | 2085 |
| Dens. Solo Úmido (kg/m ³) | 1827 | 1959 | 2010 | 1911 | 1789 |
| Dens. Solo Seco (kg/m ³) | 1589 | 1670 | 1685 | 1575 | 1440 |

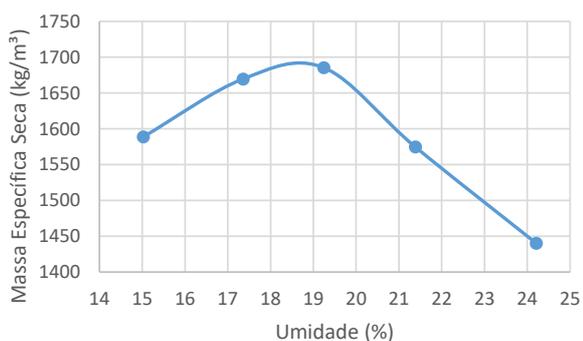
CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Cápsula | 7 | 21 | 35 | 47 | 61 | 72 | 84 | 100 | 131 | 118 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| P. Solo Úm. + C. (g) | 90,20 | 89,36 | 90,25 | 94,65 | 67,05 | 74,85 | 76,00 | 79,20 | 68,17 | 68,21 |
| P. Solo S. + Cap. (g) | 79,92 | 79,51 | 78,59 | 82,66 | 58,09 | 64,97 | 65,08 | 67,52 | 57,69 | 57,60 |
| Peso Água (g) | 10,28 | 9,84 | 11,66 | 12,00 | 8,96 | 9,89 | 10,93 | 11,68 | 10,48 | 10,61 |
| Peso Cápsula (g) | 12,15 | 13,33 | 12,64 | 12,18 | 12,14 | 12,87 | 13,31 | 13,60 | 14,99 | 13,15 |
| P. Solo Seco (g) | 67,77 | 66,18 | 65,95 | 70,48 | 45,95 | 52,10 | 51,77 | 53,92 | 42,70 | 44,45 |
| Umidade (%) | 15,17 | 14,87 | 17,69 | 17,02 | 19,50 | 18,98 | 21,10 | 21,66 | 24,53 | 23,88 |
| Umid. Média (%) | 15,02 | | 17,35 | | 19,24 | | 21,38 | | 24,21 | |

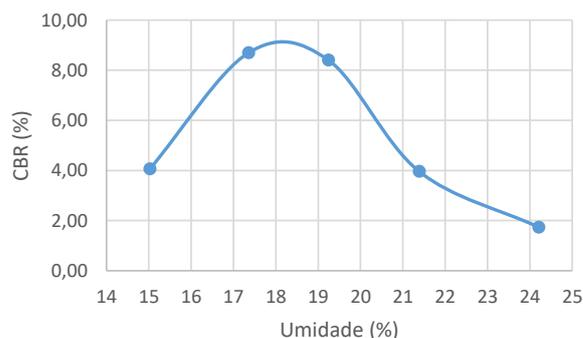
RESUMO DOS RESULTADOS

| | |
|---------------------------------------|------|
| Umidade Ótima (%) | 18,8 |
| Densidade Máxima (kg/m ³) | 1690 |
| Expansão Média (%) | 0,06 |
| ISC/CBR Final (%) | 8,6 |

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

| Penet. 1 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 11 | 0,11 | |
| 1,25 | 19 | 0,19 | |
| 2,5 | 28 | 0,28 | 4,06 |
| 5 | 40 | 0,4 | 3,86 |
| 7,5 | 53 | 0,53 | |
| 10 | 62 | 0,62 | |

| Penet. 2 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 15 | 0,15 | |
| 1,25 | 22 | 0,22 | |
| 2,5 | 55 | 0,55 | 7,97 |
| 5 | 90 | 0,9 | 8,70 |
| 7,5 | 108 | 1,08 | |
| 10 | 121 | 1,21 | |

| Penet. 3 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 17 | 0,17 | |
| 1,25 | 30 | 0,3 | |
| 2,5 | 58 | 0,58 | 8,41 |
| 5 | 82 | 0,82 | 7,92 |
| 7,5 | 105 | 1,05 | |
| 10 | 121 | 1,21 | |

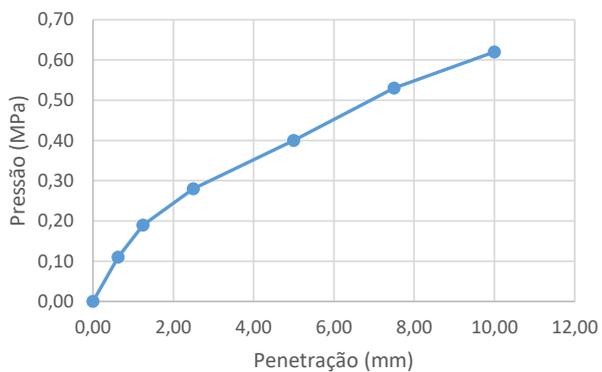
| Penet. 4 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 7 | 0,07 | |
| 1,25 | 18 | 0,18 | |
| 2,5 | 27 | 0,27 | 3,91 |
| 5 | 41 | 0,41 | 3,96 |
| 7,5 | 56 | 0,56 | |
| 10 | 67 | 0,67 | |

| Penet. 5 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 4 | 0,04 | |
| 1,25 | 7 | 0,07 | |
| 2,5 | 12 | 0,12 | 1,74 |
| 5 | 16 | 0,16 | 1,55 |
| 7,5 | 20 | 0,2 | |
| 10 | 23 | 0,23 | |

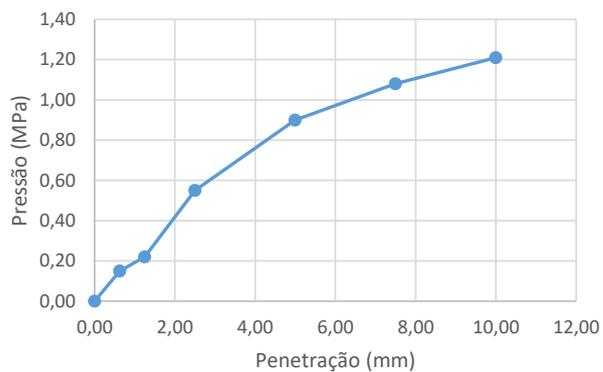
| Ponto | Umidade | C.B.R. | Umidade | Dens. S. |
|-------|---------|--------|---------|-------------------|
| | (%) | (%) | (%) | kg/m ³ |
| 6 | 15,02 | 4,06 | 15,02 | 1589 |
| 18 | 17,35 | 8,70 | 17,35 | 1670 |
| 36 | 19,24 | 8,41 | 19,24 | 1685 |
| 44 | 21,38 | 3,96 | 21,38 | 1575 |
| 48 | 24,21 | 1,74 | 24,21 | 1440 |

| ENSAIO DE EXPANSÃO | | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Nº Molde | 6 | 18 | 36 | 44 | 48 |
| Leitura Inicial | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Leitura Final | 1,16 | 1,15 | 1,02 | 1,01 | 1,00 |
| L.Final - L.Inicial | 0,16 | 0,15 | 0,02 | 0,01 | 0,00 |
| Altura cilindro | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 |
| (LF-LI) / Altura (%) | 0,14 | 0,13 | 0,02 | 0,01 | 0,00 |
| Média (%) | 0,06 | | | | |

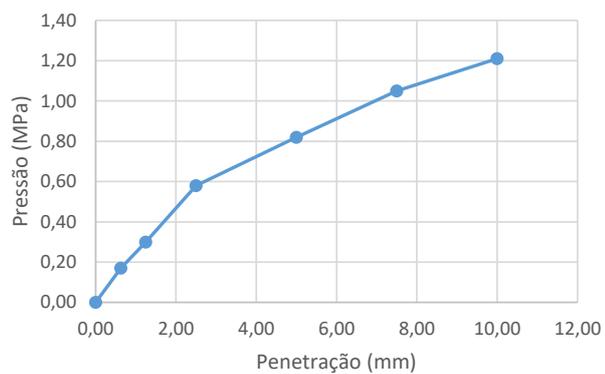
Pressão x Penetração 1



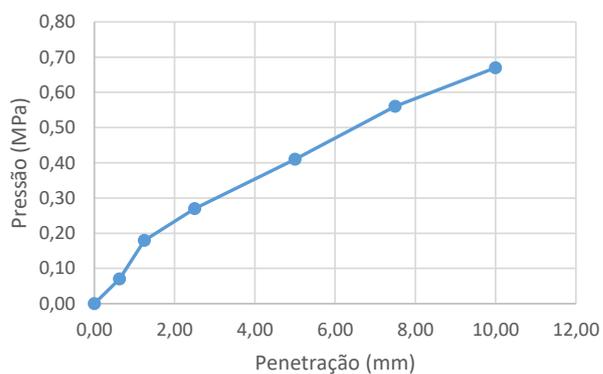
Pressão x Penetração 2



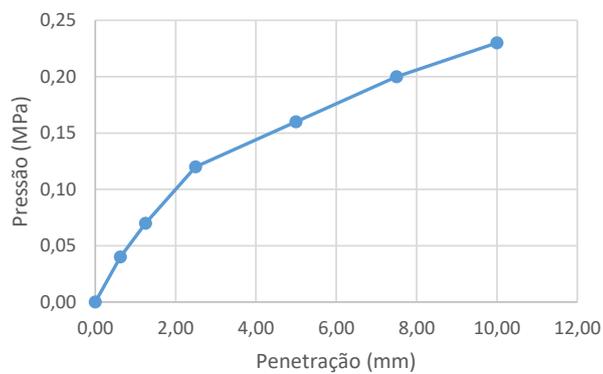
Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4



Pressão x Penetração 5

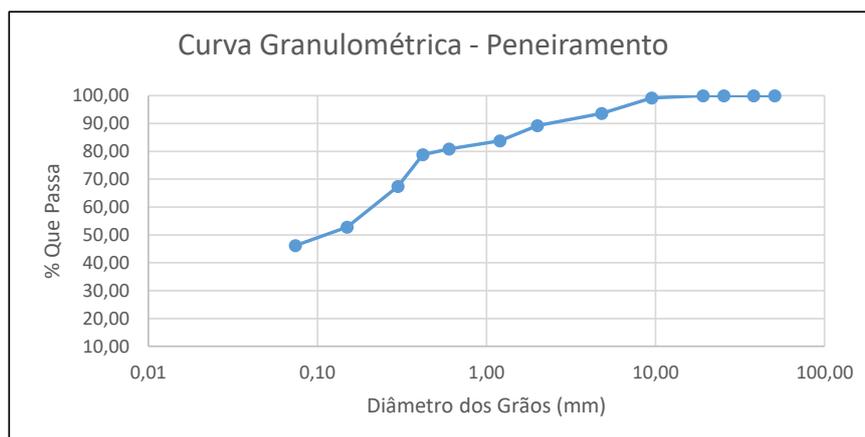


ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

| | | | | |
|--------|------------------------|---------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | Ponto: | 31 |
| Data: | 09/12/2021 | Trecho: | | |

| DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA | |
|--------------------------------------|--------|
| Número da Cápsula | 120 |
| Cápsula + Solo Úmido (g) | 91,94 |
| Cápsula + Solo Seco (g) | 89,39 |
| Peso da Cápsula (g) | 15,66 |
| Peso da Água (g) | 2,541 |
| Peso do Solo Seco (g) | 73,734 |
| Umidade Higroscópica (%) | 3,45 |
| Fator de Correção - 100 / 100 + w | 0,97 |
| DADOS DA AMOSTRA | |
| Amostra Total Úmida (g) | 600,00 |
| Pedregulho (g) | 62,71 |
| Amostra que Passa na #10 Úmida (g) | 537,29 |
| Amostra que Passa na #10 Seca (g) | 519,39 |
| Peso da Água (g) | 17,90 |
| Amostra Total Seca (g) | 582,10 |
| RESUMO DA GRANULOMETRIA | |
| Pedregulho: Acima de 2,00 mm (%) | 10,77 |
| Areia Grossa: 2,00 - 0,42 mm (%) | 10,37 |
| Areia Fina: 0,042 - 0,05 mm (%) | 32,70 |
| Silte/Argila: Abaixo de 0,05 mm (%) | 46,16 |
| Total (%) | 100,00 |

| PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL | | | | | |
|-------------------------------|----------|---------------------|--------------------|-------------|------------------------------|
| Peneira | Peso (g) | Abert. Peneira (mm) | Material Retido | | % que Passa da Amostra Total |
| | | | % da Amostra Total | % Acumulada | |
| 2" | 0,00 | 50,80 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1 1/2" | 0,00 | 38,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1" | 0,00 | 25,40 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/4" | 0,00 | 19,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/8" | 4,99 | 9,50 | 0,86 | 0,86 | 99,14 |
| Nº 4 | 32,05 | 4,80 | 5,51 | 6,36 | 93,64 |
| Nº10 | 25,67 | 2,00 | 4,41 | 10,77 | 89,23 |
| Nº16 | 31,52 | 1,20 | 5,41 | 16,19 | 83,81 |
| Nº30 | 17,02 | 0,60 | 2,92 | 19,11 | 80,89 |
| Nº40 | 11,85 | 0,42 | 2,04 | 21,15 | 78,85 |
| Nº50 | 66,58 | 0,30 | 11,44 | 32,59 | 67,41 |
| Nº100 | 85,24 | 0,15 | 14,64 | 47,23 | 52,77 |
| Nº200 | 38,50 | 0,07 | 6,61 | 53,84 | 46,16 |



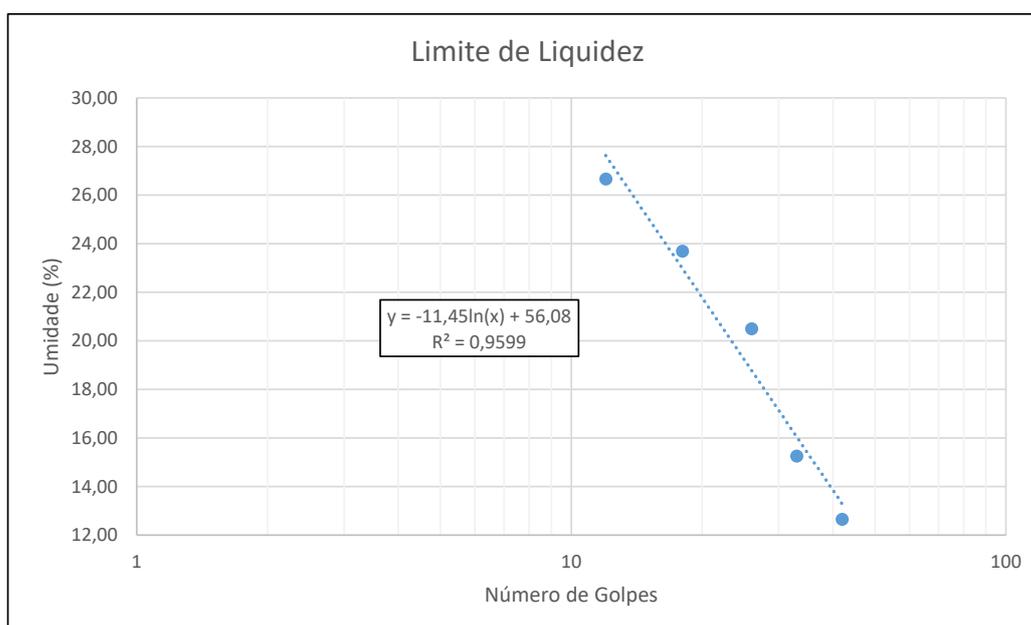
LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

| | | | | | |
|--------|------------------------|---------|--|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | | Ponto: | 31 |
| Data: | 09/12/2021 | Trecho: | | | |

| LIMITE DE LIQUIDEZ | | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|--------------|-------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Nº de Golpes | Umidade (%) |
| 71 | 21,00 | 19,02 | 3,37 | 1,98 | 15,65 | 42 | 12,65 |
| 62 | 22,67 | 20,43 | 5,74 | 2,24 | 14,69 | 33 | 15,25 |
| 55 | 27,31 | 23,77 | 6,49 | 3,54 | 17,28 | 26 | 20,49 |
| 27 | 26,19 | 21,79 | 3,21 | 4,40 | 18,58 | 18 | 23,68 |
| 38 | 27,02 | 22,12 | 3,74 | 4,90 | 18,38 | 12 | 26,66 |

| LIMITE DE PLASTICIDADE | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|-------------|----------------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Umidade (%) | Limite de Plast. (%) |
| 47 | 12,35 | 11,18 | 4,10 | 1,17 | 7,08 | 16,53 | 15,92 |
| 4 | 9,97 | 9,37 | 5,57 | 0,60 | 3,80 | 15,79 | |
| 16 | 11,55 | 10,53 | 4,31 | 1,02 | 6,22 | 16,40 | |
| 21 | 12,98 | 11,70 | 3,33 | 1,28 | 8,37 | 15,29 | |
| 31 | 12,81 | 11,92 | 6,21 | 0,89 | 5,71 | 15,59 | |

| RESULTADOS | |
|----------------------------|------|
| Limite de Liquidez (%) | 19,2 |
| Limite de Plasticidade (%) | 15,9 |
| Índice de Plasticidade (%) | 3,3 |



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

| | | | | | |
|--------|------------------------------------|----------|--------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II - SH Tororó | | | Ponto: | 32 |
| Data: | 09/12/2021 | Energia: | NORMAL | | |

DADOS DO ENSAIO

| | | |
|--|-------|-----------------|
| Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm: | 6,9 | MPa |
| Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm: | 10,35 | MPa |
| Diâmetro da base do pistão: | 4,96 | cm |
| Área da base do pistão: | 19,32 | cm ² |
| Constante da prensa: | 0,01 | MPa/div |

CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Molde | 3 | 17 | 25 | 38 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|
| Solo + Água + Molde (g) | 8355 | 8810 | 9345 | 8310 |
| Peso Molde (g) | 4720 | 4790 | 5515 | 4665 |
| Peso Solo + Água (g) | 3635 | 4020 | 3830 | 3645 |
| Volume Molde (cm ³) | 2085 | 2085 | 2085 | 2085 |
| Dens. Solo Úmido (kg/m ³) | 1743 | 1928 | 1837 | 1748 |
| Dens. Solo Seco (kg/m ³) | 1470 | 1587 | 1482 | 1382 |

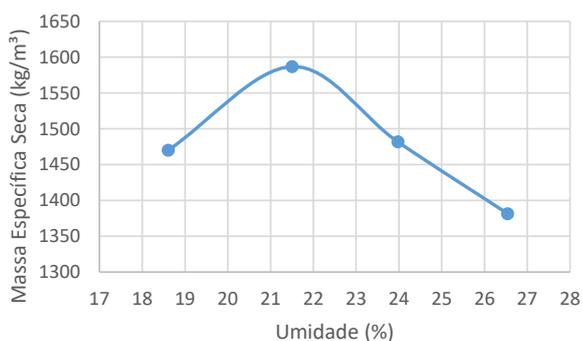
CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Cápsula | 5 | 19 | 31 | 42 | 51 | 67 | 76 | 97 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| P. Solo Úm. + C. (g) | 76,58 | 86,82 | 98,80 | 97,45 | 73,00 | 75,41 | 99,90 | 101,82 |
| P. Solo S. + Cap. (g) | 66,18 | 75,43 | 83,85 | 82,10 | 61,22 | 63,38 | 81,46 | 83,45 |
| Peso Água (g) | 10,40 | 11,39 | 14,95 | 15,35 | 11,78 | 12,03 | 18,44 | 18,37 |
| Peso Cápsula (g) | 12,07 | 12,11 | 12,98 | 12,05 | 11,87 | 13,42 | 12,61 | 13,60 |
| P. Solo Seco (g) | 54,11 | 63,32 | 70,87 | 70,05 | 49,35 | 49,96 | 68,85 | 69,85 |
| Umidade (%) | 19,22 | 17,99 | 21,09 | 21,91 | 23,87 | 24,08 | 26,78 | 26,30 |
| Umid. Média (%) | 18,60 | | 21,50 | | 23,97 | | 26,54 | |

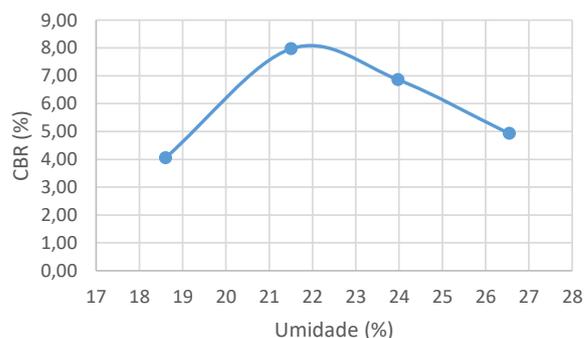
RESUMO DOS RESULTADOS

| | |
|---------------------------------------|------|
| Umidade Ótima (%) | 21,5 |
| Densidade Máxima (kg/m ³) | 1587 |
| Expansão Média (%) | 0,14 |
| ISC/CBR Final (%) | 8,0 |

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

| Penet. 1 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 12 | 0,12 | |
| 1,25 | 21 | 0,21 | |
| 2,5 | 28 | 0,28 | 4,06 |
| 5 | 41 | 0,41 | 3,96 |
| 7,5 | 53 | 0,53 | |
| 10 | 61 | 0,61 | |

| Penet. 2 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 19 | 0,19 | |
| 1,25 | 36 | 0,36 | |
| 2,5 | 55 | 0,55 | 7,97 |
| 5 | 79 | 0,79 | 7,63 |
| 7,5 | 104 | 1,04 | |
| 10 | 122 | 1,22 | |

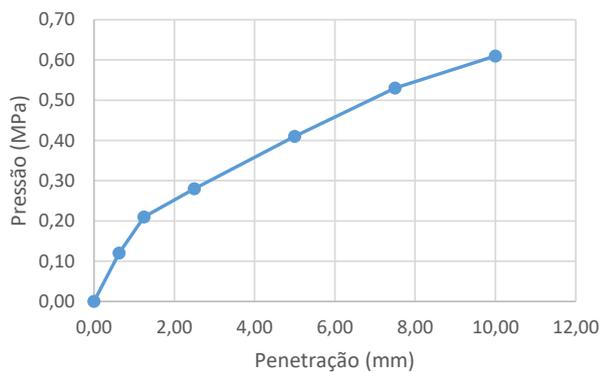
| Penet. 3 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 12 | 0,12 | |
| 1,25 | 23 | 0,23 | |
| 2,5 | 44 | 0,44 | 6,38 |
| 5 | 71 | 0,71 | 6,86 |
| 7,5 | 92 | 0,92 | |
| 10 | 107 | 1,07 | |

| Penet. 4 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 11 | 0,11 | |
| 1,25 | 19 | 0,19 | |
| 2,5 | 34 | 0,34 | 4,93 |
| 5 | 50 | 0,5 | 4,83 |
| 7,5 | 72 | 0,72 | |
| 10 | 87 | 0,87 | |

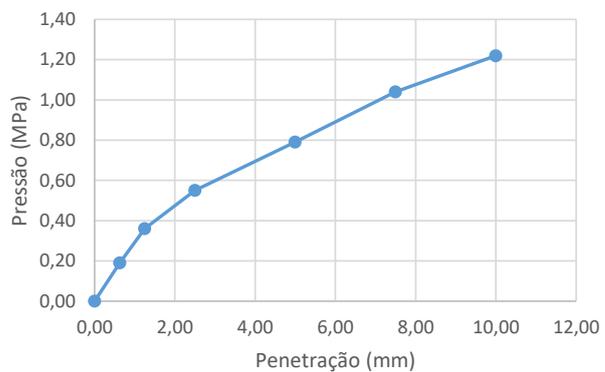
| Ponto | Umidade | C.B.R. | Umidade | Dens. S. |
|-------|---------|--------|---------|-------------------|
| | (%) | (%) | (%) | kg/m ³ |
| 3 | 18,60 | 4,06 | 18,60 | 1470 |
| 17 | 21,50 | 7,97 | 21,50 | 1587 |
| 25 | 23,97 | 6,86 | 23,97 | 1482 |
| 38 | 26,54 | 4,93 | 26,54 | 1382 |

| ENSAIO DE EXPANSÃO | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Nº Molde | 3 | 17 | 25 | 38 |
| Leitura Inicial | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Leitura Final | 1,30 | 1,25 | 1,11 | 0,99 |
| L.Final - L.Inicial | 0,30 | 0,25 | 0,11 | -0,01 |
| Altura cilindro | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 |
| (LF-LI) / Altura (%) | 0,26 | 0,22 | 0,10 | -0,01 |
| Média (%) | 0,14 | | | |

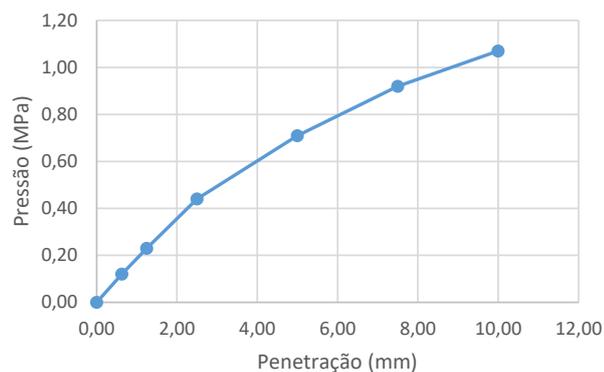
Pressão x Penetração 1



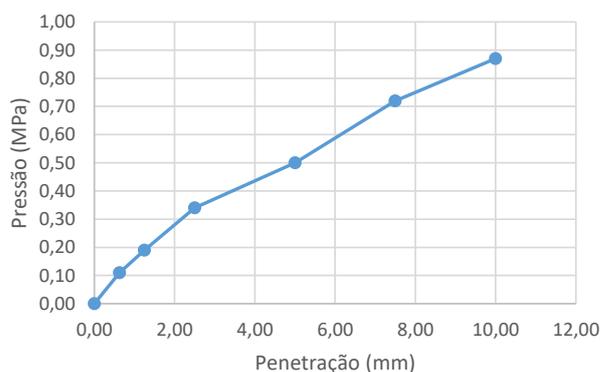
Pressão x Penetração 2



Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4

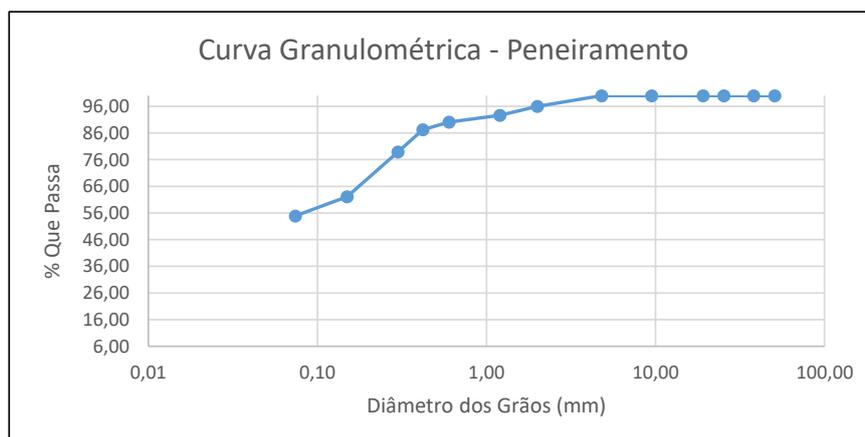


ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

| | | | |
|--------|------------------------------------|---------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II - SH Tororó | Ponto: | 32 |
| Data: | 09/12/2021 | Trecho: | |

| DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA | |
|--------------------------------------|--------|
| Número da Cápsula | 130 |
| Cápsula + Solo Úmido (g) | 120,88 |
| Cápsula + Solo Seco (g) | 119,73 |
| Peso da Cápsula (g) | 21,97 |
| Peso da Água (g) | 1,15 |
| Peso do Solo Seco (g) | 97,764 |
| Umidade Higroscópica (%) | 1,18 |
| Fator de Correção - 100 / 100 + w | 0,99 |
| DADOS DA AMOSTRA | |
| Amostra Total Úmida (g) | 600,00 |
| Pedregulho (g) | 23,85 |
| Amostra que Passa na #10 Úmida (g) | 576,15 |
| Amostra que Passa na #10 Seca (g) | 569,45 |
| Peso da Água (g) | 6,70 |
| Amostra Total Seca (g) | 593,30 |
| RESUMO DA GRANULOMETRIA | |
| Pedregulho: Acima de 2,00 mm (%) | 4,02 |
| Areia Grossa: 2,00 - 0,42 mm (%) | 8,72 |
| Areia Fina: 0,42 - 0,05 mm (%) | 32,35 |
| Silte/Argila: Abaixo de 0,074 mm (%) | 54,91 |
| Total (%) | 100,00 |

| PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL | | | | | |
|-------------------------------|----------|---------------------|--------------------|-------------|------------------------------|
| Peneira | Peso (g) | Abert. Peneira (mm) | Material Retido | | % que Passa da Amostra Total |
| | | | % da Amostra Total | % Acumulada | |
| 2" | 0,00 | 50,80 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1 1/2" | 0,00 | 38,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1" | 0,00 | 25,40 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/4" | 0,00 | 19,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/8" | 0,00 | 9,50 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| Nº 4 | 0,00 | 4,80 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| Nº10 | 23,85 | 2,00 | 4,02 | 4,02 | 95,98 |
| Nº16 | 19,63 | 1,20 | 3,31 | 7,33 | 92,67 |
| Nº30 | 15,14 | 0,60 | 2,55 | 9,88 | 90,12 |
| Nº40 | 16,95 | 0,42 | 2,86 | 12,74 | 87,26 |
| Nº50 | 49,82 | 0,30 | 8,40 | 21,13 | 78,87 |
| Nº100 | 99,63 | 0,15 | 16,79 | 37,93 | 62,07 |
| Nº200 | 42,50 | 0,07 | 7,16 | 45,09 | 54,91 |



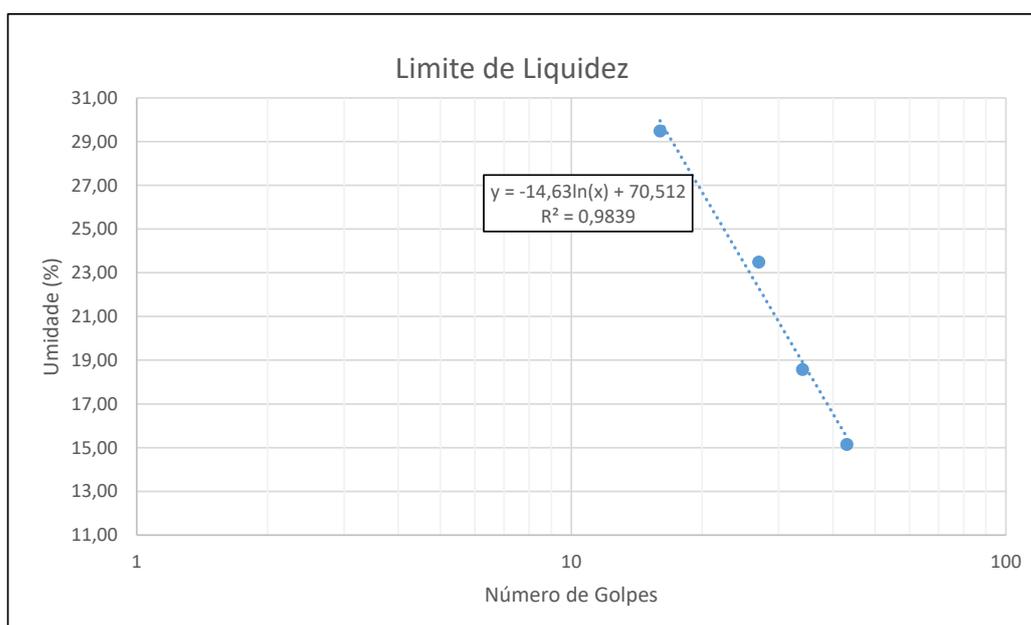
LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

| | | | | | |
|--------|------------------------------------|---------|--|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II - SH Tororó | | | Ponto: | 32 |
| Data: | 09/12/2021 | Trecho: | | | |

| LIMITE DE LIQUIDEZ | | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|--------------|-------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Nº de Golpes | Umidade (%) |
| 85 | 25,88 | 23,21 | 5,58 | 2,67 | 17,63 | 43 | 15,14 |
| 55 | 29,48 | 25,88 | 6,49 | 3,60 | 19,39 | 34 | 18,57 |
| 60 | 29,68 | 25,11 | 5,65 | 4,57 | 19,46 | 27 | 23,48 |
| 66 | 37,45 | 30,30 | 6,05 | 7,15 | 24,25 | 16 | 29,48 |

| LIMITE DE PLASTICIDADE | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|-------------|----------------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Umidade (%) | Limite de Plast. (%) |
| 77 | 7,11 | 6,83 | 5,13 | 0,28 | 1,70 | 16,47 | 15,84 |
| 32 | 7,53 | 6,96 | 3,45 | 0,57 | 3,51 | 16,24 | |
| 40 | 7,30 | 7,02 | 5,21 | 0,28 | 1,81 | 15,47 | |
| 49 | 7,41 | 6,95 | 3,82 | 0,46 | 3,13 | 14,70 | |
| 14 | 8,72 | 7,92 | 3,02 | 0,80 | 4,90 | 16,33 | |

| RESULTADOS | |
|----------------------------|------|
| Limite de Liquidez (%) | 23,4 |
| Limite de Plasticidade (%) | 15,8 |
| Índice de Plasticidade (%) | 7,6 |



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

| | | | | | |
|--------|------------------------------------|----------|--------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II - SH Tororó | | | Ponto: | 33 |
| Data: | 13/12/2021 | Energia: | NORMAL | | |

DADOS DO ENSAIO

| | | |
|--|-------|-----------------|
| Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm: | 6,9 | MPa |
| Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm: | 10,35 | MPa |
| Diâmetro da base do pistão: | 4,96 | cm |
| Área da base do pistão: | 19,32 | cm ² |
| Constante da prensa: | 0,01 | MPa/div |

CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Molde | 34 | 27 | 11 | 23 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|
| Solo + Água + Molde (g) | 7610 | 8995 | 8740 | 8410 |
| Peso Molde (g) | 4730 | 5630 | 4940 | 4700 |
| Peso Solo + Água (g) | 2880 | 3365 | 3800 | 3710 |
| Volume Molde (cm ³) | 2085 | 2085 | 2149 | 2103 |
| Dens. Solo Úmido (kg/m ³) | 1381 | 1614 | 1768 | 1764 |
| Dens. Solo Seco (kg/m ³) | 1296 | 1485 | 1586 | 1548 |

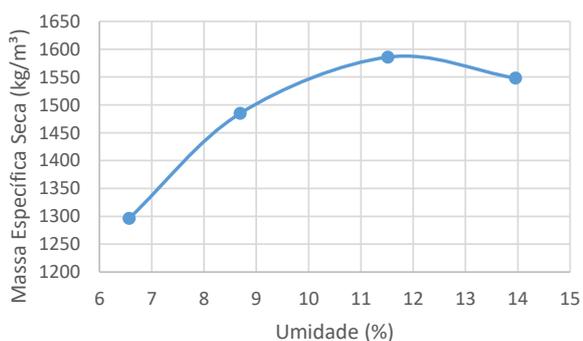
CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Cápsula | 10 | 22 | 40 | 57 | 69 | 92 | 117 | 110 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| P. Solo Úm. + C. (g) | 87,05 | 77,11 | 86,68 | 75,71 | 95,44 | 83,19 | 81,40 | 76,07 |
| P. Solo S. + Cap. (g) | 82,40 | 73,17 | 80,57 | 70,83 | 86,74 | 75,97 | 73,30 | 68,70 |
| Peso Água (g) | 4,65 | 3,94 | 6,11 | 4,88 | 8,70 | 7,22 | 8,10 | 7,37 |
| Peso Cápsula (g) | 12,32 | 12,54 | 12,51 | 12,78 | 12,18 | 12,40 | 14,90 | 16,23 |
| P. Solo Seco (g) | 70,08 | 60,63 | 68,06 | 58,05 | 74,56 | 63,57 | 58,40 | 52,47 |
| Umidade (%) | 6,64 | 6,50 | 8,98 | 8,41 | 11,67 | 11,36 | 13,87 | 14,05 |
| Umid. Média (%) | 6,57 | | 8,69 | | 11,51 | | 13,96 | |

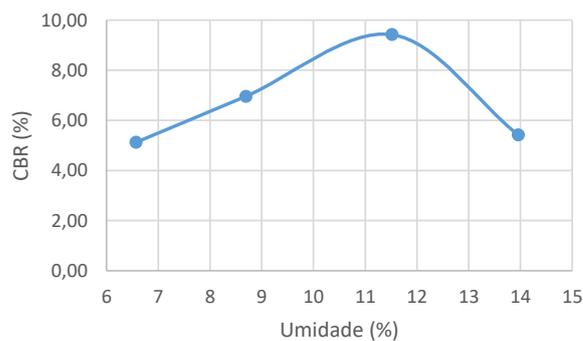
RESUMO DOS RESULTADOS

| | |
|---------------------------------------|------|
| Umidade Ótima (%) | 11,9 |
| Densidade Máxima (kg/m ³) | 1590 |
| Expansão Média (%) | 0,00 |
| ISC/CBR Final (%) | 9,1 |

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

| Penet. 1 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 9 | 0,09 | |
| 1,25 | 18 | 0,18 | |
| 2,5 | 30 | 0,3 | 4,35 |
| 5 | 53 | 0,53 | 5,12 |
| 7,5 | 64 | 0,64 | |
| 10 | 72 | 0,72 | |

| Penet. 2 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 15 | 0,15 | |
| 1,25 | 32 | 0,32 | |
| 2,5 | 48 | 0,48 | 6,96 |
| 5 | 66 | 0,66 | 6,38 |
| 7,5 | 79 | 0,79 | |
| 10 | 88 | 0,88 | |

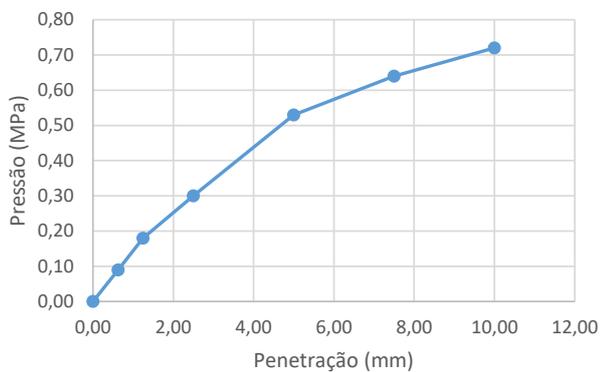
| Penet. 3 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 19 | 0,19 | |
| 1,25 | 45 | 0,45 | |
| 2,5 | 65 | 0,65 | 9,42 |
| 5 | 96 | 0,96 | 9,28 |
| 7,5 | 141 | 1,41 | |
| 10 | 173 | 1,73 | |

| Penet. 4 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 10 | 0,1 | |
| 1,25 | 25 | 0,25 | |
| 2,5 | 33 | 0,33 | 4,78 |
| 5 | 56 | 0,56 | 5,41 |
| 7,5 | 65 | 0,65 | |
| 10 | 71 | 0,71 | |

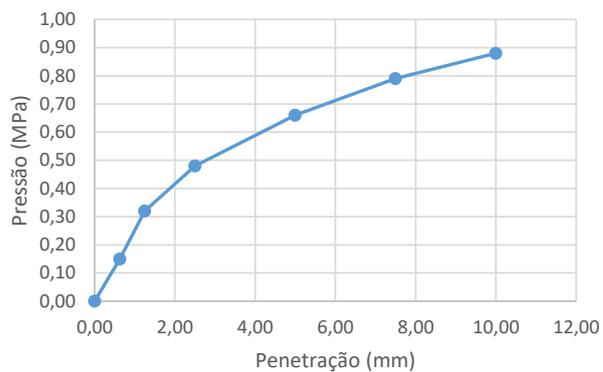
| Ponto | Umidade | C.B.R. | Umidade | Dens. S. |
|-------|---------|--------|---------|-------------------|
| | (%) | (%) | (%) | kg/m ³ |
| 34 | 6,57 | 5,12 | 6,57 | 1296 |
| 27 | 8,69 | 6,96 | 8,69 | 1485 |
| 11 | 11,51 | 9,42 | 11,51 | 1586 |
| 23 | 13,96 | 5,41 | 13,96 | 1548 |

| ENSAIO DE EXPANSÃO | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Nº Molde | 34 | 27 | 11 | 23 |
| Leitura Inicial | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Leitura Final | 1,02 | 1,00 | 1,00 | 0,99 |
| L.Final - L.Inicial | 0,02 | 0,00 | 0,00 | -0,01 |
| Altura cilindro | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 |
| (LF-LI) / Altura (%) | 0,02 | 0,00 | 0,00 | -0,01 |
| Média (%) | 0,00 | | | |

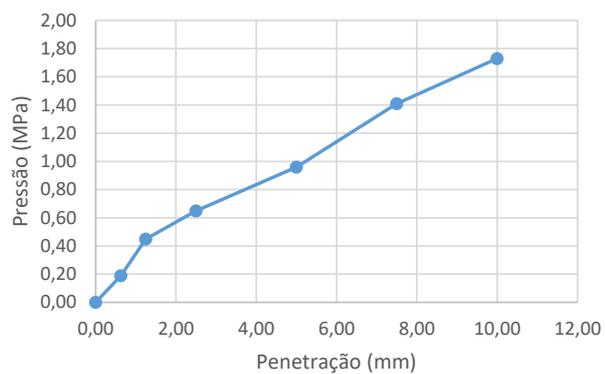
Pressão x Penetração 1



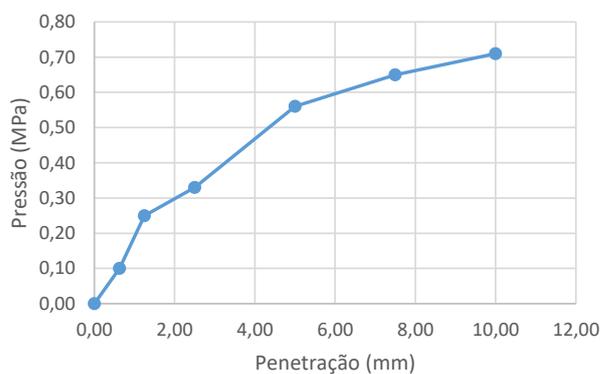
Pressão x Penetração 2



Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4

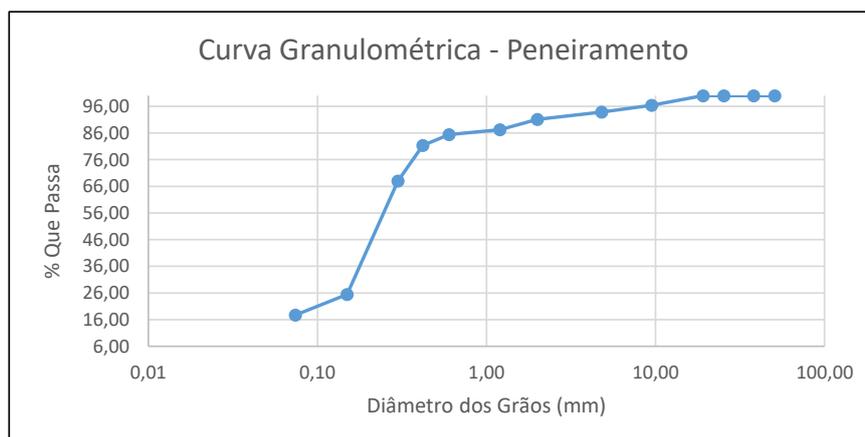


ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

| | | | | |
|--------|------------------------------------|---------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II - SH Tororó | | Ponto: | 33 |
| Data: | 13/12/2021 | Trecho: | | |

| DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA | |
|--------------------------------------|--------|
| Número da Cápsula | 57 |
| Cápsula + Solo Úmido (g) | 80,733 |
| Cápsula + Solo Seco (g) | 79,473 |
| Peso da Cápsula (g) | 12,88 |
| Peso da Água (g) | 1,26 |
| Peso do Solo Seco (g) | 66,593 |
| Umidade Higroscópica (%) | 1,89 |
| Fator de Correção - 100 / 100 + w | 0,98 |
| DADOS DA AMOSTRA | |
| Amostra Total Úmida (g) | 600,00 |
| Pedregulho (g) | 52,39 |
| Amostra que Passa na #10 Úmida (g) | 547,61 |
| Amostra que Passa na #10 Seca (g) | 537,44 |
| Peso da Água (g) | 10,17 |
| Amostra Total Seca (g) | 589,83 |
| RESUMO DA GRANULOMETRIA | |
| Pedregulho: Acima de 2,00 mm (%) | 8,88 |
| Areia Grossa: 2,00 - 0,42 mm (%) | 9,81 |
| Areia Fina: 0,42 - 0,05 mm (%) | 63,61 |
| Silte/Argila: Abaixo de 0,074 mm (%) | 17,70 |
| Total (%) | 100,00 |

| PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL | | | | | |
|-------------------------------|----------|---------------------|--------------------|-------------|------------------------------|
| Peneira | Peso (g) | Abert. Peneira (mm) | Material Retido | | % que Passa da Amostra Total |
| | | | % da Amostra Total | % Acumulada | |
| 2" | 0,00 | 50,80 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1 1/2" | 0,00 | 38,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1" | 0,00 | 25,40 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/4" | 0,00 | 19,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/8" | 21,39 | 9,50 | 3,63 | 3,63 | 96,37 |
| Nº 4 | 15,22 | 4,80 | 2,58 | 6,21 | 93,79 |
| Nº10 | 15,78 | 2,00 | 2,68 | 8,88 | 91,12 |
| Nº16 | 22,88 | 1,20 | 3,88 | 12,76 | 87,24 |
| Nº30 | 11,05 | 0,60 | 1,87 | 14,63 | 85,37 |
| Nº40 | 23,94 | 0,42 | 4,06 | 18,69 | 81,31 |
| Nº50 | 78,52 | 0,30 | 13,31 | 32,01 | 67,99 |
| Nº100 | 251,05 | 0,15 | 42,56 | 74,57 | 25,43 |
| Nº200 | 45,62 | 0,07 | 7,73 | 82,30 | 17,70 |



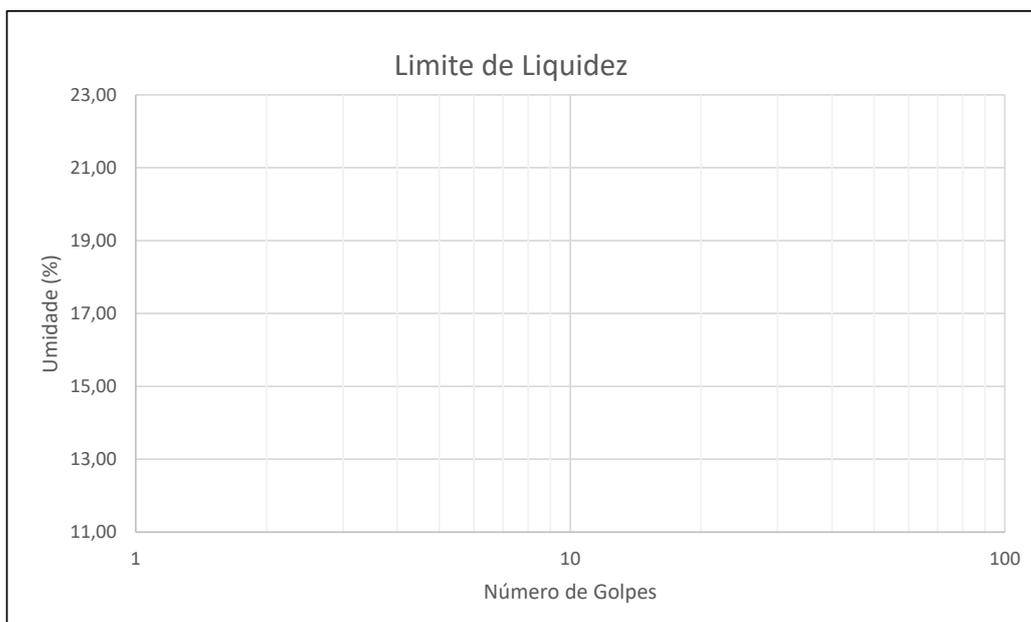
LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

| | | | | | |
|--------|------------------------------------|---------|--|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II - SH Tororó | | | Ponto: | 33 |
| Data: | 13/12/2021 | Trecho: | | | |

| LIMITE DE LIQUIDEZ | | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|--------------|-------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Nº de Golpes | Umidade (%) |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | NL |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| LIMITE DE PLASTICIDADE | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|-------------|----------------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Umidade (%) | Limite de Plast. (%) |
| | | | | | | | NP |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| RESULTADOS | |
|----------------------------|----|
| Limite de Liquidez (%) | NL |
| Limite de Plasticidade (%) | NP |
| Índice de Plasticidade (%) | - |



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

| | | | | |
|--------|------------------------------------|----------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II - SH Tororó | | Ponto: | 34 |
| Data: | 13/12/2021 | Energia: | NORMAL | |

DADOS DO ENSAIO

| | | |
|--|-------|-----------------|
| Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm: | 6,9 | MPa |
| Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm: | 10,35 | MPa |
| Diâmetro da base do pistão: | 4,96 | cm |
| Área da base do pistão: | 19,32 | cm ² |
| Constante da prensa: | 0,01 | MPa/div |

CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Molde | 2 | 14 | 28 | 40 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|
| Solo + Água + Molde (g) | 8585 | 8820 | 8495 | 9115 |
| Peso Molde (g) | 4715 | 4750 | 4610 | 5545 |
| Peso Solo + Água (g) | 3870 | 4070 | 3885 | 3570 |
| Volume Molde (cm ³) | 2113 | 2103 | 2085 | 2085 |
| Dens. Solo Úmido (kg/m ³) | 1832 | 1935 | 1863 | 1712 |
| Dens. Solo Seco (kg/m ³) | 1627 | 1688 | 1602 | 1438 |

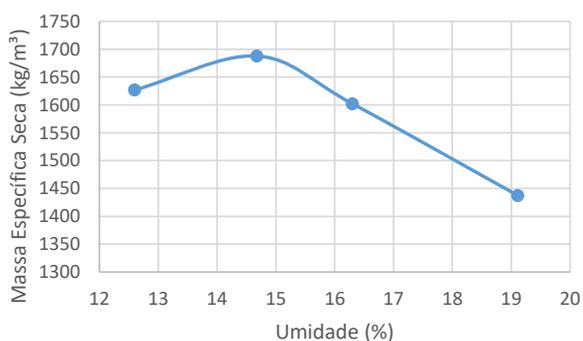
CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Cápsula | 12 | 34 | 59 | 70 | 89 | 105 | 121 | 29 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| P. Solo Úm. + C. (g) | 89,03 | 83,42 | 85,52 | 90,42 | 88,07 | 101,03 | 77,32 | 77,66 |
| P. Solo S. + Cap. (g) | 80,36 | 75,62 | 76,16 | 80,49 | 77,46 | 88,65 | 68,15 | 67,50 |
| Peso Água (g) | 8,67 | 7,80 | 9,37 | 9,93 | 10,61 | 12,39 | 9,18 | 10,17 |
| Peso Cápsula (g) | 12,35 | 12,95 | 12,02 | 13,13 | 13,18 | 11,66 | 21,93 | 12,16 |
| P. Solo Seco (g) | 68,01 | 62,67 | 64,14 | 67,36 | 64,28 | 76,99 | 46,22 | 55,34 |
| Umidade (%) | 12,75 | 12,44 | 14,60 | 14,75 | 16,51 | 16,09 | 19,85 | 18,37 |
| Umid. Média (%) | 12,60 | | 14,68 | | 16,30 | | 19,11 | |

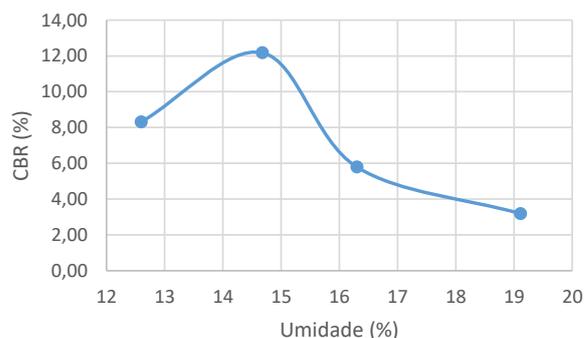
RESUMO DOS RESULTADOS

| | |
|---------------------------------------|------|
| Umidade Ótima (%) | 14,7 |
| Densidade Máxima (kg/m ³) | 1688 |
| Expansão Média (%) | 0,03 |
| ISC/CBR Final (%) | 12,2 |

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

| Penet. 1 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 14 | 0,14 | |
| 1,25 | 35 | 0,35 | |
| 2,5 | 55 | 0,55 | 7,97 |
| 5 | 86 | 0,86 | 8,31 |
| 7,5 | 102 | 1,02 | |
| 10 | 113 | 1,13 | |

| Penet. 2 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 18 | 0,18 | |
| 1,25 | 45 | 0,45 | |
| 2,5 | 75 | 0,75 | 10,87 |
| 5 | 126 | 1,26 | 12,17 |
| 7,5 | 188 | 1,88 | |
| 10 | 231 | 2,31 | |

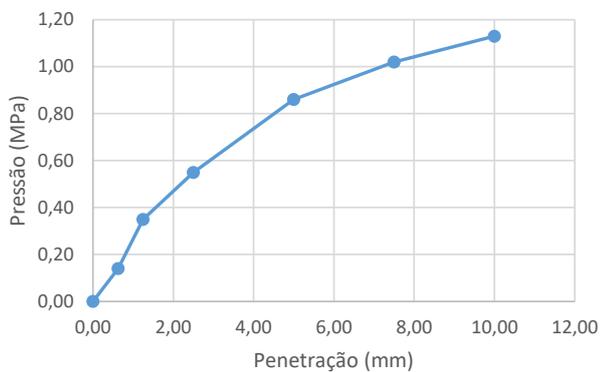
| Penet. 3 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 10 | 0,1 | |
| 1,25 | 25 | 0,25 | |
| 2,5 | 40 | 0,4 | 5,80 |
| 5 | 58 | 0,58 | 5,60 |
| 7,5 | 72 | 0,72 | |
| 10 | 82 | 0,82 | |

| Penet. 4 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 8 | 0,08 | |
| 1,25 | 12 | 0,12 | |
| 2,5 | 19 | 0,19 | 2,75 |
| 5 | 33 | 0,33 | 3,19 |
| 7,5 | 42 | 0,42 | |
| 10 | 48 | 0,48 | |

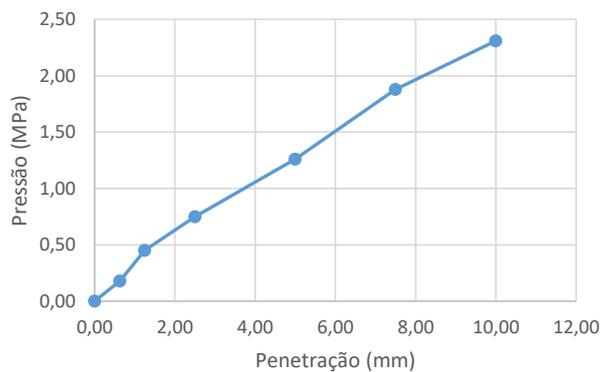
| Ponto | Umidade | C.B.R. | Umidade | Dens. S. |
|-------|---------|--------|---------|-------------------|
| | (%) | (%) | (%) | kg/m ³ |
| 2 | 12,60 | 8,31 | 12,60 | 1627 |
| 14 | 14,68 | 12,17 | 14,68 | 1688 |
| 28 | 16,30 | 5,80 | 16,30 | 1602 |
| 40 | 19,11 | 3,19 | 19,11 | 1438 |

| ENSAIO DE EXPANSÃO | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Nº Molde | 2 | 14 | 28 | 40 |
| Leitura Inicial | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Leitura Final | 1,09 | 1,05 | 1,00 | 1,00 |
| L.Final - L.Inicial | 0,09 | 0,05 | 0,00 | 0,00 |
| Altura cilindro | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 |
| (LF-LI) / Altura (%) | 0,08 | 0,04 | 0,00 | 0,00 |
| Média (%) | 0,03 | | | |

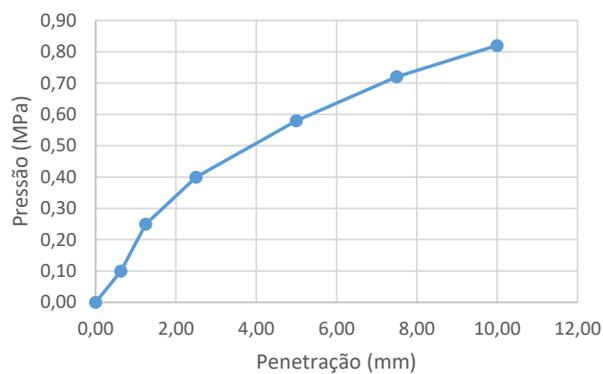
Pressão x Penetração 1



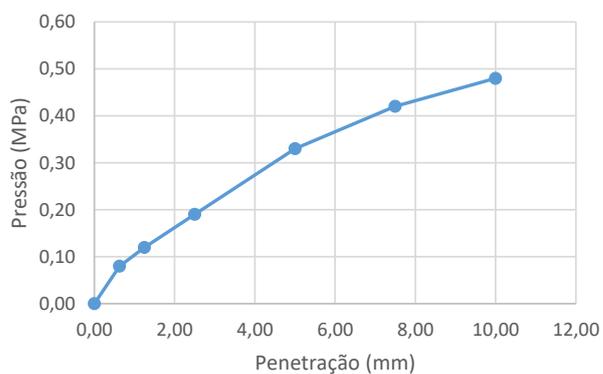
Pressão x Penetração 2



Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4

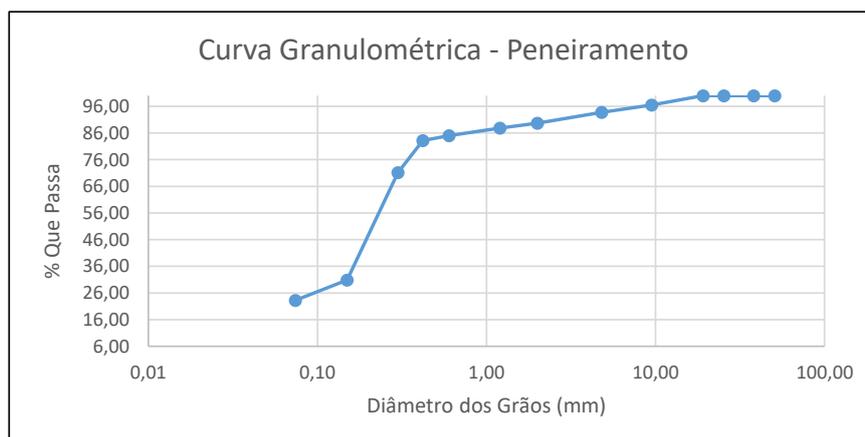


ANÁLISE GANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

| | | | | |
|--------|------------------------------------|---------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II - SH Tororó | | Ponto: | 34 |
| Data: | 13/12/2021 | Trecho: | | |

| DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA | |
|--------------------------------------|--------|
| Número da Cápsula | 94 |
| Cápsula + Solo Úmido (g) | 85,745 |
| Cápsula + Solo Seco (g) | 83,458 |
| Peso da Cápsula (g) | 14,62 |
| Peso da Água (g) | 2,287 |
| Peso do Solo Seco (g) | 68,838 |
| Umidade Higroscópica (%) | 3,32 |
| Fator de Correção - 100 / 100 + w | 0,97 |
| DADOS DA AMOSTRA | |
| Amostra Total Úmida (g) | 600,00 |
| Pedregulho (g) | 60,22 |
| Amostra que Passa na #10 Úmida (g) | 539,78 |
| Amostra que Passa na #10 Seca (g) | 522,42 |
| Peso da Água (g) | 17,36 |
| Amostra Total Seca (g) | 582,64 |
| RESUMO DA GRANULOMETRIA | |
| Pedregulho: Acima de 2,00 mm (%) | 10,34 |
| Areia Grossa: 2,00 - 0,42 mm (%) | 6,50 |
| Areia Fina: 0,42 - 0,05 mm (%) | 59,93 |
| Silte/Argila: Abaixo de 0,074 mm (%) | 23,23 |
| Total (%) | 100,00 |

| PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL | | | | | |
|-------------------------------|----------|---------------------|--------------------|-------------|------------------------------|
| Peneira | Peso (g) | Abert. Peneira (mm) | Material Retido | | % que Passa da Amostra Total |
| | | | % da Amostra Total | % Acumulada | |
| 2" | 0,00 | 50,80 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1 1/2" | 0,00 | 38,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1" | 0,00 | 25,40 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/4" | 0,00 | 19,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/8" | 20,36 | 9,50 | 3,49 | 3,49 | 96,51 |
| Nº 4 | 16,32 | 4,80 | 2,80 | 6,30 | 93,70 |
| Nº10 | 23,54 | 2,00 | 4,04 | 10,34 | 89,66 |
| Nº16 | 10,52 | 1,20 | 1,81 | 12,14 | 87,86 |
| Nº30 | 16,50 | 0,60 | 2,83 | 14,97 | 85,03 |
| Nº40 | 10,85 | 0,42 | 1,86 | 16,84 | 83,16 |
| Nº50 | 70,02 | 0,30 | 12,02 | 28,85 | 71,15 |
| Nº100 | 235,04 | 0,15 | 40,34 | 69,19 | 30,81 |
| Nº200 | 44,12 | 0,07 | 7,57 | 76,77 | 23,23 |



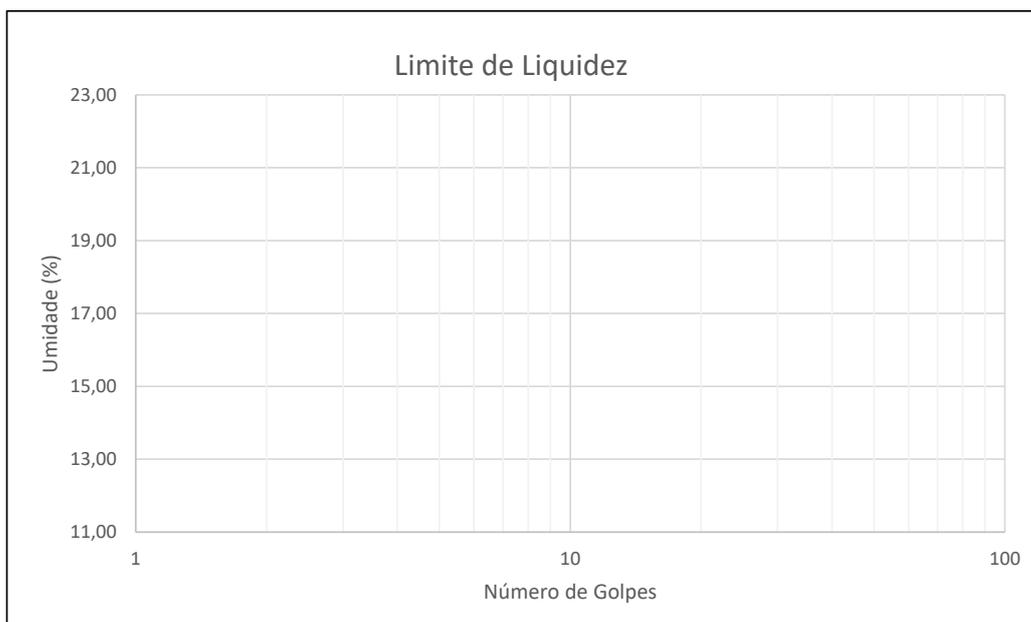
LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

| | | | | | |
|--------|------------------------------------|---------|--|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II - SH Tororó | | | Ponto: | 34 |
| Data: | 13/12/2021 | Trecho: | | | |

| LIMITE DE LIQUIDEZ | | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|--------------|-------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Nº de Golpes | Umidade (%) |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | NL |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| LIMITE DE PLASTICIDADE | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|-------------|----------------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Umidade (%) | Limite de Plast. (%) |
| | | | | | | | NP |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| RESULTADOS | |
|----------------------------|----|
| Limite de Liquidez (%) | NL |
| Limite de Plasticidade (%) | NP |
| Índice de Plasticidade (%) | - |



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

| | | | | |
|--------|------------------------------------|----------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II - SH Tororó | | Ponto: | 35 |
| Data: | 13/12/2021 | Energia: | NORMAL | |

DADOS DO ENSAIO

| | | |
|--|-------|-----------------|
| Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm: | 6,9 | MPa |
| Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm: | 10,35 | MPa |
| Diâmetro da base do pistão: | 4,96 | cm |
| Área da base do pistão: | 19,32 | cm ² |
| Constante da prensa: | 0,01 | MPa/div |

CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Molde | 16 | 54 | 39 | 50 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|
| Solo + Água + Molde (g) | 8580 | 8920 | 8860 | 9055 |
| Peso Molde (g) | 4650 | 4740 | 4690 | 5585 |
| Peso Solo + Água (g) | 3930 | 4180 | 4170 | 3470 |
| Volume Molde (cm ³) | 2187 | 2085 | 2103 | 2103 |
| Dens. Solo Úmido (kg/m ³) | 1797 | 2005 | 1983 | 1650 |
| Dens. Solo Seco (kg/m ³) | 1642 | 1779 | 1735 | 1410 |

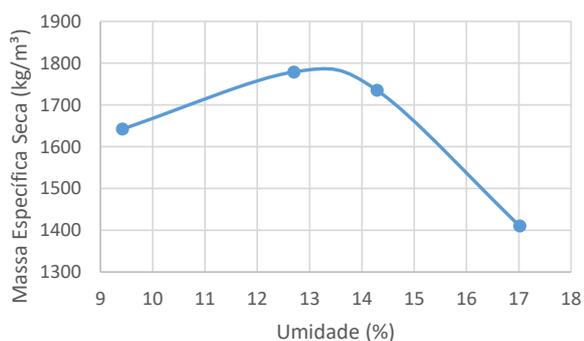
CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Cápsula | 13 | 38 | 54 | 83 | 94 | 125 | 116 | 106 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| P. Solo Úm. + C. (g) | 74,54 | 80,58 | 92,11 | 93,57 | 72,44 | 79,22 | 71,01 | 77,14 |
| P. Solo S. + Cap. (g) | 69,54 | 74,41 | 83,11 | 84,29 | 65,07 | 70,86 | 63,03 | 67,59 |
| Peso Água (g) | 5,00 | 6,17 | 9,00 | 9,28 | 7,37 | 8,36 | 7,98 | 9,55 |
| Peso Cápsula (g) | 13,32 | 12,37 | 11,57 | 11,88 | 13,62 | 12,20 | 13,79 | 14,03 |
| P. Solo Seco (g) | 56,22 | 62,04 | 71,54 | 72,41 | 51,45 | 58,66 | 49,24 | 53,56 |
| Umidade (%) | 8,89 | 9,95 | 12,58 | 12,82 | 14,32 | 14,25 | 16,21 | 17,83 |
| Umid. Média (%) | 9,42 | | 12,70 | | 14,29 | | 17,02 | |

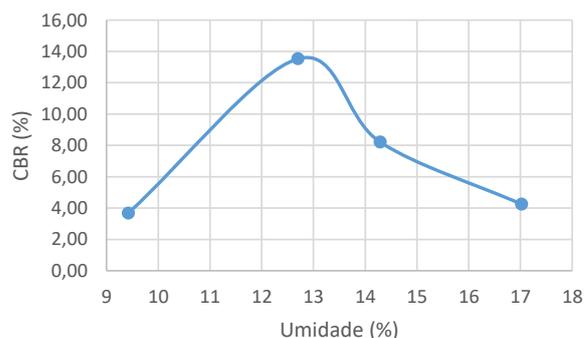
RESUMO DOS RESULTADOS

| | |
|---------------------------------------|------|
| Umidade Ótima (%) | 13,3 |
| Densidade Máxima (kg/m ³) | 1785 |
| Expansão Média (%) | 0,05 |
| ISC/CBR Final (%) | 13,4 |

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

| Penet. 1 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 11 | 0,11 | |
| 1,25 | 17 | 0,17 | |
| 2,5 | 24 | 0,24 | 3,48 |
| 5 | 38 | 0,38 | 3,67 |
| 7,5 | 51 | 0,51 | |
| 10 | 60 | 0,6 | |

| Penet. 2 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 19 | 0,19 | |
| 1,25 | 47 | 0,47 | |
| 2,5 | 85 | 0,85 | 12,32 |
| 5 | 140 | 1,4 | 13,53 |
| 7,5 | 195 | 1,95 | |
| 10 | 234 | 2,34 | |

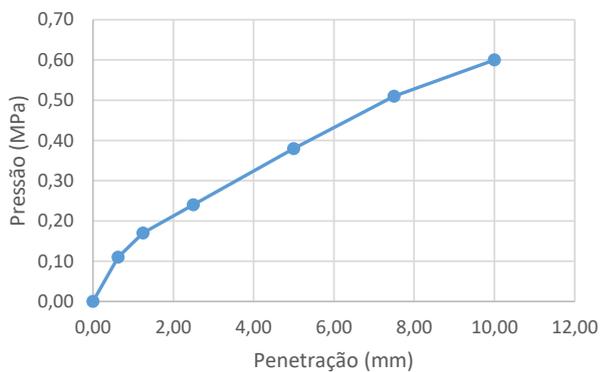
| Penet. 3 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 16 | 0,16 | |
| 1,25 | 27 | 0,27 | |
| 2,5 | 49 | 0,49 | 7,10 |
| 5 | 85 | 0,85 | 8,21 |
| 7,5 | 110 | 1,1 | |
| 10 | 128 | 1,28 | |

| Penet. 4 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 10 | 0,1 | |
| 1,25 | 14 | 0,14 | |
| 2,5 | 25 | 0,25 | 3,62 |
| 5 | 44 | 0,44 | 4,25 |
| 7,5 | 61 | 0,61 | |
| 10 | 73 | 0,73 | |

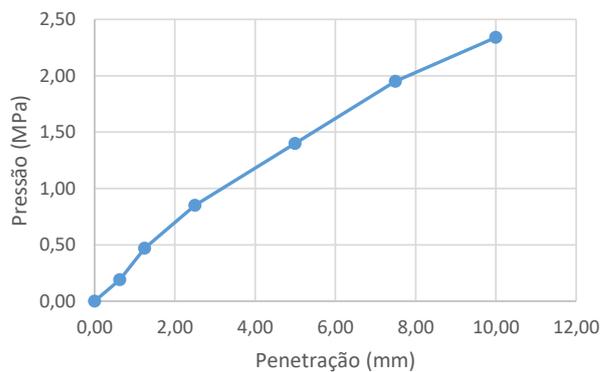
| Ponto | Umidade | C.B.R. | Umidade | Dens. S. |
|-------|---------|--------|---------|-------------------|
| | (%) | (%) | (%) | kg/m ³ |
| 16 | 9,42 | 3,67 | 9,42 | 1642 |
| 54 | 12,70 | 13,53 | 12,70 | 1779 |
| 39 | 14,29 | 8,21 | 14,29 | 1735 |
| 50 | 17,02 | 4,25 | 17,02 | 1410 |

| ENSAIO DE EXPANSÃO | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Nº Molde | 16 | 54 | 39 | 50 |
| Leitura Inicial | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Leitura Final | 1,12 | 1,10 | 1,05 | 0,96 |
| L.Final - L.Inicial | 0,12 | 0,10 | 0,05 | -0,04 |
| Altura cilindro | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 |
| (LF-LI) / Altura (%) | 0,11 | 0,09 | 0,04 | -0,04 |
| Média (%) | 0,05 | | | |

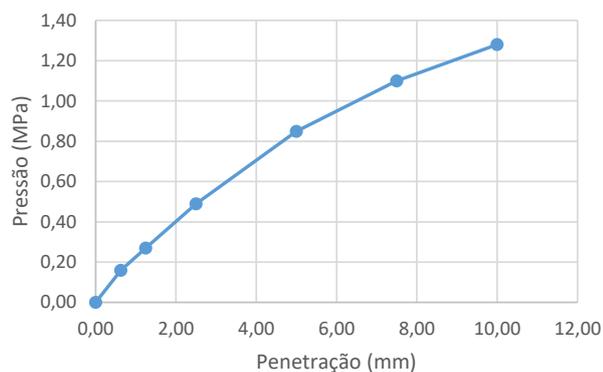
Pressão x Penetração 1



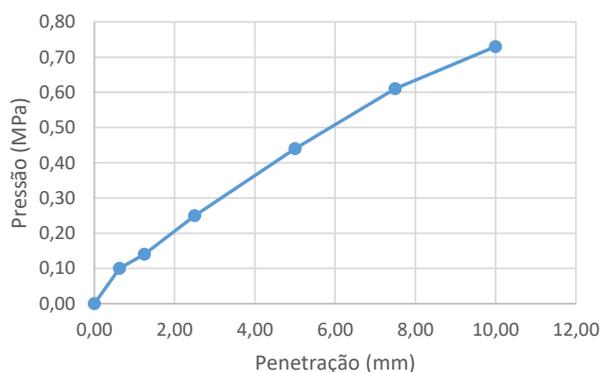
Pressão x Penetração 2



Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4

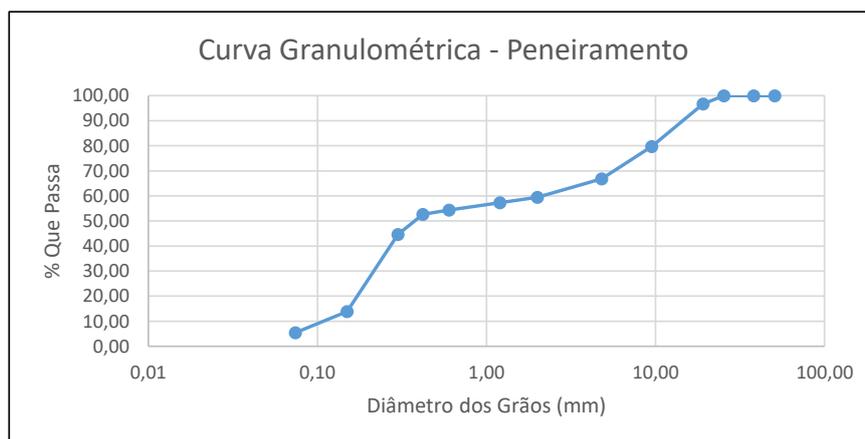


ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

| | | | |
|--------|------------------------------------|---------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II - SH Tororó | Ponto: | 35 |
| Data: | 13/12/2021 | Trecho: | |

| DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA | |
|--------------------------------------|--------|
| Número da Cápsula | 32 |
| Cápsula + Solo Úmido (g) | 82,861 |
| Cápsula + Solo Seco (g) | 80,14 |
| Peso da Cápsula (g) | 11,95 |
| Peso da Água (g) | 2,721 |
| Peso do Solo Seco (g) | 68,19 |
| Umidade Higroscópica (%) | 3,99 |
| Fator de Correção - 100 / 100 + w | 0,96 |
| DADOS DA AMOSTRA | |
| Amostra Total Úmida (g) | 600,00 |
| Pedregulho (g) | 237,55 |
| Amostra que Passa na #10 Úmida (g) | 362,45 |
| Amostra que Passa na #10 Seca (g) | 348,54 |
| Peso da Água (g) | 13,91 |
| Amostra Total Seca (g) | 586,09 |
| RESUMO DA GRANULOMETRIA | |
| Pedregulho: Acima de 2,00 mm (%) | 40,53 |
| Areia Grossa: 2,00 - 0,42 mm (%) | 6,87 |
| Areia Fina: 0,42 - 0,05 mm (%) | 47,19 |
| Silte/Argila: Abaixo de 0,074 mm (%) | 5,41 |
| Total (%) | 100,00 |

| PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL | | | | | |
|-------------------------------|----------|---------------------|--------------------|-------------|------------------------------|
| Peneira | Peso (g) | Abert. Peneira (mm) | Material Retido | | % que Passa da Amostra Total |
| | | | % da Amostra Total | % Acumulada | |
| 2" | 0,00 | 50,80 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1 1/2" | 0,00 | 38,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1" | 0,00 | 25,40 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/4" | 19,53 | 19,10 | 3,33 | 3,33 | 96,67 |
| 3/8" | 99,53 | 9,50 | 16,98 | 20,31 | 79,69 |
| Nº 4 | 75,24 | 4,80 | 12,84 | 33,15 | 66,85 |
| Nº10 | 43,25 | 2,00 | 7,38 | 40,53 | 59,47 |
| Nº16 | 13,02 | 1,20 | 2,22 | 42,75 | 57,25 |
| Nº30 | 16,85 | 0,60 | 2,87 | 45,63 | 54,37 |
| Nº40 | 10,41 | 0,42 | 1,78 | 47,40 | 52,60 |
| Nº50 | 46,52 | 0,30 | 7,94 | 55,34 | 44,66 |
| Nº100 | 180,42 | 0,15 | 30,78 | 86,12 | 13,88 |
| Nº200 | 49,61 | 0,07 | 8,46 | 94,59 | 5,41 |



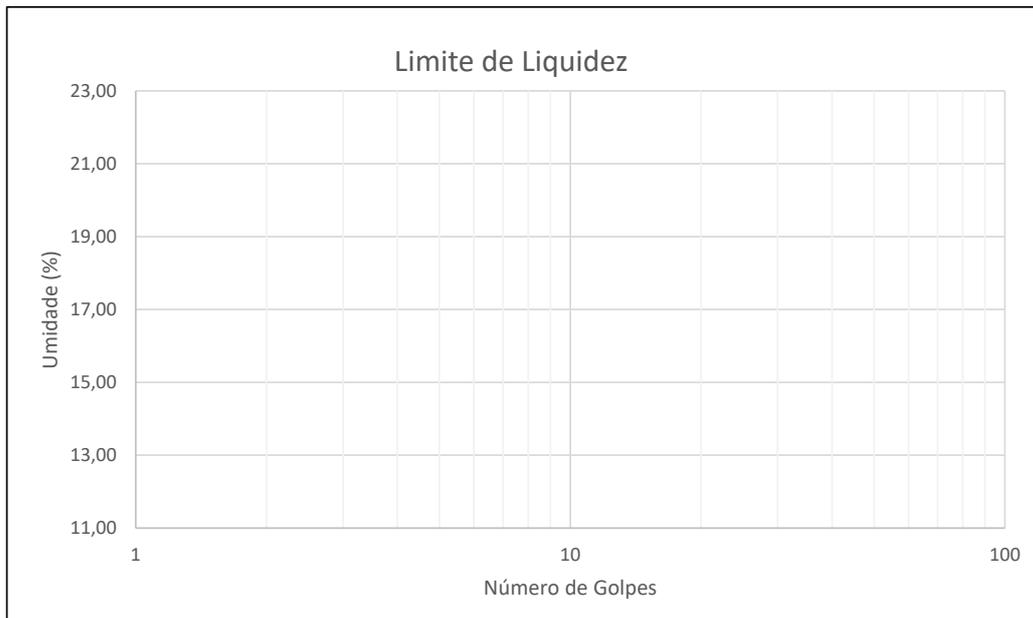
LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

| | | | | | |
|--------|------------------------------------|---------|--|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II - SH Tororó | | | Ponto: | 35 |
| Data: | 13/12/2021 | Trecho: | | | |

| LIMITE DE LIQUIDEZ | | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|--------------|-------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Nº de Golpes | Umidade (%) |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | NL |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| LIMITE DE PLASTICIDADE | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|-------------|----------------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Umidade (%) | Limite de Plast. (%) |
| | | | | | | | NP |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| RESULTADOS | |
|----------------------------|----|
| Limite de Liquidez (%) | NL |
| Limite de Plasticidade (%) | NP |
| Índice de Plasticidade (%) | - |



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

| | | | | | |
|--------|------------------------|----------|--------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | | Ponto: | 36 |
| Data: | 13/12/2021 | Energia: | NORMAL | | |

DADOS DO ENSAIO

| | | |
|--|-------|-----------------|
| Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm: | 6,9 | MPa |
| Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm: | 10,35 | MPa |
| Diâmetro da base do pistão: | 4,96 | cm |
| Área da base do pistão: | 19,32 | cm ² |
| Constante da prensa: | 0,01 | MPa/div |

CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Molde | 56 | 46 | 30 | 20 | 7 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Solo + Água + Molde (g) | 8200 | 8370 | 8595 | 8845 | 8570 |
| Peso Molde (g) | 4785 | 4745 | 4720 | 4620 | 4500 |
| Peso Solo + Água (g) | 3415 | 3625 | 3875 | 4225 | 4070 |
| Volume Molde (cm ³) | 2187 | 2085 | 2085 | 2103 | 2121 |
| Dens. Solo Úmido (kg/m ³) | 1561 | 1739 | 1859 | 2009 | 1919 |
| Dens. Solo Seco (kg/m ³) | 1471 | 1616 | 1709 | 1808 | 1691 |

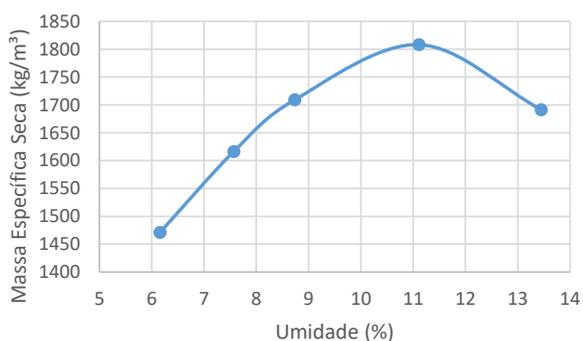
CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Cápsula | 112 | 123 | 107 | 91 | 80 | 17 | 44 | 63 | 77 | 35 |
|-----------------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| P. Solo Úm. + C. (g) | 104,36 | 111,65 | 98,17 | 93,38 | 87,41 | 89,72 | 83,89 | 87,58 | 102,49 | 98,09 |
| P. Solo S. + Cap. (g) | 99,66 | 105,32 | 92,22 | 87,69 | 81,28 | 83,64 | 76,73 | 80,06 | 91,86 | 87,98 |
| Peso Água (g) | 4,70 | 6,33 | 5,95 | 5,69 | 6,13 | 6,08 | 7,16 | 7,52 | 10,63 | 10,11 |
| Peso Cápsula (g) | 11,34 | 14,75 | 14,51 | 11,62 | 12,28 | 12,86 | 12,77 | 11,87 | 12,99 | 12,64 |
| P. Solo Seco (g) | 88,32 | 90,57 | 77,71 | 76,07 | 69,00 | 70,78 | 63,96 | 68,19 | 78,87 | 75,34 |
| Umidade (%) | 5,32 | 6,99 | 7,66 | 7,48 | 8,88 | 8,59 | 11,19 | 11,03 | 13,48 | 13,42 |
| Umid. Média (%) | 6,16 | | 7,57 | | 8,74 | | 11,11 | | 13,45 | |

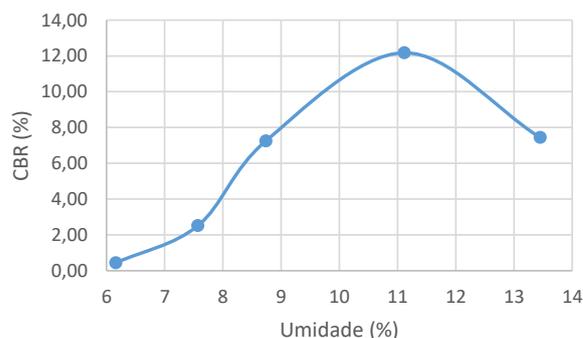
RESUMO DOS RESULTADOS

| | |
|---------------------------------------|------|
| Umidade Ótima (%) | 11,1 |
| Densidade Máxima (kg/m ³) | 1808 |
| Expansão Média (%) | 0,05 |
| ISC/CBR Final (%) | 12,2 |

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

| Penet. 1 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 1 | 0,01 | |
| 1,25 | 2 | 0,02 | |
| 2,5 | 3 | 0,03 | 0,43 |
| 5 | 4 | 0,04 | 0,39 |
| 7,5 | 5 | 0,05 | |
| 10 | 6 | 0,06 | |

| Penet. 2 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 5 | 0,05 | |
| 1,25 | 9 | 0,09 | |
| 2,5 | 17 | 0,17 | 2,46 |
| 5 | 26 | 0,26 | 2,51 |
| 7,5 | 34 | 0,34 | |
| 10 | 40 | 0,4 | |

| Penet. 3 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 19 | 0,19 | |
| 1,25 | 42 | 0,42 | |
| 2,5 | 50 | 0,5 | 7,25 |
| 5 | 71 | 0,71 | 6,86 |
| 7,5 | 88 | 0,88 | |
| 10 | 100 | 1 | |

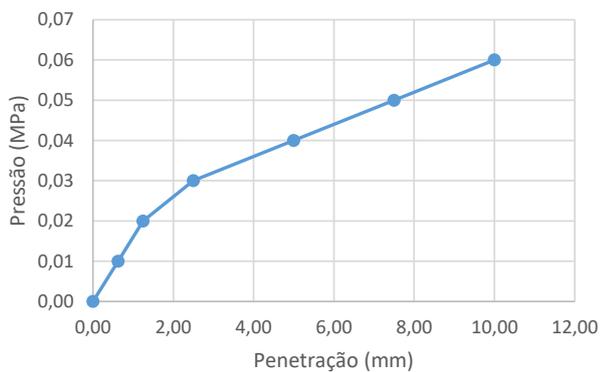
| Penet. 4 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 21 | 0,21 | |
| 1,25 | 60 | 0,6 | |
| 2,5 | 80 | 0,8 | 11,59 |
| 5 | 126 | 1,26 | 12,17 |
| 7,5 | 178 | 1,78 | |
| 10 | 214 | 2,14 | |

| Penet. 5 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 12 | 0,12 | |
| 1,25 | 19 | 0,19 | |
| 2,5 | 46 | 0,46 | 6,67 |
| 5 | 77 | 0,77 | 7,44 |
| 7,5 | 109 | 1,09 | |
| 10 | 131 | 1,31 | |

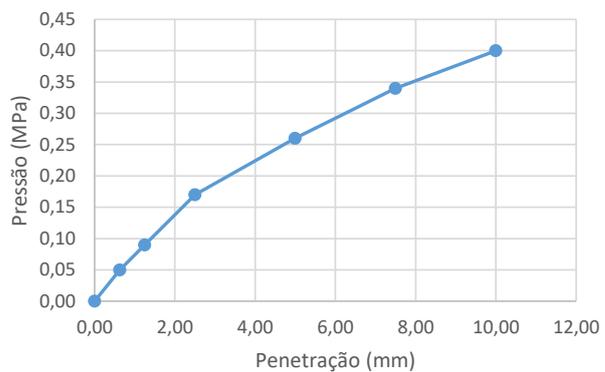
| Ponto | Umidade | C.B.R. | Umidade | Dens. S. |
|-------|---------|--------|---------|-------------------|
| | (%) | (%) | (%) | kg/m ³ |
| 56 | 6,16 | 0,43 | 6,16 | 1471 |
| 46 | 7,57 | 2,51 | 7,57 | 1616 |
| 30 | 8,74 | 7,25 | 8,74 | 1709 |
| 20 | 11,11 | 12,17 | 11,11 | 1808 |
| 7 | 13,45 | 7,44 | 13,45 | 1691 |

| ENSAIO DE EXPANSÃO | | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Nº Molde | 56 | 46 | 30 | 20 | 7 |
| Leitura Inicial | 3,00 | 3,00 | 6,00 | 3,00 | 3,00 |
| Leitura Final | 3,12 | 3,09 | 6,10 | 3,00 | 2,97 |
| L.Final - L.Inicial | 0,12 | 0,09 | 0,10 | 0,00 | -0,03 |
| Altura cilindro | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 |
| (LF-LI) / Altura (%) | 0,11 | 0,08 | 0,09 | 0,00 | -0,03 |
| Média (%) | 0,05 | | | | |

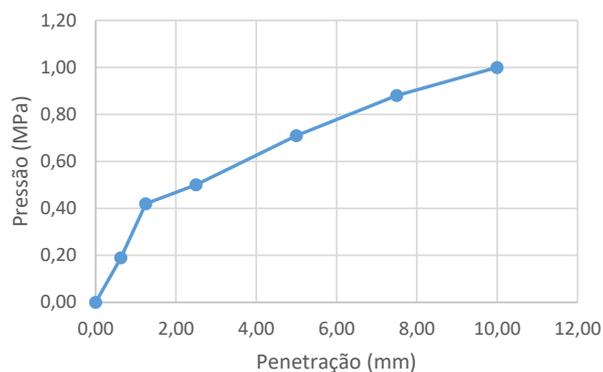
Pressão x Penetração 1



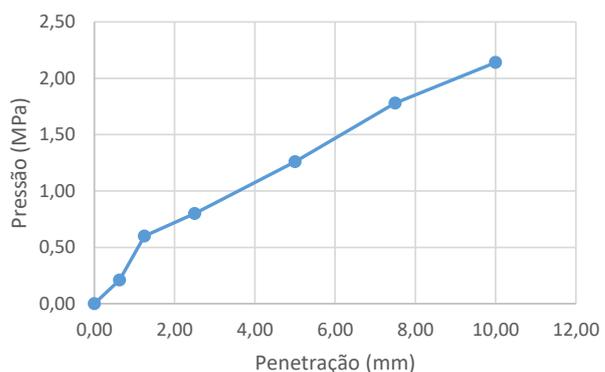
Pressão x Penetração 2



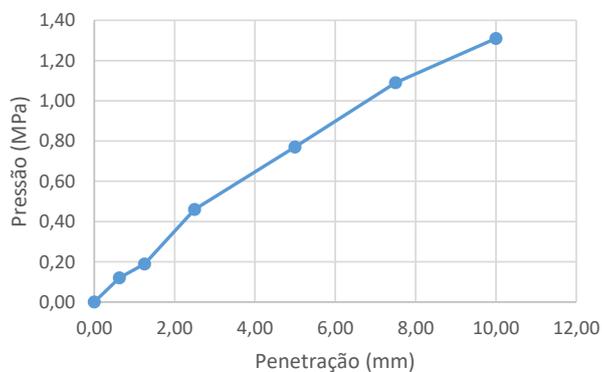
Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4



Pressão x Penetração 5

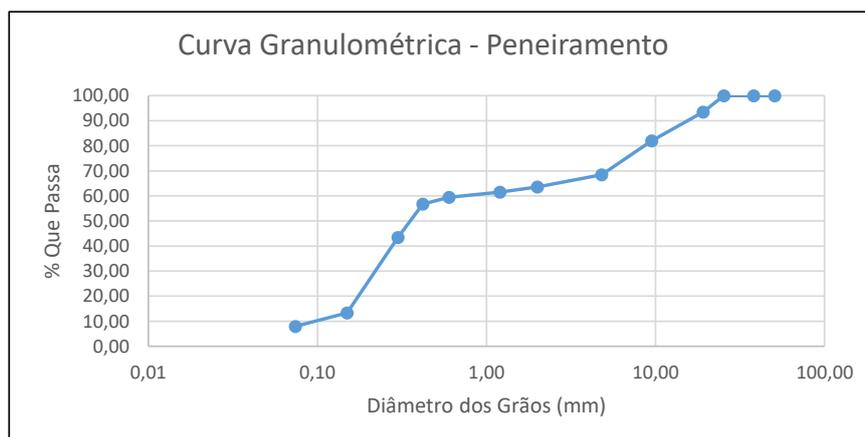


ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

| | | | | |
|--------|------------------------|---------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | Ponto: | 36 |
| Data: | 13/12/2021 | Trecho: | | |

| DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA | |
|--------------------------------------|--------|
| Número da Cápsula | 50 |
| Cápsula + Solo Úmido (g) | 116,86 |
| Cápsula + Solo Seco (g) | 114,23 |
| Peso da Cápsula (g) | 12,57 |
| Peso da Água (g) | 2,63 |
| Peso do Solo Seco (g) | 101,66 |
| Umidade Higroscópica (%) | 2,59 |
| Fator de Correção - 100 / 100 + w | 0,97 |
| DADOS DA AMOSTRA | |
| Amostra Total Úmida (g) | 600,00 |
| Pedregulho (g) | 215,28 |
| Amostra que Passa na #10 Úmida (g) | 384,72 |
| Amostra que Passa na #10 Seca (g) | 375,02 |
| Peso da Água (g) | 9,70 |
| Amostra Total Seca (g) | 590,30 |
| RESUMO DA GRANULOMETRIA | |
| Pedregulho: Acima de 2,00 mm (%) | 36,47 |
| Areia Grossa: 2,00 - 0,42 mm (%) | 6,75 |
| Areia Fina: 0,042 - 0,05 mm (%) | 48,82 |
| Silte/Argila: Abaixo de 0,05 mm (%) | 7,96 |
| Total (%) | 100,00 |

| PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL | | | | | |
|-------------------------------|----------|---------------------|--------------------|-------------|------------------------------|
| Peneira | Peso (g) | Abert. Peneira (mm) | Material Retido | | % que Passa da Amostra Total |
| | | | % da Amostra Total | % Acumulada | |
| 2" | 0,00 | 50,80 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1 1/2" | 0,00 | 38,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1" | 0,00 | 25,40 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/4" | 38,45 | 19,10 | 6,51 | 6,51 | 93,49 |
| 3/8" | 67,95 | 9,50 | 11,51 | 18,02 | 81,98 |
| Nº 4 | 80,13 | 4,80 | 13,57 | 31,60 | 68,40 |
| Nº10 | 28,75 | 2,00 | 4,87 | 36,47 | 63,53 |
| Nº16 | 11,74 | 1,20 | 1,99 | 38,46 | 61,54 |
| Nº30 | 12,23 | 0,60 | 2,07 | 40,53 | 59,47 |
| Nº40 | 15,86 | 0,42 | 2,69 | 43,22 | 56,78 |
| Nº50 | 78,77 | 0,30 | 13,34 | 56,56 | 43,44 |
| Nº100 | 177,94 | 0,15 | 30,14 | 86,71 | 13,29 |
| Nº200 | 31,50 | 0,07 | 5,34 | 92,04 | 7,96 |



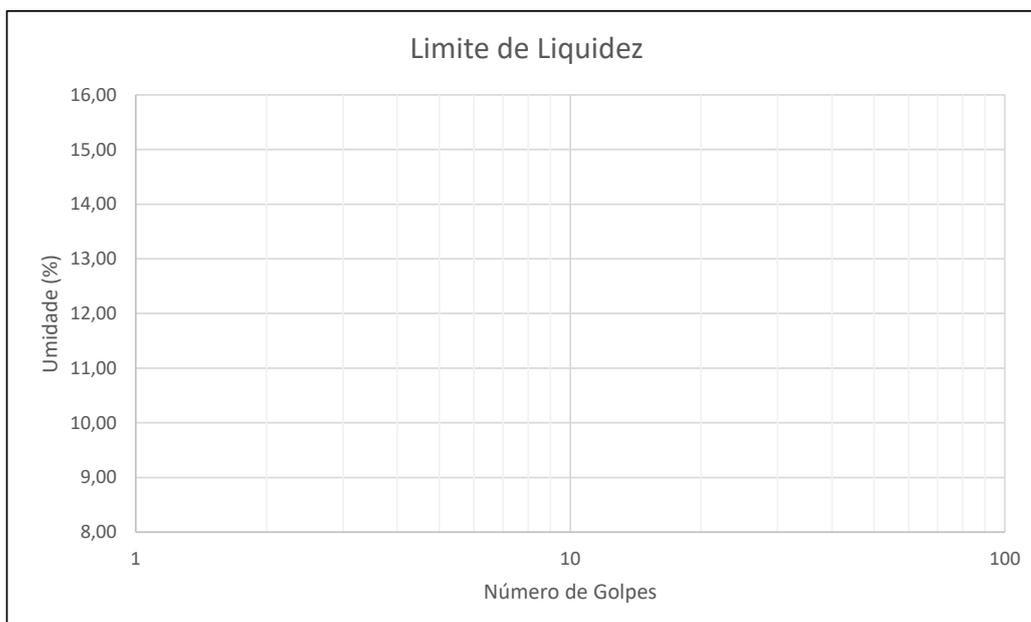
LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

| | | | | | |
|--------|------------------------|---------|--|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | | Ponto: | 36 |
| Data: | 13/12/2021 | Trecho: | | | |

| LIMITE DE LIQUIDEZ | | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|--------------|-------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Nº de Golpes | Umidade (%) |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | NL |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| LIMITE DE PLASTICIDADE | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|-------------|----------------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Umidade (%) | Limite de Plast. (%) |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | NP |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| RESULTADOS | |
|----------------------------|----|
| Limite de Liquidez (%) | NL |
| Limite de Plasticidade (%) | NP |
| Índice de Plasticidade (%) | - |



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

| | | | | | |
|--------|------------------------------------|----------|--------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II - SH Tororó | | | Ponto: | 37 |
| Data: | 13/12/2021 | Energia: | NORMAL | | |

DADOS DO ENSAIO

| | | |
|--|-------|-----------------|
| Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm: | 6,9 | MPa |
| Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm: | 10,35 | MPa |
| Diâmetro da base do pistão: | 4,96 | cm |
| Área da base do pistão: | 19,32 | cm ² |
| Constante da prensa: | 0,01 | MPa/div |

CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Molde | 53 | 42 | 29 | 19 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|
| Solo + Água + Molde (g) | 8670 | 8820 | 8910 | 8745 |
| Peso Molde (g) | 4835 | 4740 | 4735 | 4685 |
| Peso Solo + Água (g) | 3835 | 4080 | 4175 | 4060 |
| Volume Molde (cm ³) | 2103 | 2085 | 2085 | 2085 |
| Dens. Solo Úmido (kg/m ³) | 1824 | 1957 | 2002 | 1947 |
| Dens. Solo Seco (kg/m ³) | 1596 | 1677 | 1692 | 1613 |

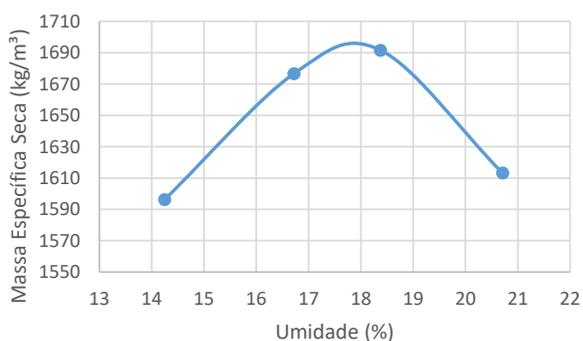
CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Cápsula | 14 | 81 | 86 | 122 | 113 | 109 | 60 | 83 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| P. Solo Úm. + C. (g) | 75,55 | 71,83 | 74,60 | 72,30 | 85,29 | 82,35 | 72,23 | 78,01 |
| P. Solo S. + Cap. (g) | 67,62 | 64,60 | 66,11 | 63,73 | 73,56 | 72,76 | 62,15 | 66,77 |
| Peso Água (g) | 7,93 | 7,23 | 8,49 | 8,57 | 11,72 | 9,59 | 10,08 | 11,24 |
| Peso Cápsula (g) | 13,25 | 12,59 | 13,59 | 14,16 | 15,75 | 14,56 | 13,27 | 12,72 |
| P. Solo Seco (g) | 54,37 | 52,01 | 52,52 | 49,57 | 57,81 | 58,20 | 48,88 | 54,05 |
| Umidade (%) | 14,59 | 13,90 | 16,15 | 17,28 | 20,28 | 16,47 | 20,63 | 20,79 |
| Umid. Média (%) | 14,25 | | 16,72 | | 18,37 | | 20,71 | |

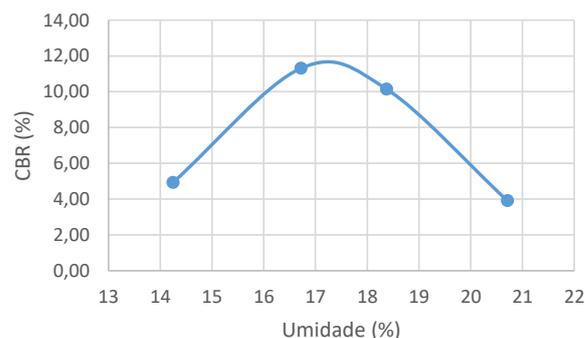
RESUMO DOS RESULTADOS

| | |
|---------------------------------------|------|
| Umidade Ótima (%) | 17,9 |
| Densidade Máxima (kg/m ³) | 1695 |
| Expansão Média (%) | 0,02 |
| ISC/CBR Final (%) | 10,9 |

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

| Penet. 1 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 12 | 0,12 | |
| 1,25 | 23 | 0,23 | |
| 2,5 | 34 | 0,34 | 4,93 |
| 5 | 41 | 0,41 | 3,96 |
| 7,5 | 50 | 0,5 | |
| 10 | 56 | 0,56 | |

| Penet. 2 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 23 | 0,23 | |
| 1,25 | 46 | 0,46 | |
| 2,5 | 69 | 0,69 | 10,00 |
| 5 | 117 | 1,17 | 11,30 |
| 7,5 | 165 | 1,65 | |
| 10 | 199 | 1,99 | |

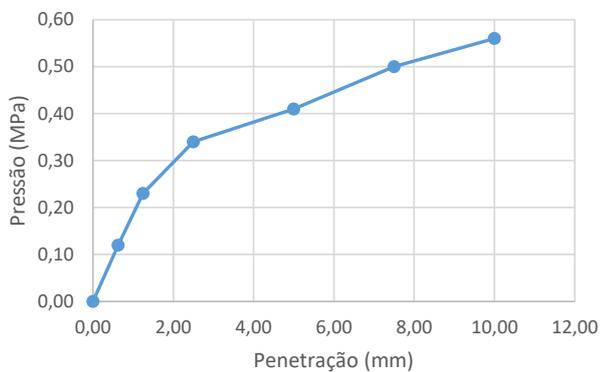
| Penet. 3 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 19 | 0,19 | |
| 1,25 | 39 | 0,39 | |
| 2,5 | 63 | 0,63 | 9,13 |
| 5 | 105 | 1,05 | 10,14 |
| 7,5 | 142 | 1,42 | |
| 10 | 168 | 1,68 | |

| Penet. 4 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 10 | 0,1 | |
| 1,25 | 19 | 0,19 | |
| 2,5 | 27 | 0,27 | 3,91 |
| 5 | 36 | 0,36 | 3,48 |
| 7,5 | 43 | 0,43 | |
| 10 | 48 | 0,48 | |

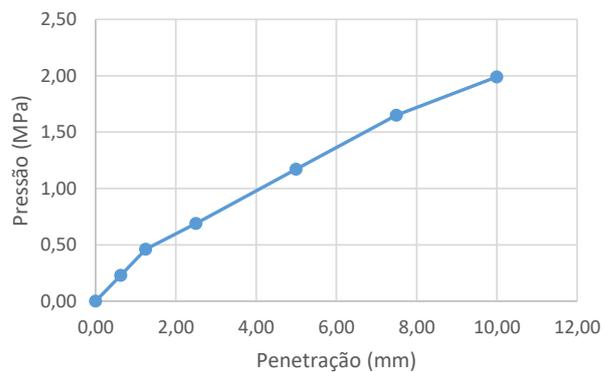
| Ponto | Umidade | C.B.R. | Umidade | Dens. S. |
|-------|---------|--------|---------|-------------------|
| | (%) | (%) | (%) | kg/m ³ |
| 53 | 14,25 | 4,93 | 14,25 | 1596 |
| 42 | 16,72 | 11,30 | 16,72 | 1677 |
| 29 | 18,37 | 10,14 | 18,37 | 1692 |
| 19 | 20,71 | 3,91 | 20,71 | 1613 |

| ENSAIO DE EXPANSÃO | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Nº Molde | 53 | 42 | 29 | 19 |
| Leitura Inicial | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Leitura Final | 1,06 | 1,03 | 0,99 | 1,00 |
| L.Final - L.Inicial | 0,06 | 0,03 | -0,01 | 0,00 |
| Altura cilindro | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 |
| (LF-LI) / Altura (%) | 0,05 | 0,03 | -0,01 | 0,00 |
| Média (%) | 0,02 | | | |

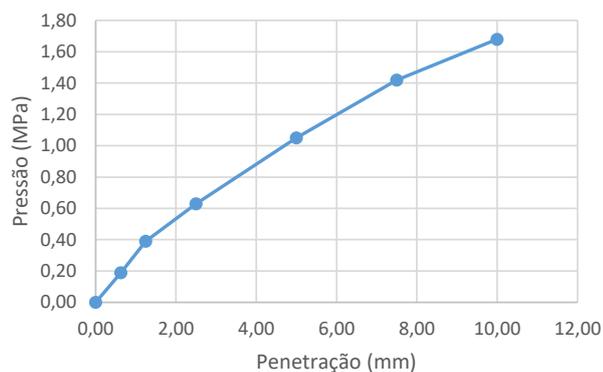
Pressão x Penetração 1



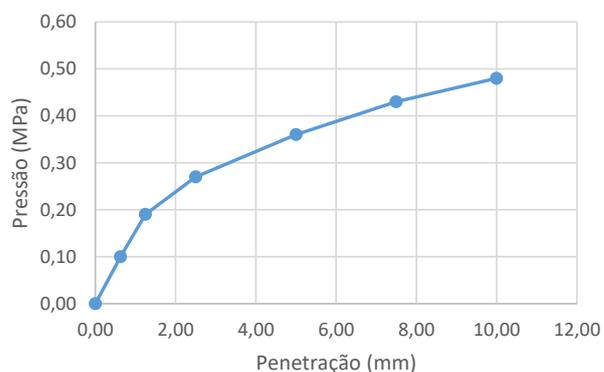
Pressão x Penetração 2



Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4

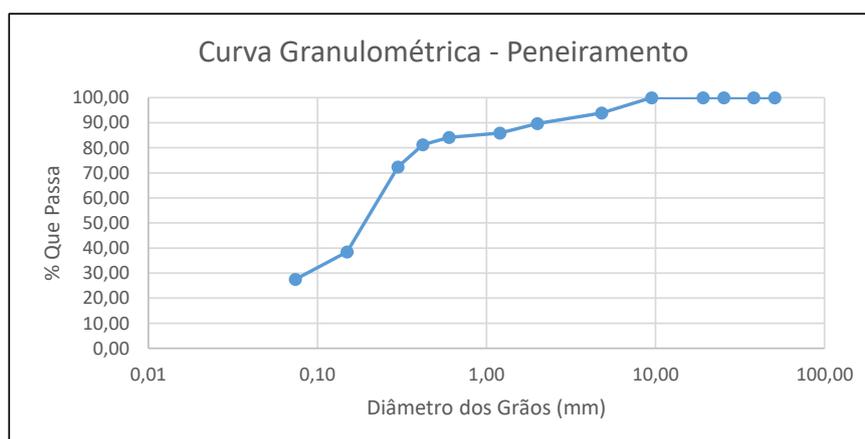


ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

| | | | | |
|--------|------------------------------------|---------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II - SH Tororó | | Ponto: | 37 |
| Data: | 13/12/2021 | Trecho: | | |

| DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA | |
|--------------------------------------|--------|
| Número da Cápsula | 19 |
| Cápsula + Solo Úmido (g) | 94,78 |
| Cápsula + Solo Seco (g) | 91,37 |
| Peso da Cápsula (g) | 12,31 |
| Peso da Água (g) | 3,405 |
| Peso do Solo Seco (g) | 79,064 |
| Umidade Higroscópica (%) | 4,31 |
| Fator de Correção - 100 / 100 + w | 0,96 |
| DADOS DA AMOSTRA | |
| Amostra Total Úmida (g) | 600,00 |
| Pedregulho (g) | 59,55 |
| Amostra que Passa na #10 Úmida (g) | 540,45 |
| Amostra que Passa na #10 Seca (g) | 518,14 |
| Peso da Água (g) | 22,31 |
| Amostra Total Seca (g) | 577,69 |
| RESUMO DA GRANULOMETRIA | |
| Pedregulho: Acima de 2,00 mm (%) | 10,31 |
| Areia Grossa: 2,00 - 0,42 mm (%) | 8,49 |
| Areia Fina: 0,42 - 0,05 mm (%) | 53,72 |
| Silte/Argila: Abaixo de 0,074 mm (%) | 27,48 |
| Total (%) | 100,00 |

| PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL | | | | | |
|-------------------------------|----------|---------------------|--------------------|-------------|------------------------------|
| Peneira | Peso (g) | Abert. Peneira (mm) | Material Retido | | % que Passa da Amostra Total |
| | | | % da Amostra Total | % Acumulada | |
| 2" | 0,00 | 50,80 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1 1/2" | 0,00 | 38,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1" | 0,00 | 25,40 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/4" | 0,00 | 19,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/8" | 0,00 | 9,50 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| Nº 4 | 35,12 | 4,80 | 6,08 | 6,08 | 93,92 |
| Nº10 | 24,43 | 2,00 | 4,23 | 10,31 | 89,69 |
| Nº16 | 21,89 | 1,20 | 3,79 | 14,10 | 85,90 |
| Nº30 | 10,02 | 0,60 | 1,73 | 15,83 | 84,17 |
| Nº40 | 17,13 | 0,42 | 2,97 | 18,80 | 81,20 |
| Nº50 | 51,42 | 0,30 | 8,90 | 27,70 | 72,30 |
| Nº100 | 195,64 | 0,15 | 33,87 | 61,56 | 38,44 |
| Nº200 | 63,27 | 0,07 | 10,95 | 72,52 | 27,48 |



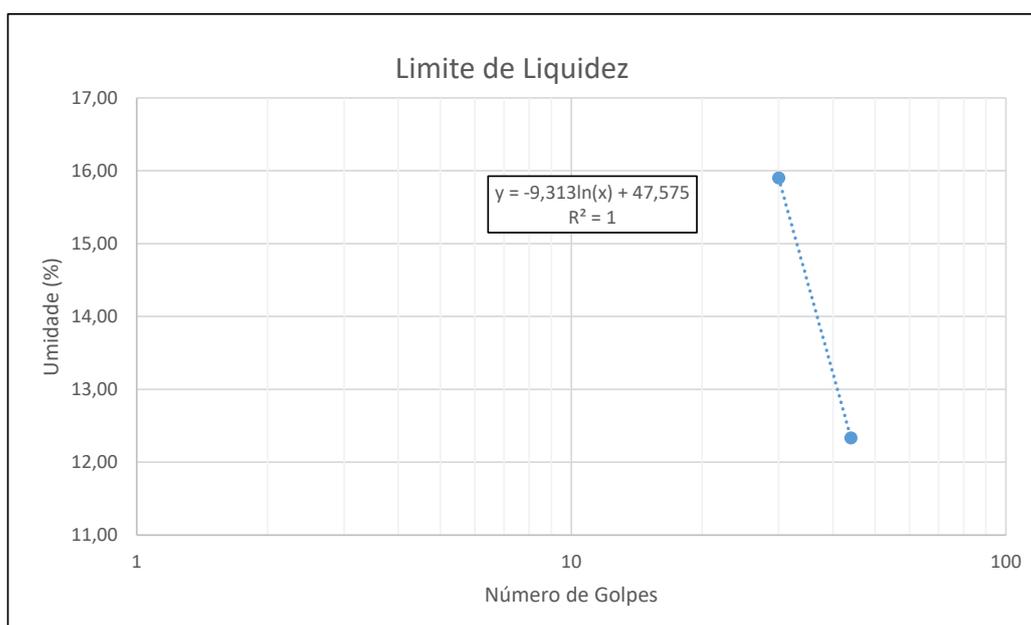
LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

| | | | | | |
|--------|------------------------------------|---------|--|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II - SH Tororó | | | Ponto: | 37 |
| Data: | 13/12/2021 | Trecho: | | | |

| LIMITE DE LIQUIDEZ | | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|--------------|-------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Nº de Golpes | Umidade (%) |
| 52 | 21,01 | 19,04 | 3,11 | 1,97 | 15,93 | 44 | 12,33 |
| 66 | 27,74 | 24,76 | 6,05 | 2,98 | 18,71 | 30 | 15,90 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| LIMITE DE PLASTICIDADE | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|-------------|----------------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Umidade (%) | Limite de Plast. (%) |
| | | | | | | | NP |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| RESULTADOS | |
|----------------------------|------|
| Limite de Liquidez (%) | 17,6 |
| Limite de Plasticidade (%) | NP |
| Índice de Plasticidade (%) | - |



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

| | | | | | |
|--------|------------------------|----------|--------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | | Ponto: | 38 |
| Data: | 13/12/2021 | Energia: | NORMAL | | |

DADOS DO ENSAIO

| | | |
|--|-------|-----------------|
| Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm: | 6,9 | MPa |
| Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm: | 10,35 | MPa |
| Diâmetro da base do pistão: | 4,96 | cm |
| Área da base do pistão: | 19,32 | cm ² |
| Constante da prensa: | 0,01 | MPa/div |

CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Molde | 5 | 17 | 26 | 37 | 52 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Solo + Água + Molde (g) | 7800 | 8215 | 8500 | 8710 | 8810 |
| Peso Molde (g) | 4655 | 4790 | 4720 | 4735 | 4910 |
| Peso Solo + Água (g) | 3145 | 3425 | 3780 | 3975 | 3900 |
| Volume Molde (cm ³) | 2085 | 2085 | 2067 | 2085 | 2085 |
| Dens. Solo Úmido (kg/m ³) | 1508 | 1643 | 1829 | 1906 | 1871 |
| Dens. Solo Seco (kg/m ³) | 1424 | 1532 | 1675 | 1712 | 1656 |

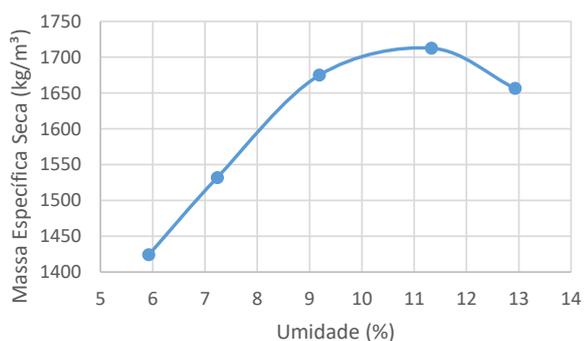
CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Cápsula | 114 | 130 | 82 | 99 | 68 | 49 | 27 | 8 | 20 | 37 |
|-----------------------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| P. Solo Úm. + C. (g) | 97,39 | 104,44 | 85,54 | 101,11 | 91,58 | 85,43 | 86,61 | 83,24 | 90,56 | 90,40 |
| P. Solo S. + Cap. (g) | 92,78 | 99,73 | 80,71 | 95,08 | 85,04 | 79,12 | 78,95 | 76,05 | 81,67 | 81,49 |
| Peso Água (g) | 4,61 | 4,71 | 4,83 | 6,03 | 6,54 | 6,31 | 7,66 | 7,19 | 8,89 | 8,91 |
| Peso Cápsula (g) | 13,38 | 21,77 | 12,06 | 13,93 | 11,91 | 12,21 | 12,23 | 11,72 | 13,88 | 11,58 |
| P. Solo Seco (g) | 79,40 | 77,96 | 68,65 | 81,15 | 73,13 | 66,91 | 66,72 | 64,33 | 67,79 | 69,91 |
| Umidade (%) | 5,81 | 6,04 | 7,04 | 7,43 | 8,94 | 9,43 | 11,48 | 11,18 | 13,11 | 12,74 |
| Umid. Média (%) | 5,92 | | 7,23 | | 9,19 | | 11,33 | | 12,93 | |

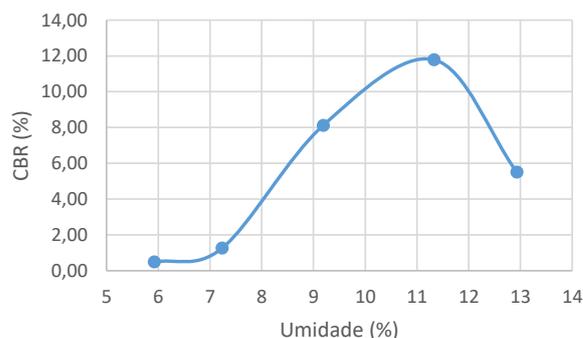
RESUMO DOS RESULTADOS

| | |
|---------------------------------------|------|
| Umidade Ótima (%) | 11,3 |
| Densidade Máxima (kg/m ³) | 1712 |
| Expansão Média (%) | 0,03 |
| ISC/CBR Final (%) | 11,8 |

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

| Penet. 1 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 1 | 0,01 | |
| 1,25 | 1 | 0,01 | |
| 2,5 | 2 | 0,02 | 0,29 |
| 5 | 5 | 0,05 | 0,48 |
| 7,5 | 7 | 0,07 | |
| 10 | 8 | 0,08 | |

| Penet. 2 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 4 | 0,04 | |
| 1,25 | 6 | 0,06 | |
| 2,5 | 8 | 0,08 | 1,16 |
| 5 | 13 | 0,13 | 1,26 |
| 7,5 | 16 | 0,16 | |
| 10 | 18 | 0,18 | |

| Penet. 3 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 15 | 0,15 | |
| 1,25 | 31 | 0,31 | |
| 2,5 | 56 | 0,56 | 8,12 |
| 5 | 75 | 0,75 | 7,25 |
| 7,5 | 105 | 1,05 | |
| 10 | 126 | 1,26 | |

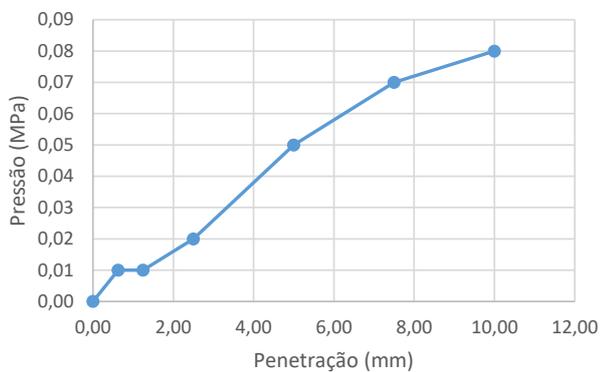
| Penet. 4 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 17 | 0,17 | |
| 1,25 | 44 | 0,44 | |
| 2,5 | 74 | 0,74 | 10,72 |
| 5 | 122 | 1,22 | 11,79 |
| 7,5 | 162 | 1,62 | |
| 10 | 190 | 1,9 | |

| Penet. 5 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 10 | 0,1 | |
| 1,25 | 17 | 0,17 | |
| 2,5 | 38 | 0,38 | 5,51 |
| 5 | 57 | 0,57 | 5,51 |
| 7,5 | 69 | 0,69 | |
| 10 | 77 | 0,77 | |

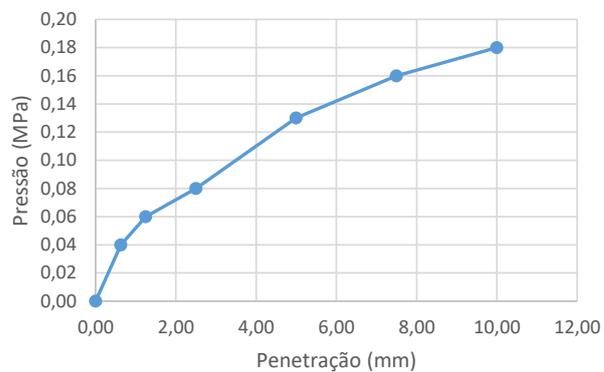
| Ponto | Umidade | C.B.R. | Umidade | Dens. S. |
|-------|---------|--------|---------|-------------------|
| | (%) | (%) | (%) | kg/m ³ |
| 5 | 5,92 | 0,48 | 5,92 | 1424 |
| 17 | 7,23 | 1,26 | 7,23 | 1532 |
| 26 | 9,19 | 8,12 | 9,19 | 1675 |
| 37 | 11,33 | 11,79 | 11,33 | 1712 |
| 52 | 12,93 | 5,51 | 12,93 | 1656 |

| ENSAIO DE EXPANSÃO | | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Nº Molde | 5 | 17 | 26 | 37 | 52 |
| Leitura Inicial | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| Leitura Final | 3,08 | 3,10 | 3,00 | 3,01 | 3,00 |
| L.Final - L.Inicial | 0,08 | 0,10 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| Altura cilindro | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 |
| (LF-LI) / Altura (%) | 0,07 | 0,09 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| Média (%) | 0,03 | | | | |

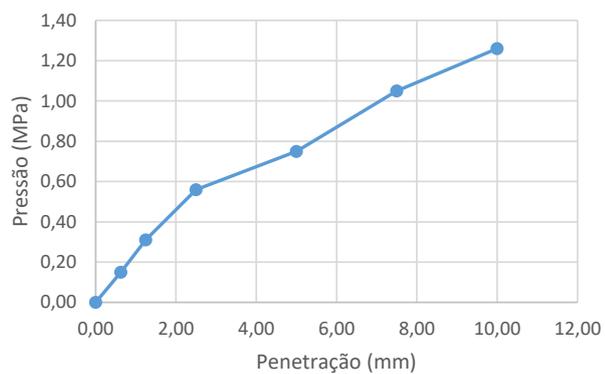
Pressão x Penetração 1



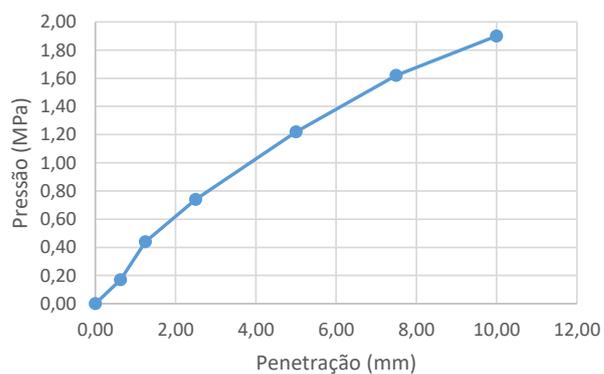
Pressão x Penetração 2



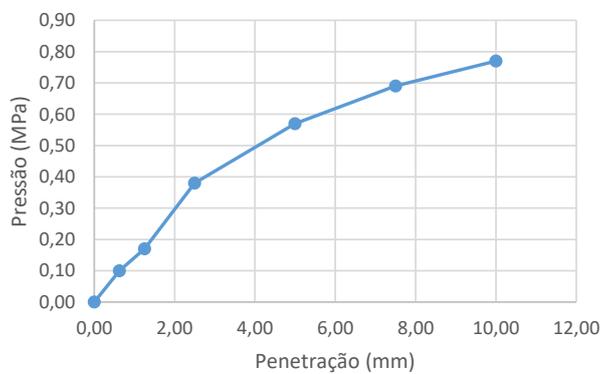
Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4



Pressão x Penetração 5

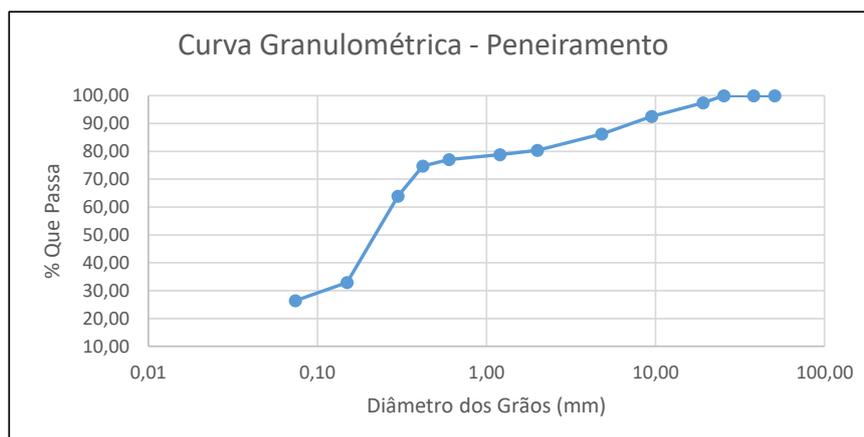


ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

| | | | | |
|--------|------------------------|---------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | Ponto: | 38 |
| Data: | 13/12/2021 | Trecho: | | |

| DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA | |
|--------------------------------------|--------|
| Número da Cápsula | 111 |
| Cápsula + Solo Úmido (g) | 94,08 |
| Cápsula + Solo Seco (g) | 91,86 |
| Peso da Cápsula (g) | 15,96 |
| Peso da Água (g) | 2,22 |
| Peso do Solo Seco (g) | 75,9 |
| Umidade Higroscópica (%) | 2,92 |
| Fator de Correção - 100 / 100 + w | 0,97 |
| DADOS DA AMOSTRA | |
| Amostra Total Úmida (g) | 610,00 |
| Pedregulho (g) | 117,03 |
| Amostra que Passa na #10 Úmida (g) | 492,97 |
| Amostra que Passa na #10 Seca (g) | 478,96 |
| Peso da Água (g) | 14,01 |
| Amostra Total Seca (g) | 595,99 |
| RESUMO DA GRANULOMETRIA | |
| Pedregulho: Acima de 2,00 mm (%) | 19,64 |
| Areia Grossa: 2,00 - 0,42 mm (%) | 5,62 |
| Areia Fina: 0,042 - 0,05 mm (%) | 48,38 |
| Silte/Argila: Abaixo de 0,05 mm (%) | 26,37 |
| Total (%) | 100,00 |

| PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL | | | | | |
|-------------------------------|----------|---------------------|--------------------|-------------|------------------------------|
| Peneira | Peso (g) | Abert. Peneira (mm) | Material Retido | | % que Passa da Amostra Total |
| | | | % da Amostra Total | % Acumulada | |
| 2" | 0,00 | 50,80 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1 1/2" | 0,00 | 38,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1" | 0,00 | 25,40 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/4" | 15,34 | 19,10 | 2,57 | 2,57 | 97,43 |
| 3/8" | 28,96 | 9,50 | 4,86 | 7,43 | 92,57 |
| Nº 4 | 37,88 | 4,80 | 6,36 | 13,79 | 86,21 |
| Nº10 | 34,85 | 2,00 | 5,85 | 19,64 | 80,36 |
| Nº16 | 9,52 | 1,20 | 1,60 | 21,23 | 78,77 |
| Nº30 | 10,28 | 0,60 | 1,72 | 22,96 | 77,04 |
| Nº40 | 13,70 | 0,42 | 2,30 | 25,26 | 74,74 |
| Nº50 | 64,51 | 0,30 | 10,82 | 36,08 | 63,92 |
| Nº100 | 184,71 | 0,15 | 30,99 | 67,07 | 32,93 |
| Nº200 | 39,10 | 0,07 | 6,56 | 73,63 | 26,37 |



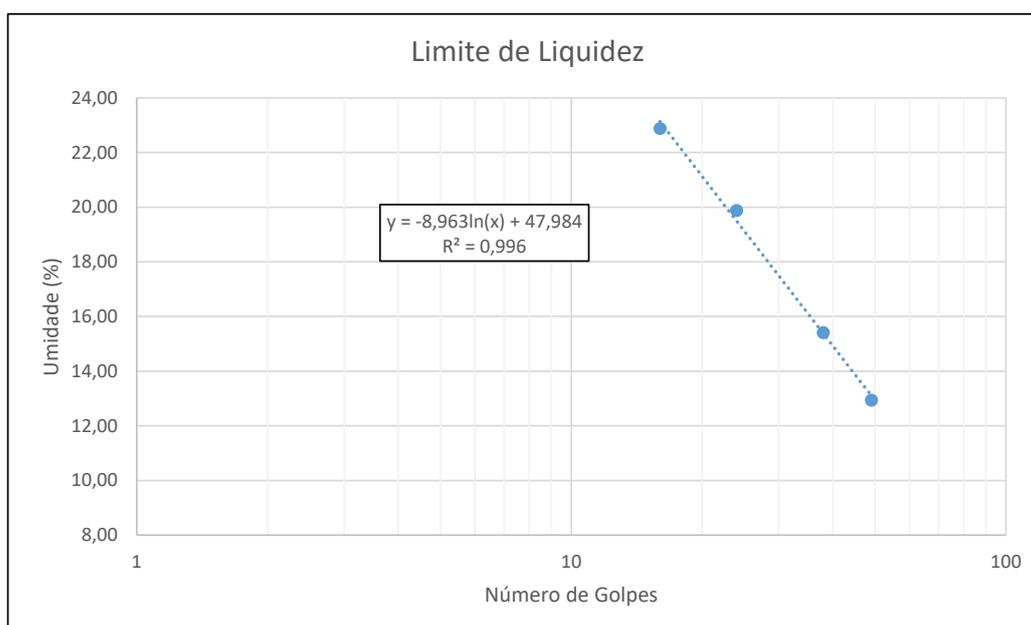
LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

| | | | | | |
|--------|------------------------|---------|--|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | | Ponto: | 38 |
| Data: | 13/12/2021 | Trecho: | | | |

| LIMITE DE LIQUIDEZ | | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|--------------|-------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Nº de Golpes | Umidade (%) |
| 4 | 23,99 | 21,88 | 5,57 | 2,11 | 16,31 | 49 | 12,94 |
| 13 | 26,89 | 23,88 | 4,35 | 3,01 | 19,53 | 38 | 15,41 |
| 22 | 26,44 | 22,77 | 4,31 | 3,67 | 18,46 | 24 | 19,88 |
| 34 | 29,08 | 24,76 | 5,88 | 4,32 | 18,88 | 16 | 22,88 |
| | | | | | | | |

| LIMITE DE PLASTICIDADE | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|-------------|----------------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Umidade (%) | Limite de Plast. (%) |
| 46 | 7,20 | 6,90 | 4,71 | 0,30 | 2,19 | 13,70 | 13,28 |
| 60 | 6,91 | 6,77 | 5,65 | 0,14 | 1,12 | 12,50 | |
| 72 | 6,79 | 6,72 | 6,21 | 0,07 | 0,51 | 13,73 | |
| 82 | 7,54 | 7,28 | 5,35 | 0,26 | 1,93 | 13,47 | |
| 55 | 7,62 | 7,49 | 6,49 | 0,13 | 1,00 | 13,00 | |

| RESULTADOS | |
|----------------------------|------|
| Limite de Liquidez (%) | 19,1 |
| Limite de Plasticidade (%) | 13,3 |
| Índice de Plasticidade (%) | 5,9 |



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

| | | | | |
|--------|------------------------------------|----------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II - SH Tororó | | Ponto: | 39 |
| Data: | 13/12/2021 | Energia: | NORMAL | |

DADOS DO ENSAIO

| | | |
|--|-------|-----------------|
| Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm: | 6,9 | MPa |
| Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm: | 10,35 | MPa |
| Diâmetro da base do pistão: | 4,96 | cm |
| Área da base do pistão: | 19,32 | cm ² |
| Constante da prensa: | 0,01 | MPa/div |

CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Molde | 4 | 31 | 18 | 51 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|
| Solo + Água + Molde (g) | 8610 | 8900 | 8905 | 8450 |
| Peso Molde (g) | 4735 | 4770 | 4735 | 4545 |
| Peso Solo + Água (g) | 3875 | 4130 | 4170 | 3905 |
| Volume Molde (cm ³) | 2103 | 2085 | 2113 | 2085 |
| Dens. Solo Úmido (kg/m ³) | 1843 | 1981 | 1973 | 1873 |
| Dens. Solo Seco (kg/m ³) | 1567 | 1648 | 1612 | 1508 |

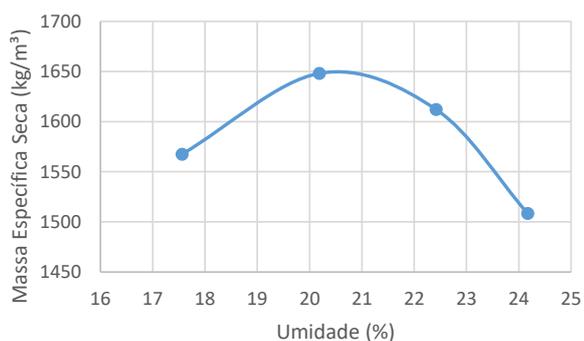
CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Cápsula | 111 | 127 | 119 | 100 | 87 | 62 | 73 | 31 |
|-----------------------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| P. Solo Úm. + C. (g) | 105,55 | 101,36 | 90,70 | 102,01 | 101,02 | 102,40 | 105,10 | 106,49 |
| P. Solo S. + Cap. (g) | 92,02 | 88,65 | 78,15 | 87,25 | 84,62 | 86,21 | 87,02 | 88,26 |
| Peso Água (g) | 13,53 | 12,71 | 12,55 | 14,76 | 16,40 | 16,18 | 18,08 | 18,22 |
| Peso Cápsula (g) | 15,66 | 15,58 | 16,43 | 13,60 | 13,34 | 12,09 | 12,11 | 12,98 |
| P. Solo Seco (g) | 76,36 | 73,07 | 61,72 | 73,65 | 71,28 | 74,12 | 74,91 | 75,28 |
| Umidade (%) | 17,72 | 17,39 | 20,33 | 20,04 | 23,01 | 21,83 | 24,14 | 24,20 |
| Umid. Média (%) | 17,56 | | 20,19 | | 22,42 | | 24,17 | |

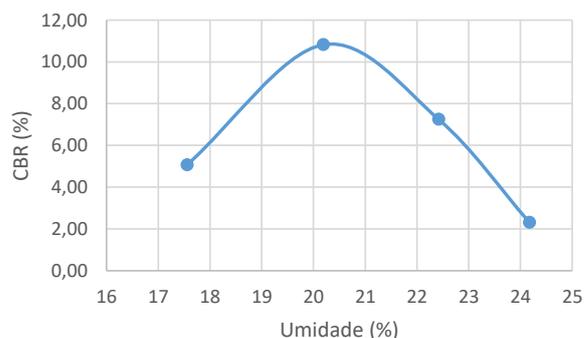
RESUMO DOS RESULTADOS

| | |
|---------------------------------------|------|
| Umidade Ótima (%) | 20,5 |
| Densidade Máxima (kg/m ³) | 1650 |
| Expansão Média (%) | 0,04 |
| ISC/CBR Final (%) | 10,8 |

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

| Penet. 1 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 11 | 0,11 | |
| 1,25 | 20 | 0,2 | |
| 2,5 | 35 | 0,35 | 5,07 |
| 5 | 46 | 0,46 | 4,44 |
| 7,5 | 59 | 0,59 | |
| 10 | 68 | 0,68 | |

| Penet. 2 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 21 | 0,21 | |
| 1,25 | 45 | 0,45 | |
| 2,5 | 70 | 0,7 | 10,14 |
| 5 | 112 | 1,12 | 10,82 |
| 7,5 | 144 | 1,44 | |
| 10 | 166 | 1,66 | |

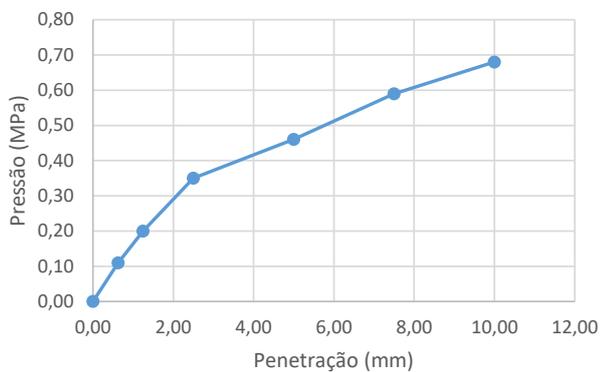
| Penet. 3 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 15 | 0,15 | |
| 1,25 | 25 | 0,25 | |
| 2,5 | 50 | 0,5 | 7,25 |
| 5 | 72 | 0,72 | 6,96 |
| 7,5 | 94 | 0,94 | |
| 10 | 109 | 1,09 | |

| Penet. 4 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 6 | 0,06 | |
| 1,25 | 9 | 0,09 | |
| 2,5 | 16 | 0,16 | 2,32 |
| 5 | 22 | 0,22 | 2,13 |
| 7,5 | 28 | 0,28 | |
| 10 | 32 | 0,32 | |

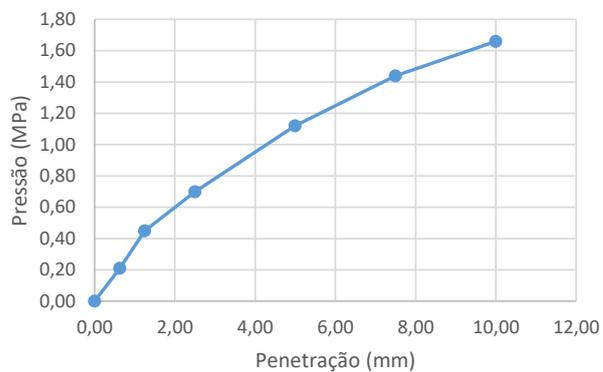
| Ponto | Umidade | C.B.R. | Umidade | Dens. S. |
|-------|---------|--------|---------|-------------------|
| | (%) | (%) | (%) | kg/m ³ |
| 4 | 17,56 | 5,07 | 17,56 | 1567 |
| 31 | 20,19 | 10,82 | 20,19 | 1648 |
| 18 | 22,42 | 7,25 | 22,42 | 1612 |
| 51 | 24,17 | 2,32 | 24,17 | 1508 |

| ENSAIO DE EXPANSÃO | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Nº Molde | 4 | 31 | 18 | 51 |
| Leitura Inicial | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Leitura Final | 1,09 | 1,05 | 1,03 | 1,00 |
| L.Final - L.Inicial | 0,09 | 0,05 | 0,03 | 0,00 |
| Altura cilindro | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 |
| (LF-LI) / Altura (%) | 0,08 | 0,04 | 0,03 | 0,00 |
| Média (%) | 0,04 | | | |

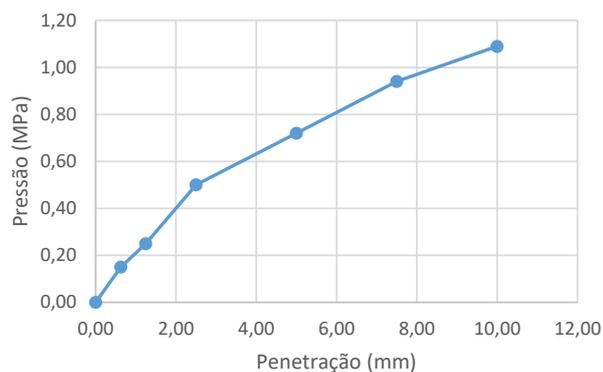
Pressão x Penetração 1



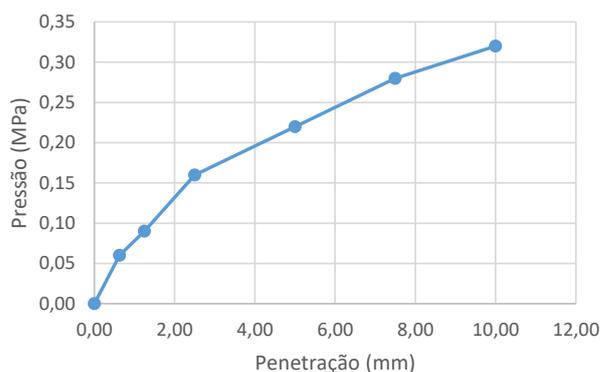
Pressão x Penetração 2



Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4

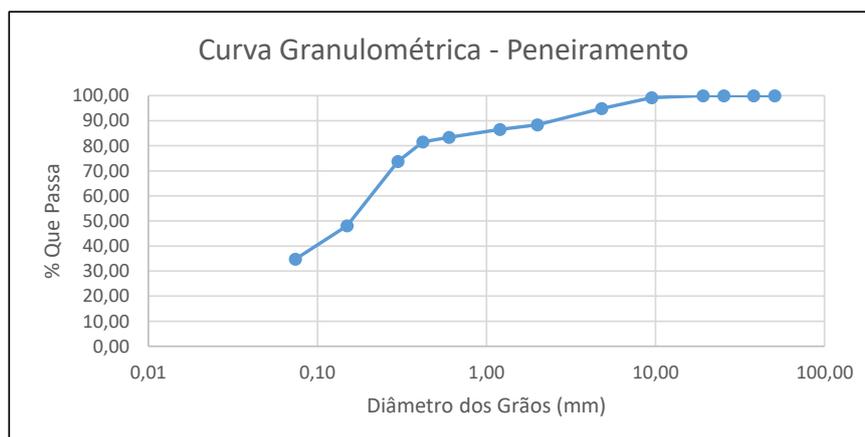


ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

| | | | | |
|--------|------------------------------------|---------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II - SH Tororó | | Ponto: | 39 |
| Data: | 13/12/2021 | Trecho: | | |

| DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA | |
|--------------------------------------|--------|
| Número da Cápsula | 133 |
| Cápsula + Solo Úmido (g) | 86,49 |
| Cápsula + Solo Seco (g) | 85,02 |
| Peso da Cápsula (g) | 13,94 |
| Peso da Água (g) | 1,463 |
| Peso do Solo Seco (g) | 71,084 |
| Umidade Higroscópica (%) | 2,06 |
| Fator de Correção - 100 / 100 + w | 0,98 |
| DADOS DA AMOSTRA | |
| Amostra Total Úmida (g) | 600,00 |
| Pedregulho (g) | 68,78 |
| Amostra que Passa na #10 Úmida (g) | 531,22 |
| Amostra que Passa na #10 Seca (g) | 520,51 |
| Peso da Água (g) | 10,71 |
| Amostra Total Seca (g) | 589,29 |
| RESUMO DA GRANULOMETRIA | |
| Pedregulho: Acima de 2,00 mm (%) | 11,67 |
| Areia Grossa: 2,00 - 0,42 mm (%) | 6,79 |
| Areia Fina: 0,42 - 0,05 mm (%) | 46,80 |
| Silte/Argila: Abaixo de 0,074 mm (%) | 34,73 |
| Total (%) | 100,00 |

| PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL | | | | | |
|-------------------------------|----------|---------------------|--------------------|-------------|------------------------------|
| Peneira | Peso (g) | Abert. Peneira (mm) | Material Retido | | % que Passa da Amostra Total |
| | | | % da Amostra Total | % Acumulada | |
| 2" | 0,00 | 50,80 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1 1/2" | 0,00 | 38,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1" | 0,00 | 25,40 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/4" | 0,00 | 19,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/8" | 5,09 | 9,50 | 0,86 | 0,86 | 99,14 |
| Nº 4 | 25,24 | 4,80 | 4,28 | 5,15 | 94,85 |
| Nº10 | 38,45 | 2,00 | 6,52 | 11,67 | 88,33 |
| Nº16 | 10,52 | 1,20 | 1,79 | 13,46 | 86,54 |
| Nº30 | 18,45 | 0,60 | 3,13 | 16,59 | 83,41 |
| Nº40 | 11,05 | 0,42 | 1,88 | 18,46 | 81,54 |
| Nº50 | 46,21 | 0,30 | 7,84 | 26,30 | 73,70 |
| Nº100 | 151,08 | 0,15 | 25,64 | 51,94 | 48,06 |
| Nº200 | 78,52 | 0,07 | 13,32 | 65,27 | 34,73 |



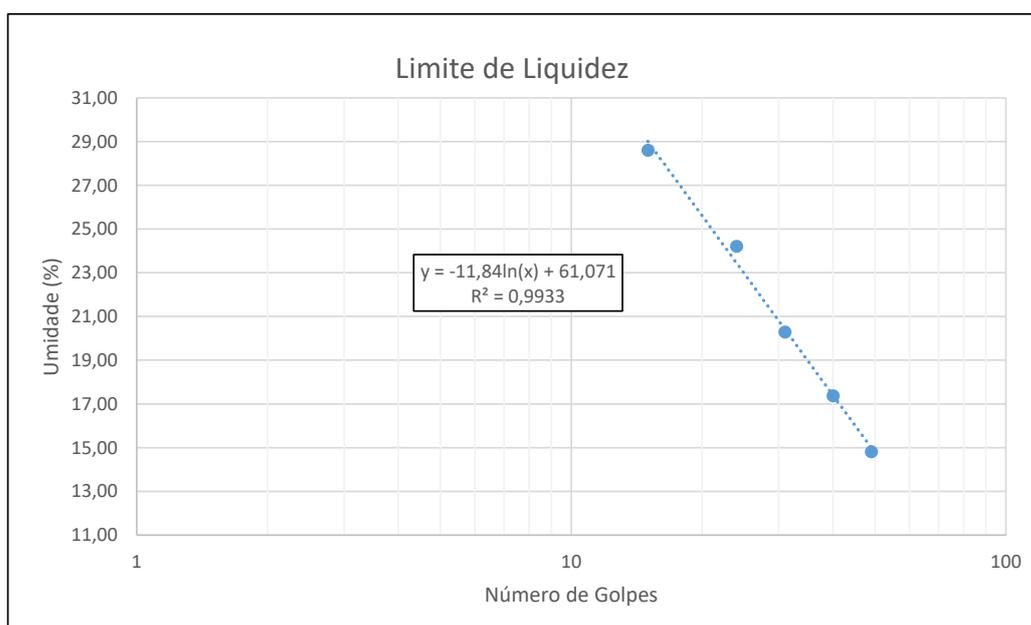
LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

| | | | | | |
|--------|------------------------------------|---------|--|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II - SH Tororó | | | Ponto: | 39 |
| Data: | 13/12/2021 | Trecho: | | | |

| LIMITE DE LIQUIDEZ | | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|--------------|-------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Nº de Golpes | Umidade (%) |
| 3 | 21,23 | 19,04 | 4,25 | 2,19 | 14,79 | 49 | 14,81 |
| 12 | 28,20 | 24,76 | 4,95 | 3,44 | 19,81 | 40 | 17,36 |
| 20 | 25,96 | 22,22 | 3,78 | 3,74 | 18,44 | 31 | 20,28 |
| 29 | 24,45 | 20,60 | 4,70 | 3,85 | 15,90 | 24 | 24,21 |
| 37 | 27,92 | 22,49 | 3,51 | 5,43 | 18,98 | 15 | 28,61 |

| LIMITE DE PLASTICIDADE | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|-------------|----------------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Umidade (%) | Limite de Plast. (%) |
| 45 | 10,79 | 10,12 | 5,25 | 0,67 | 4,87 | 13,76 | 14,66 |
| 50 | 9,90 | 9,16 | 3,92 | 0,74 | 5,24 | 14,12 | |
| 57 | 10,80 | 10,13 | 5,74 | 0,67 | 4,39 | 15,26 | |
| 69 | 10,55 | 9,95 | 6,11 | 0,60 | 3,84 | 15,63 | |
| 77 | 8,36 | 7,95 | 5,13 | 0,41 | 2,82 | 14,54 | |

| RESULTADOS | |
|----------------------------|------|
| Limite de Liquidez (%) | 23,0 |
| Limite de Plasticidade (%) | 14,7 |
| Índice de Plasticidade (%) | 8,3 |



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

| | | | | | |
|--------|------------------------------------|----------|--------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II - SH Tororó | | | Ponto: | 40 |
| Data: | 23/12/2021 | Energia: | NORMAL | | |

DADOS DO ENSAIO

| | | |
|--|-------|-----------------|
| Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm: | 6,9 | MPa |
| Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm: | 10,35 | MPa |
| Diâmetro da base do pistão: | 4,96 | cm |
| Área da base do pistão: | 19,32 | cm ² |
| Constante da prensa: | 0,01 | MPa/div |

CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Molde | 19 | 93 | 78 | 20 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|
| Solo + Água + Molde (g) | 8580 | 8880 | 8680 | 8825 |
| Peso Molde (g) | 4695 | 4860 | 4385 | 4625 |
| Peso Solo + Água (g) | 3885 | 4020 | 4295 | 4200 |
| Volume Molde (cm ³) | 1988 | 1979 | 2050 | 1970 |
| Dens. Solo Úmido (kg/m ³) | 1954 | 2031 | 2095 | 2132 |
| Dens. Solo Seco (kg/m ³) | 1741 | 1778 | 1799 | 1787 |

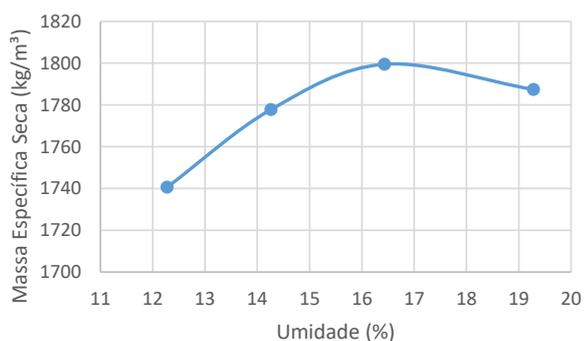
CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Cápsula | 92 | 14 | 54 | 67 | 45 | 50 | 24 | 32 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| P. Solo Úm. + C. (g) | 79,87 | 83,48 | 76,34 | 75,85 | 92,44 | 86,42 | 82,01 | 83,44 |
| P. Solo S. + Cap. (g) | 72,55 | 75,76 | 68,28 | 68,04 | 81,34 | 76,00 | 70,67 | 71,91 |
| Peso Água (g) | 7,32 | 7,72 | 8,06 | 7,81 | 11,10 | 10,42 | 11,34 | 11,53 |
| Peso Cápsula (g) | 12,47 | 13,32 | 11,62 | 13,42 | 13,85 | 12,52 | 12,26 | 11,68 |
| P. Solo Seco (g) | 60,08 | 62,44 | 56,66 | 54,62 | 67,49 | 63,48 | 58,41 | 60,23 |
| Umidade (%) | 12,18 | 12,36 | 14,23 | 14,30 | 16,45 | 16,41 | 19,41 | 19,14 |
| Umid. Média (%) | 12,27 | | 14,26 | | 16,43 | | 19,28 | |

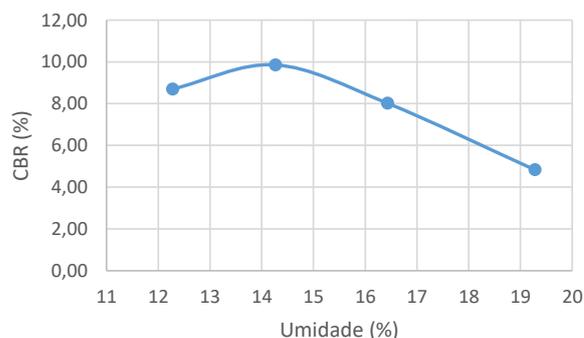
RESUMO DOS RESULTADOS

| | |
|---------------------------------------|------|
| Umidade Ótima (%) | 16,4 |
| Densidade Máxima (kg/m ³) | 1800 |
| Expansão Média (%) | 0,04 |
| ISC/CBR Final (%) | 8,0 |

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

| Penet. 1 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 17 | 0,17 | |
| 1,25 | 34 | 0,34 | |
| 2,5 | 60 | 0,6 | 8,70 |
| 5 | 85 | 0,85 | 8,21 |
| 7,5 | 103 | 1,03 | |
| 10 | 116 | 1,16 | |

| Penet. 2 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 21 | 0,21 | |
| 1,25 | 41 | 0,41 | |
| 2,5 | 68 | 0,68 | 9,86 |
| 5 | 95 | 0,95 | 9,18 |
| 7,5 | 117 | 1,17 | |
| 10 | 132 | 1,32 | |

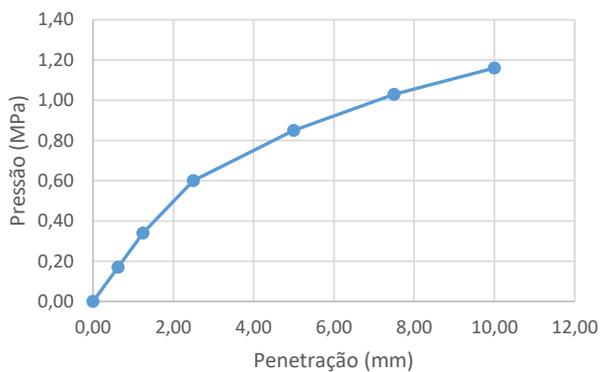
| Penet. 3 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 15 | 0,15 | |
| 1,25 | 28 | 0,28 | |
| 2,5 | 50 | 0,5 | 7,25 |
| 5 | 83 | 0,83 | 8,02 |
| 7,5 | 105 | 1,05 | |
| 10 | 120 | 1,2 | |

| Penet. 4 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 5 | 0,05 | |
| 1,25 | 10 | 0,1 | |
| 2,5 | 21 | 0,21 | 3,04 |
| 5 | 50 | 0,5 | 4,83 |
| 7,5 | 80 | 0,8 | |
| 10 | 101 | 1,01 | |

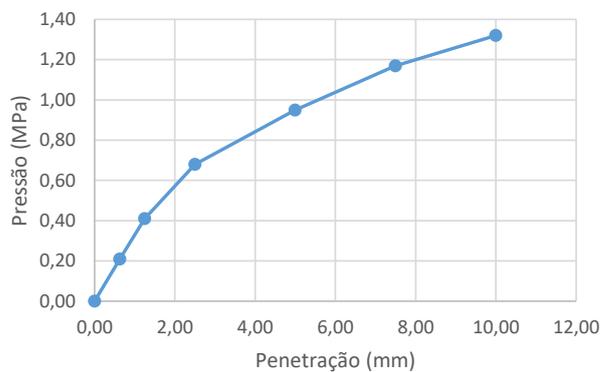
| Ponto | Umidade | C.B.R. | Umidade | Dens. S. |
|-------|---------|--------|---------|-------------------|
| | (%) | (%) | (%) | kg/m ³ |
| 19 | 12,27 | 8,70 | 12,27 | 1741 |
| 93 | 14,26 | 9,86 | 14,26 | 1778 |
| 78 | 16,43 | 8,02 | 16,43 | 1799 |
| 20 | 19,28 | 4,83 | 19,28 | 1787 |

| ENSAIO DE EXPANSÃO | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Nº Molde | 19 | 93 | 78 | 20 |
| Leitura Inicial | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| Leitura Final | 3,07 | 3,05 | 3,04 | 3,03 |
| L.Final - L.Inicial | 0,07 | 0,05 | 0,04 | 0,03 |
| Altura cilindro | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 |
| (LF-LI) / Altura (%) | 0,06 | 0,04 | 0,04 | 0,03 |
| Média (%) | 0,04 | | | |

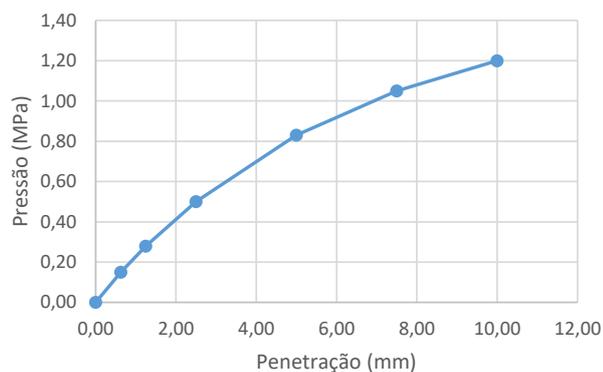
Pressão x Penetração 1



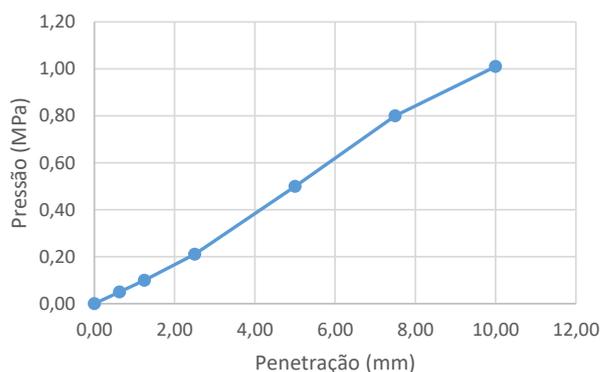
Pressão x Penetração 2



Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4

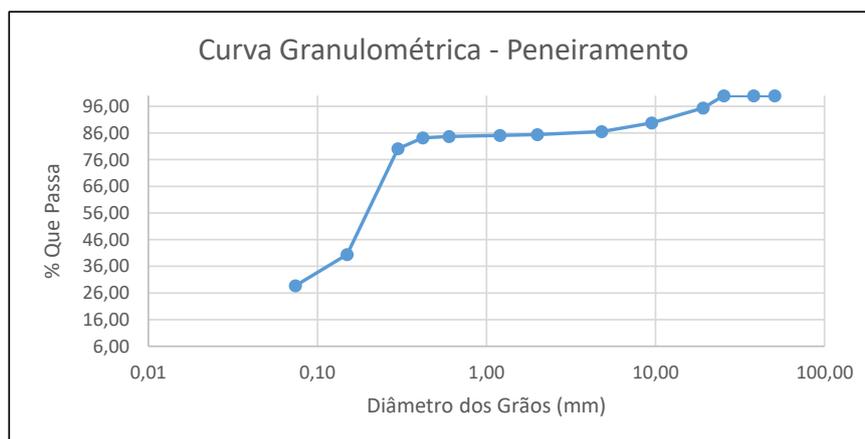


ANÁLISE GANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

| | | | | |
|--------|------------------------------------|---------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II - SH Tororó | | Ponto: | 40 |
| Data: | 23/12/2021 | Trecho: | | |

| DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA | |
|--------------------------------------|--------|
| Número da Cápsula | 144 |
| Cápsula + Solo Úmido (g) | 116,21 |
| Cápsula + Solo Seco (g) | 112,64 |
| Peso da Cápsula (g) | 14,01 |
| Peso da Água (g) | 3,57 |
| Peso do Solo Seco (g) | 98,63 |
| Umidade Higroscópica (%) | 3,62 |
| Fator de Correção - 100 / 100 + w | 0,97 |
| DADOS DA AMOSTRA | |
| Amostra Total Úmida (g) | 600,00 |
| Pedregulho (g) | 85,28 |
| Amostra que Passa na #10 Úmida (g) | 514,72 |
| Amostra que Passa na #10 Seca (g) | 496,74 |
| Peso da Água (g) | 17,98 |
| Amostra Total Seca (g) | 582,02 |
| RESUMO DA GRANULOMETRIA | |
| Pedregulho: Acima de 2,00 mm (%) | 14,65 |
| Areia Grossa: 2,00 - 0,42 mm (%) | 1,18 |
| Areia Fina: 0,42 - 0,05 mm (%) | 55,48 |
| Silte/Argila: Abaixo de 0,074 mm (%) | 28,68 |
| Total (%) | 100,00 |

| PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL | | | | | |
|-------------------------------|----------|---------------------|--------------------|-------------|------------------------------|
| Peneira | Peso (g) | Abert. Peneira (mm) | Material Retido | | % que Passa da Amostra Total |
| | | | % da Amostra Total | % Acumulada | |
| 2" | 0,00 | 50,80 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1 1/2" | 0,00 | 38,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1" | 0,00 | 25,40 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/4" | 26,74 | 19,10 | 4,59 | 4,59 | 95,41 |
| 3/8" | 32,98 | 9,50 | 5,67 | 10,26 | 89,74 |
| Nº 4 | 18,54 | 4,80 | 3,19 | 13,45 | 86,55 |
| Nº10 | 7,02 | 2,00 | 1,21 | 14,65 | 85,35 |
| Nº16 | 1,78 | 1,20 | 0,31 | 14,96 | 85,04 |
| Nº30 | 1,89 | 0,60 | 0,32 | 15,28 | 84,72 |
| Nº40 | 3,21 | 0,42 | 0,55 | 15,83 | 84,17 |
| Nº50 | 23,88 | 0,30 | 4,10 | 19,94 | 80,06 |
| Nº100 | 230,90 | 0,15 | 39,67 | 59,61 | 40,39 |
| Nº200 | 68,15 | 0,07 | 11,71 | 71,32 | 28,68 |



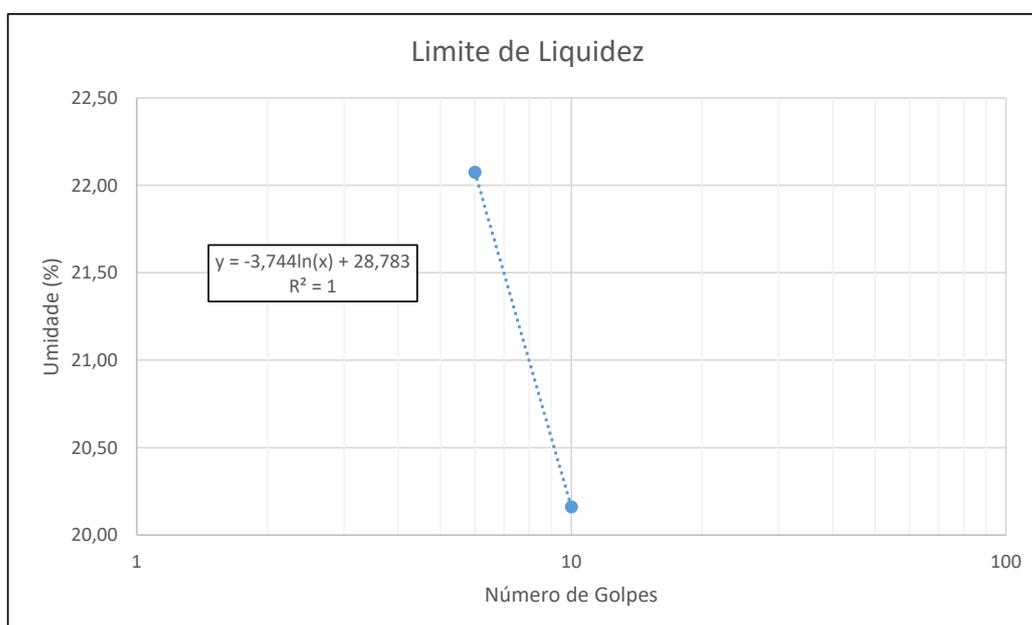
LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

| | | | | | |
|--------|------------------------------------|---------|--|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II - SH Tororó | | | Ponto: | 40 |
| Data: | 22/12/2021 | Trecho: | | | |

| LIMITE DE LIQUIDEZ | | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|--------------|-------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Nº de Golpes | Umidade (%) |
| 38 | 29,00 | 26,00 | 11,12 | 3,00 | 14,88 | 10 | 20,16 |
| 14 | 35,16 | 30,86 | 11,38 | 4,30 | 19,48 | 6 | 22,07 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| LIMITE DE PLASTICIDADE | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|-------------|----------------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Umidade (%) | Limite de Plast. (%) |
| | | | | | | | NP |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| RESULTADOS | |
|----------------------------|------|
| Limite de Liquidez (%) | 16,7 |
| Limite de Plasticidade (%) | NP |
| Índice de Plasticidade (%) | - |



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

| | | | | | |
|--------|------------------------|----------|--------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | | Ponto: | 41 |
| Data: | 13/12/2021 | Energia: | NORMAL | | |

DADOS DO ENSAIO

| | | |
|--|-------|-----------------|
| Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm: | 6,9 | MPa |
| Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm: | 10,35 | MPa |
| Diâmetro da base do pistão: | 4,96 | cm |
| Área da base do pistão: | 19,32 | cm ² |
| Constante da prensa: | 0,01 | MPa/div |

CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Molde | 55 | 49 | 36 | 25 | 12 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Solo + Água + Molde (g) | 8600 | 8990 | 8850 | 9495 | 8610 |
| Peso Molde (g) | 4690 | 4875 | 4815 | 5515 | 4675 |
| Peso Solo + Água (g) | 3910 | 4115 | 4035 | 3980 | 3935 |
| Volume Molde (cm ³) | 2103 | 2103 | 2085 | 2085 | 2131 |
| Dens. Solo Úmido (kg/m ³) | 1859 | 1957 | 1935 | 1909 | 1847 |
| Dens. Solo Seco (kg/m ³) | 1546 | 1595 | 1540 | 1496 | 1409 |

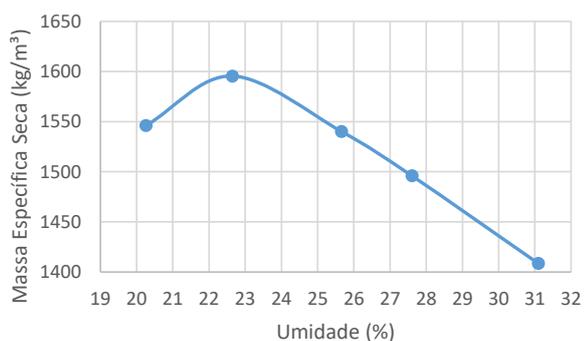
CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Cápsula | 3 | 11 | 23 | 33 | 45 | 52 | 61 | 72 | 90 | 104 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| P. Solo Úm. + C. (g) | 89,75 | 76,39 | 83,95 | 73,68 | 90,23 | 80,20 | 90,63 | 74,17 | 86,23 | 78,04 |
| P. Solo S. + Cap. (g) | 76,92 | 65,85 | 70,61 | 62,49 | 74,45 | 66,46 | 73,45 | 61,07 | 69,13 | 62,72 |
| Peso Água (g) | 12,83 | 10,55 | 13,33 | 11,20 | 15,78 | 13,74 | 17,18 | 13,10 | 17,10 | 15,31 |
| Peso Cápsula (g) | 13,80 | 13,60 | 12,64 | 12,23 | 13,79 | 12,17 | 12,14 | 12,87 | 12,69 | 14,70 |
| P. Solo Seco (g) | 63,12 | 52,25 | 57,97 | 50,26 | 60,66 | 54,29 | 61,31 | 48,20 | 56,44 | 48,02 |
| Umidade (%) | 20,33 | 20,19 | 23,00 | 22,28 | 26,02 | 25,30 | 28,03 | 27,18 | 30,30 | 31,89 |
| Umid. Média (%) | 20,26 | | 22,64 | | 25,66 | | 27,60 | | 31,10 | |

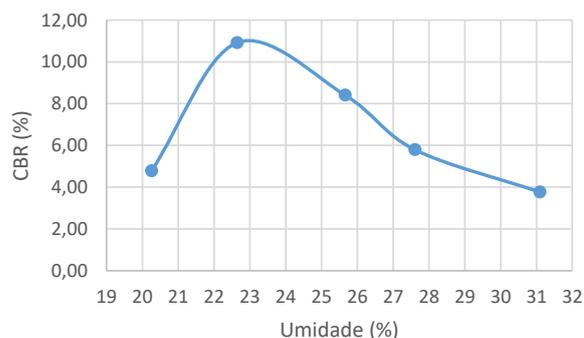
RESUMO DOS RESULTADOS

| | |
|---------------------------------------|------|
| Umidade Ótima (%) | 22,6 |
| Densidade Máxima (kg/m ³) | 1595 |
| Expansão Média (%) | 0,05 |
| ISC/CBR Final (%) | 10,9 |

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

| Penet. 1 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 10 | 0,1 | |
| 1,25 | 25 | 0,25 | |
| 2,5 | 33 | 0,33 | 4,78 |
| 5 | 44 | 0,44 | 4,25 |
| 7,5 | 60 | 0,6 | |
| 10 | 71 | 0,71 | |

| Penet. 2 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 19 | 0,19 | |
| 1,25 | 38 | 0,38 | |
| 2,5 | 68 | 0,68 | 9,86 |
| 5 | 113 | 1,13 | 10,92 |
| 7,5 | 145 | 1,45 | |
| 10 | 167 | 1,67 | |

| Penet. 3 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 15 | 0,15 | |
| 1,25 | 29 | 0,29 | |
| 2,5 | 58 | 0,58 | 8,41 |
| 5 | 85 | 0,85 | 8,21 |
| 7,5 | 106 | 1,06 | |
| 10 | 121 | 1,21 | |

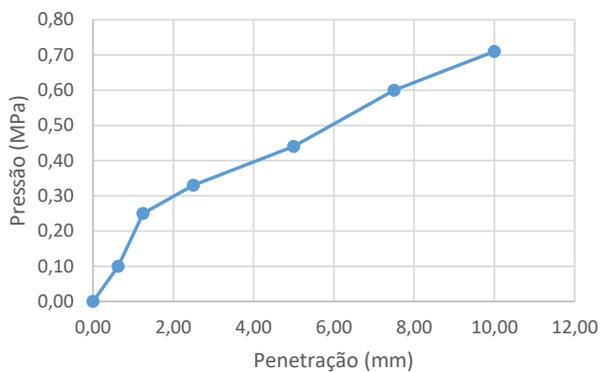
| Penet. 4 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 12 | 0,12 | |
| 1,25 | 20 | 0,2 | |
| 2,5 | 35 | 0,35 | 5,07 |
| 5 | 60 | 0,6 | 5,80 |
| 7,5 | 76 | 0,76 | |
| 10 | 87 | 0,87 | |

| Penet. 5 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 9 | 0,09 | |
| 1,25 | 16 | 0,16 | |
| 2,5 | 26 | 0,26 | 3,77 |
| 5 | 38 | 0,38 | 3,67 |
| 7,5 | 50 | 0,5 | |
| 10 | 58 | 0,58 | |

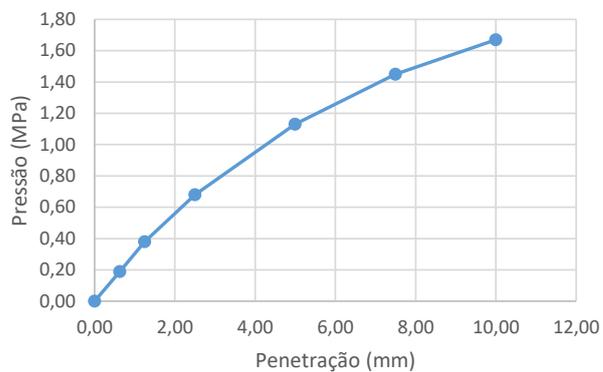
| Ponto | Umidade | C.B.R. | Umidade | Dens. S. |
|-------|---------|--------|---------|-------------------|
| | (%) | (%) | (%) | kg/m ³ |
| 55 | 20,26 | 4,78 | 20,26 | 1546 |
| 49 | 22,64 | 10,92 | 22,64 | 1595 |
| 36 | 25,66 | 8,41 | 25,66 | 1540 |
| 25 | 27,60 | 5,80 | 27,60 | 1496 |
| 12 | 31,10 | 3,77 | 31,10 | 1409 |

| ENSAIO DE EXPANSÃO | | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Nº Molde | 55 | 49 | 36 | 25 | 12 |
| Leitura Inicial | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Leitura Final | 1,16 | 1,12 | 1,00 | 1,00 | 0,98 |
| L.Final - L.Inicial | 0,16 | 0,12 | 0,00 | 0,00 | -0,02 |
| Altura cilindro | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 |
| (LF-LI) / Altura (%) | 0,14 | 0,11 | 0,00 | 0,00 | -0,02 |
| Média (%) | 0,05 | | | | |

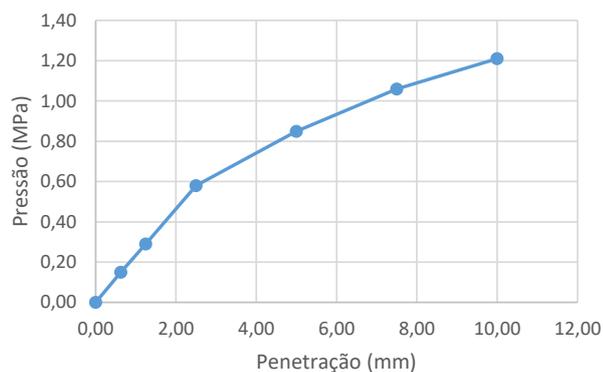
Pressão x Penetração 1



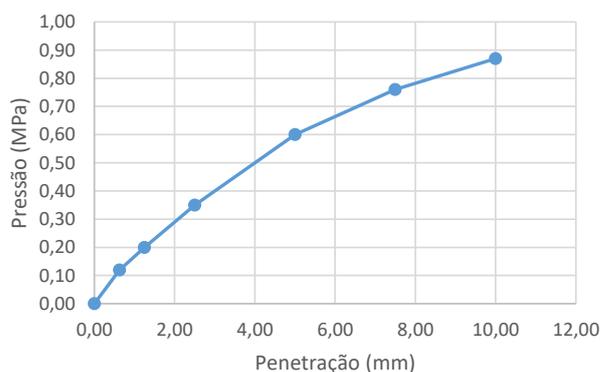
Pressão x Penetração 2



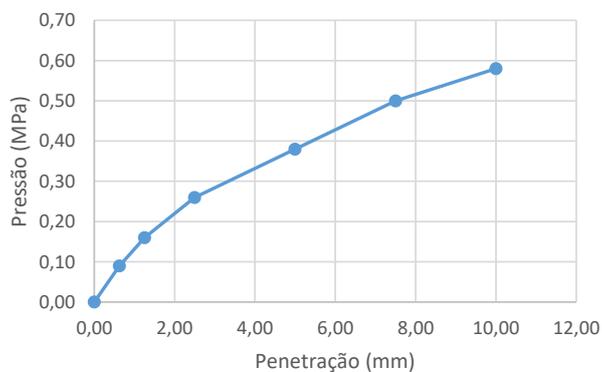
Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4



Pressão x Penetração 5

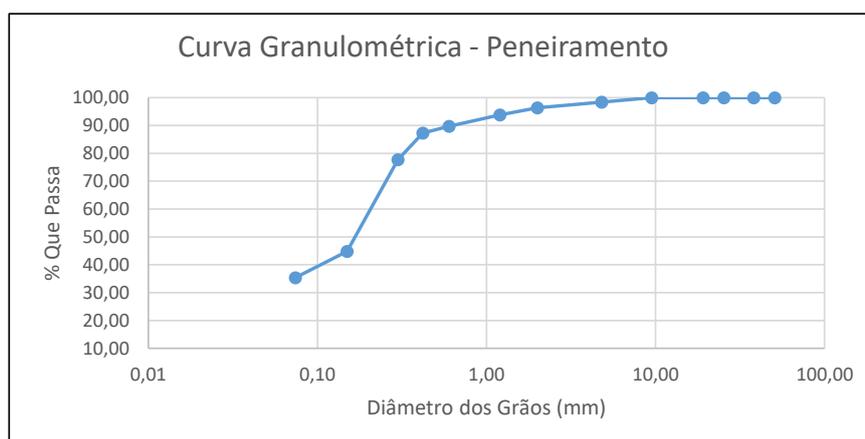


ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

| | | | | |
|--------|------------------------|---------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | Ponto: | 41 |
| Data: | 13/12/2021 | Trecho: | | |

| DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA | |
|--------------------------------------|--------|
| Número da Cápsula | 62 |
| Cápsula + Solo Úmido (g) | 88,556 |
| Cápsula + Solo Seco (g) | 86,075 |
| Peso da Cápsula (g) | 12,49 |
| Peso da Água (g) | 2,481 |
| Peso do Solo Seco (g) | 73,585 |
| Umidade Higroscópica (%) | 3,37 |
| Fator de Correção - 100 / 100 + w | 0,97 |
| DADOS DA AMOSTRA | |
| Amostra Total Úmida (g) | 605,00 |
| Pedregulho (g) | 21,25 |
| Amostra que Passa na #10 Úmida (g) | 583,75 |
| Amostra que Passa na #10 Seca (g) | 564,71 |
| Peso da Água (g) | 19,04 |
| Amostra Total Seca (g) | 585,96 |
| RESUMO DA GRANULOMETRIA | |
| Pedregulho: Acima de 2,00 mm (%) | 3,63 |
| Areia Grossa: 2,00 - 0,42 mm (%) | 9,05 |
| Areia Fina: 0,042 - 0,05 mm (%) | 51,96 |
| Silte/Argila: Abaixo de 0,05 mm (%) | 35,36 |
| Total (%) | 100,00 |

| PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL | | | | | |
|-------------------------------|----------|---------------------|--------------------|-------------|------------------------------|
| Peneira | Peso (g) | Abert. Peneira (mm) | Material Retido | | % que Passa da Amostra Total |
| | | | % da Amostra Total | % Acumulada | |
| 2" | 0,00 | 50,80 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1 1/2" | 0,00 | 38,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1" | 0,00 | 25,40 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/4" | 0,00 | 19,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/8" | 0,00 | 9,50 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| Nº 4 | 9,25 | 4,80 | 1,58 | 1,58 | 98,42 |
| Nº10 | 12,00 | 2,00 | 2,05 | 3,63 | 96,37 |
| Nº16 | 15,20 | 1,20 | 2,59 | 6,22 | 93,78 |
| Nº30 | 23,54 | 0,60 | 4,02 | 10,24 | 89,76 |
| Nº40 | 14,31 | 0,42 | 2,44 | 12,68 | 87,32 |
| Nº50 | 55,91 | 0,30 | 9,54 | 22,22 | 77,78 |
| Nº100 | 193,25 | 0,15 | 32,98 | 55,20 | 44,80 |
| Nº200 | 55,32 | 0,07 | 9,44 | 64,64 | 35,36 |



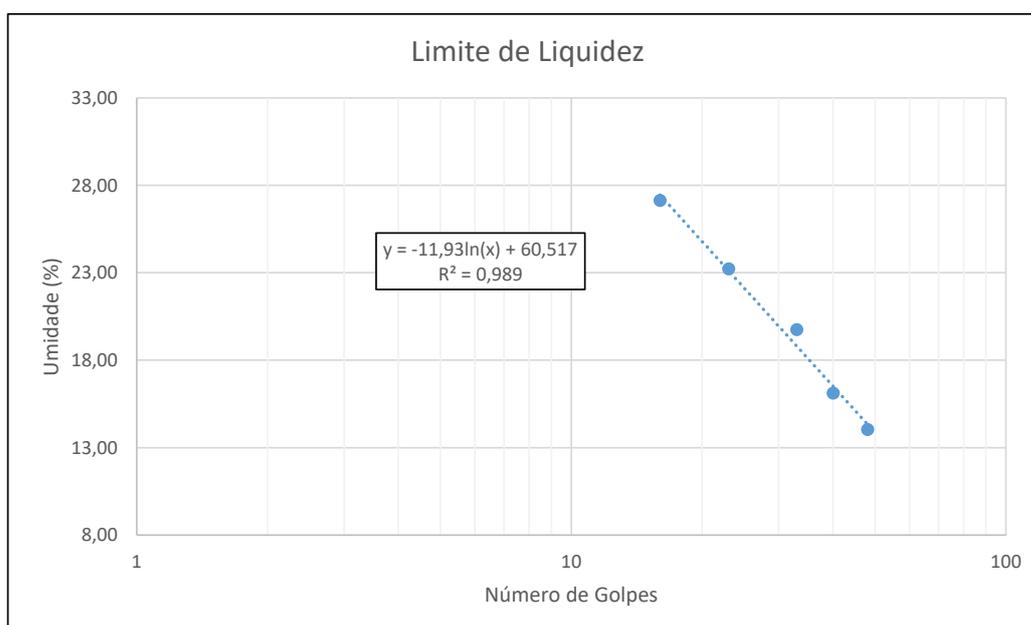
LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

| | | | | | |
|--------|------------------------|---------|--|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | | Ponto: | 41 |
| Data: | 13/12/2021 | Trecho: | | | |

| LIMITE DE LIQUIDEZ | | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|--------------|-------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Nº de Golpes | Umidade (%) |
| 2 | 24,55 | 21,99 | 3,75 | 2,56 | 18,24 | 48 | 14,04 |
| 14 | 22,40 | 19,71 | 3,02 | 2,69 | 16,69 | 40 | 16,12 |
| 23 | 21,89 | 19,09 | 4,91 | 2,80 | 14,18 | 33 | 19,75 |
| 31 | 23,67 | 20,38 | 6,21 | 3,29 | 14,17 | 23 | 23,22 |
| 38 | 27,59 | 22,50 | 3,74 | 5,09 | 18,76 | 16 | 27,13 |

| LIMITE DE PLASTICIDADE | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|-------------|----------------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Umidade (%) | Limite de Plast. (%) |
| 44 | 11,05 | 10,10 | 3,72 | 0,95 | 6,38 | 14,89 | 15,24 |
| 49 | 10,30 | 9,47 | 3,82 | 0,83 | 5,65 | 14,69 | |
| 62 | 9,81 | 9,25 | 5,74 | 0,56 | 3,51 | 15,95 | |
| 71 | 10,73 | 9,77 | 3,37 | 0,96 | 6,40 | 15,00 | |
| 84 | 9,77 | 9,21 | 5,64 | 0,56 | 3,57 | 15,69 | |

| RESULTADOS | |
|----------------------------|------|
| Limite de Liquidez (%) | 22,1 |
| Limite de Plasticidade (%) | 15,2 |
| Índice de Plasticidade (%) | 6,9 |



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

| | | | | | |
|--------|------------------------|----------|--------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | | Ponto: | 42 |
| Data: | 23/12/2021 | Energia: | NORMAL | | |

DADOS DO ENSAIO

| | | |
|--|-------|-----------------|
| Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm: | 6,9 | MPa |
| Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm: | 10,35 | MPa |
| Diâmetro da base do pistão: | 4,96 | cm |
| Área da base do pistão: | 19,32 | cm ² |
| Constante da prensa: | 0,01 | MPa/div |

CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Molde | 90 | 42 | 31 | 64 | 61 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Solo + Água + Molde (g) | 8695 | 8820 | 9045 | 8595 | 9125 |
| Peso Molde (g) | 4905 | 4750 | 4770 | 4230 | 4465 |
| Peso Solo + Água (g) | 3790 | 4070 | 4275 | 4365 | 4660 |
| Volume Molde (cm ³) | 1997 | 2015 | 1988 | 1996 | 2123 |
| Dens. Solo Úmido (kg/m ³) | 1898 | 2020 | 2150 | 2187 | 2195 |
| Dens. Solo Seco (kg/m ³) | 1739 | 1806 | 1859 | 1832 | 1797 |

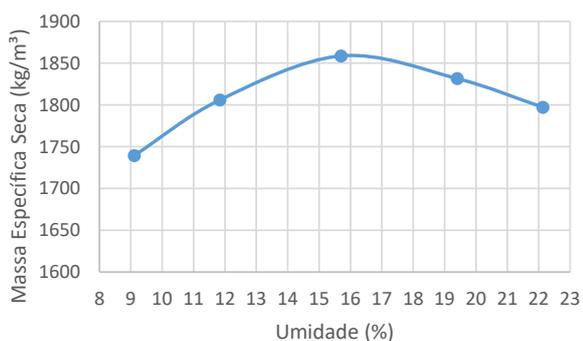
CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Cápsula | 41 | 72 | 30 | 83 | 13 | 71 | 11 | 94 | 93 | 100 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| P. Solo Úm. + C. (g) | 96,82 | 98,96 | 83,47 | 90,83 | 84,19 | 81,72 | 86,36 | 86,29 | 133,36 | 116,12 |
| P. Solo S. + Cap. (g) | 89,68 | 91,76 | 75,84 | 82,54 | 74,48 | 72,39 | 74,55 | 74,49 | 111,23 | 97,77 |
| Peso Água (g) | 7,14 | 7,20 | 7,63 | 8,29 | 9,71 | 9,33 | 11,81 | 11,80 | 22,13 | 18,35 |
| Peso Cápsula (g) | 11,08 | 12,92 | 11,96 | 11,91 | 13,37 | 12,22 | 13,68 | 13,68 | 12,42 | 13,86 |
| P. Solo Seco (g) | 78,60 | 78,84 | 63,88 | 70,63 | 61,11 | 60,17 | 60,87 | 60,81 | 98,81 | 83,91 |
| Umidade (%) | 9,08 | 9,13 | 11,94 | 11,74 | 15,89 | 15,51 | 19,40 | 19,40 | 22,40 | 21,87 |
| Umid. Média (%) | 9,11 | | 11,84 | | 15,70 | | 19,40 | | 22,13 | |

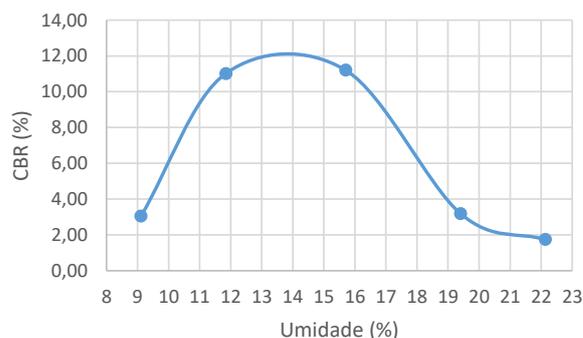
RESUMO DOS RESULTADOS

| | |
|---------------------------------------|------|
| Umidade Ótima (%) | 16,0 |
| Densidade Máxima (kg/m ³) | 1860 |
| Expansão Média (%) | 0,03 |
| ISC/CBR Final (%) | 11,0 |

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

| Penet. 1 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 9 | 0,09 | |
| 1,25 | 15 | 0,15 | |
| 2,5 | 21 | 0,21 | 3,04 |
| 5 | 30 | 0,3 | 2,90 |
| 7,5 | 38 | 0,38 | |
| 10 | 44 | 0,44 | |

| Penet. 2 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 13 | 0,13 | |
| 1,25 | 26 | 0,26 | |
| 2,5 | 67 | 0,67 | 9,71 |
| 5 | 114 | 1,14 | 11,01 |
| 7,5 | 141 | 1,41 | |
| 10 | 160 | 1,6 | |

| Penet. 3 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 14 | 0,14 | |
| 1,25 | 31 | 0,31 | |
| 2,5 | 65 | 0,65 | 9,42 |
| 5 | 116 | 1,16 | 11,21 |
| 7,5 | 161 | 1,61 | |
| 10 | 193 | 1,93 | |

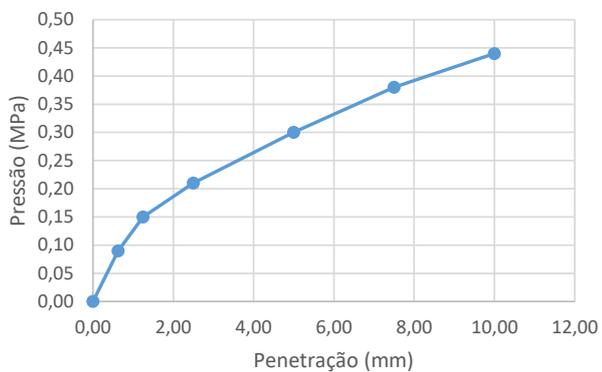
| Penet. 4 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 4 | 0,04 | |
| 1,25 | 8 | 0,08 | |
| 2,5 | 16 | 0,16 | 2,32 |
| 5 | 33 | 0,33 | 3,19 |
| 7,5 | 51 | 0,51 | |
| 10 | 64 | 0,64 | |

| Penet. 5 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 3 | 0,03 | |
| 1,25 | 5 | 0,05 | |
| 2,5 | 10 | 0,1 | 1,45 |
| 5 | 18 | 0,18 | 1,74 |
| 7,5 | 27 | 0,27 | |
| 10 | 33 | 0,33 | |

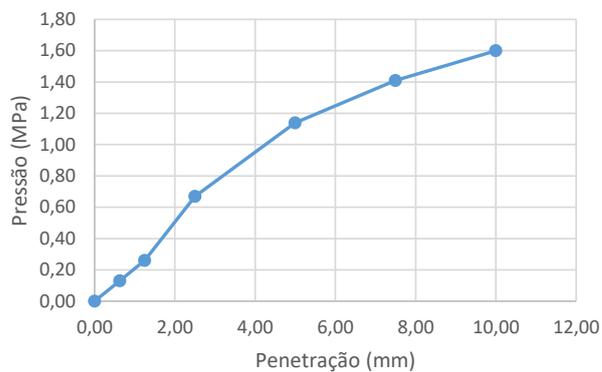
| Ponto | Umidade | C.B.R. | Umidade | Dens. S. |
|-------|---------|--------|---------|-------------------|
| | (%) | (%) | (%) | kg/m ³ |
| 90 | 9,11 | 3,04 | 9,11 | 1739 |
| 42 | 11,84 | 11,01 | 11,84 | 1806 |
| 31 | 15,70 | 11,21 | 15,70 | 1859 |
| 64 | 19,40 | 3,19 | 19,40 | 1832 |
| 61 | 22,13 | 1,74 | 22,13 | 1797 |

| ENSAIO DE EXPANSÃO | | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Nº Molde | 90 | 42 | 31 | 64 | 61 |
| Leitura Inicial | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| Leitura Final | 3,06 | 3,04 | 3,03 | 3,02 | 3,02 |
| L.Final - L.Inicial | 0,06 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,02 |
| Altura cilindro | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 |
| (LF-LI) / Altura (%) | 0,05 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,02 |
| Média (%) | 0,03 | | | | |

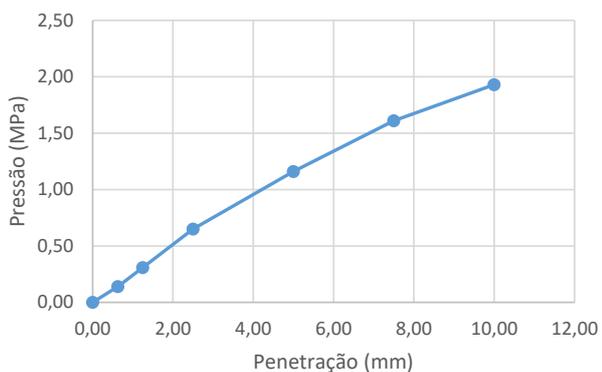
Pressão x Penetração 1



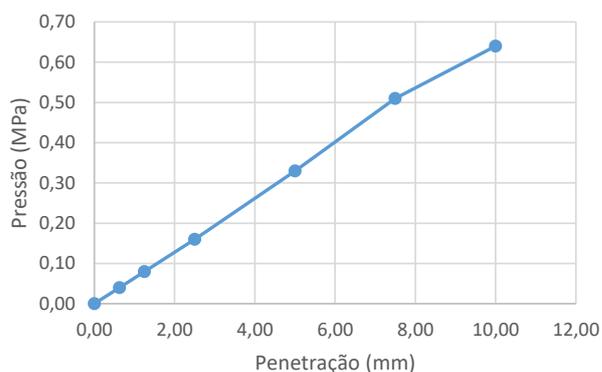
Pressão x Penetração 2



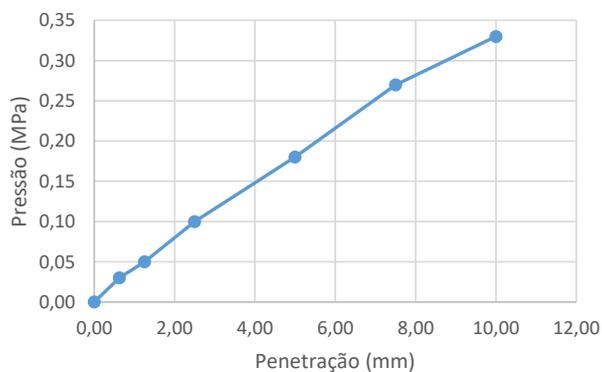
Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4



Pressão x Penetração 5



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

| | | | | |
|--------|------------------------------------|----------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II - SH Tororó | | Ponto: | 43 |
| Data: | 13/12/2021 | Energia: | NORMAL | |

DADOS DO ENSAIO

| | | |
|--|-------|-----------------|
| Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm: | 6,9 | MPa |
| Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm: | 10,35 | MPa |
| Diâmetro da base do pistão: | 4,96 | cm |
| Área da base do pistão: | 19,32 | cm ² |
| Constante da prensa: | 0,01 | MPa/div |

CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Molde | 10 | 22 | 35 | 48 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|
| Solo + Água + Molde (g) | 8315 | 8810 | 8800 | 8745 |
| Peso Molde (g) | 4615 | 4725 | 4750 | 4870 |
| Peso Solo + Água (g) | 3700 | 4085 | 4050 | 3875 |
| Volume Molde (cm ³) | 2121 | 2085 | 2085 | 2085 |
| Dens. Solo Úmido (kg/m ³) | 1744 | 1959 | 1942 | 1859 |
| Dens. Solo Seco (kg/m ³) | 1616 | 1765 | 1710 | 1590 |

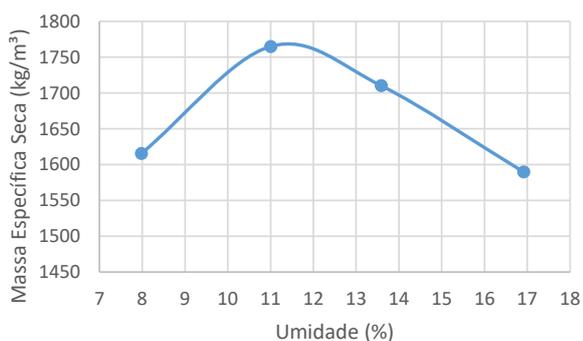
CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Cápsula | 2 | 15 | 25 | 36 | 50 | 64 | 76 | 93 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| P. Solo Úm. + C. (g) | 62,98 | 64,59 | 80,69 | 73,15 | 64,02 | 65,02 | 68,23 | 71,69 |
| P. Solo S. + Cap. (g) | 59,49 | 60,45 | 74,11 | 67,10 | 57,87 | 58,82 | 60,09 | 63,20 |
| Peso Água (g) | 3,49 | 4,14 | 6,58 | 6,05 | 6,15 | 6,20 | 8,14 | 8,49 |
| Peso Cápsula (g) | 12,32 | 12,10 | 13,48 | 12,87 | 12,47 | 13,32 | 12,61 | 12,33 |
| P. Solo Seco (g) | 47,17 | 48,35 | 60,63 | 54,23 | 45,40 | 45,50 | 47,48 | 50,87 |
| Umidade (%) | 7,40 | 8,56 | 10,85 | 11,16 | 13,55 | 13,63 | 17,14 | 16,69 |
| Umid. Média (%) | 7,98 | | 11,00 | | 13,59 | | 16,92 | |

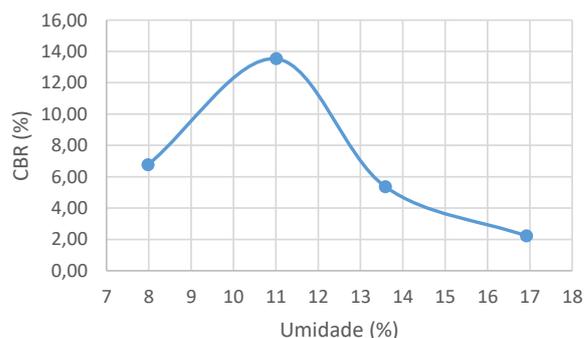
RESUMO DOS RESULTADOS

| | |
|---------------------------------------|------|
| Umidade Ótima (%) | 11,4 |
| Densidade Máxima (kg/m ³) | 1770 |
| Expansão Média (%) | 0,00 |
| ISC/CBR Final (%) | 12,3 |

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

| Penet. 1 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 15 | 0,15 | |
| 1,25 | 22 | 0,22 | |
| 2,5 | 44 | 0,44 | 6,38 |
| 5 | 70 | 0,7 | 6,76 |
| 7,5 | 91 | 0,91 | |
| 10 | 106 | 1,06 | |

| Penet. 2 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 25 | 0,25 | |
| 1,25 | 48 | 0,48 | |
| 2,5 | 79 | 0,79 | 11,45 |
| 5 | 140 | 1,4 | 13,53 |
| 7,5 | 186 | 1,86 | |
| 10 | 218 | 2,18 | |

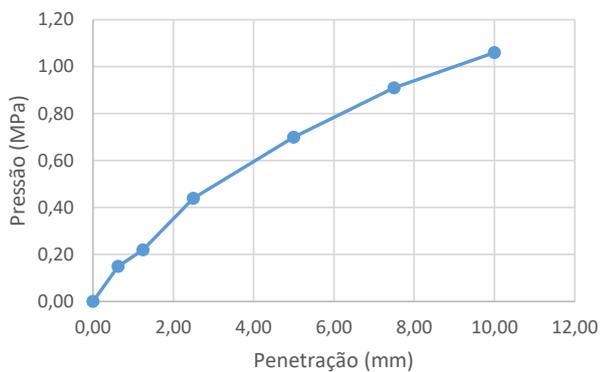
| Penet. 3 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 14 | 0,14 | |
| 1,25 | 28 | 0,28 | |
| 2,5 | 37 | 0,37 | 5,36 |
| 5 | 49 | 0,49 | 4,73 |
| 7,5 | 63 | 0,63 | |
| 10 | 73 | 0,73 | |

| Penet. 4 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 7 | 0,07 | |
| 1,25 | 9 | 0,09 | |
| 2,5 | 14 | 0,14 | 2,03 |
| 5 | 23 | 0,23 | 2,22 |
| 7,5 | 30 | 0,3 | |
| 10 | 35 | 0,35 | |

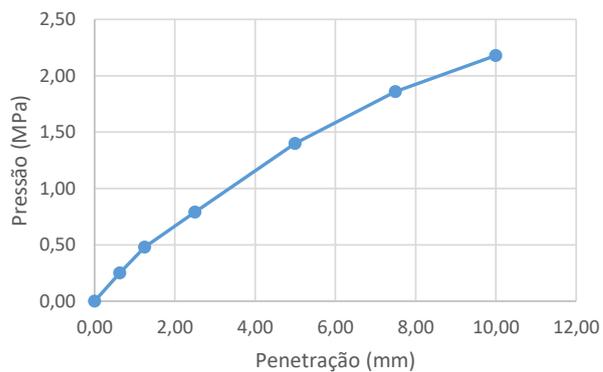
| Ponto | Umidade | C.B.R. | Umidade | Dens. S. |
|-------|---------|--------|---------|-------------------|
| | (%) | (%) | (%) | kg/m ³ |
| 10 | 7,98 | 6,76 | 7,98 | 1616 |
| 22 | 11,00 | 13,53 | 11,00 | 1765 |
| 35 | 13,59 | 5,36 | 13,59 | 1710 |
| 48 | 16,92 | 2,22 | 16,92 | 1590 |

| ENSAIO DE EXPANSÃO | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Nº Molde | 10 | 22 | 35 | 48 |
| Leitura Inicial | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Leitura Final | 1,03 | 1,00 | 1,00 | 0,98 |
| L.Final - L.Inicial | 0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,02 |
| Altura cilindro | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 |
| (LF-LI) / Altura (%) | 0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,02 |
| Média (%) | 0,00 | | | |

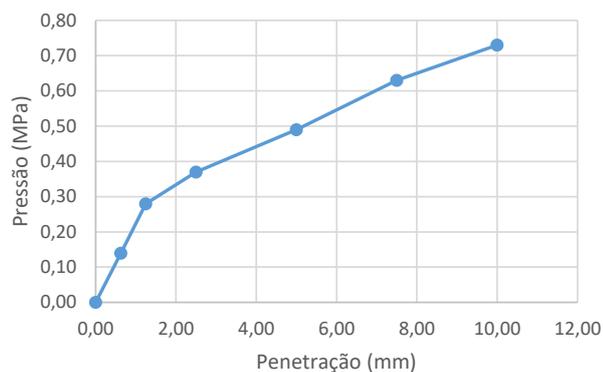
Pressão x Penetração 1



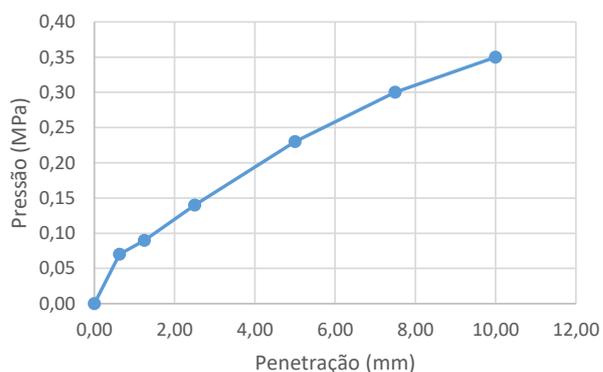
Pressão x Penetração 2



Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4

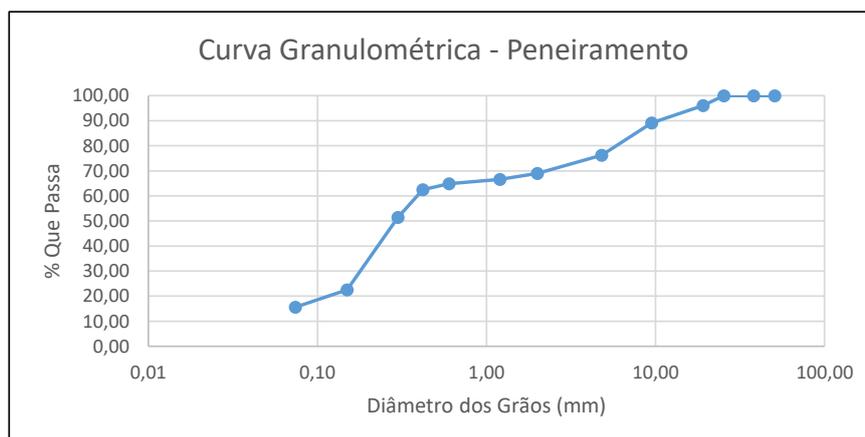


ANÁLISE GANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

| | | | | |
|--------|------------------------------------|---------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II - SH Tororó | | Ponto: | 43 |
| Data: | 13/12/2021 | Trecho: | | |

| DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA | |
|--------------------------------------|--------|
| Número da Cápsula | 82 |
| Cápsula + Solo Úmido (g) | 65,23 |
| Cápsula + Solo Seco (g) | 62,07 |
| Peso da Cápsula (g) | 12,16 |
| Peso da Água (g) | 3,154 |
| Peso do Solo Seco (g) | 49,913 |
| Umidade Higroscópica (%) | 6,32 |
| Fator de Correção - 100 / 100 + w | 0,94 |
| DADOS DA AMOSTRA | |
| Amostra Total Úmida (g) | 600,00 |
| Pedregulho (g) | 178,65 |
| Amostra que Passa na #10 Úmida (g) | 421,35 |
| Amostra que Passa na #10 Seca (g) | 396,31 |
| Peso da Água (g) | 25,04 |
| Amostra Total Seca (g) | 574,96 |
| RESUMO DA GRANULOMETRIA | |
| Pedregulho: Acima de 2,00 mm (%) | 31,07 |
| Areia Grossa: 2,00 - 0,42 mm (%) | 6,46 |
| Areia Fina: 0,42 - 0,05 mm (%) | 46,87 |
| Silte/Argila: Abaixo de 0,074 mm (%) | 15,59 |
| Total (%) | 100,00 |

| PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL | | | | | |
|-------------------------------|----------|---------------------|--------------------|-------------|------------------------------|
| Peneira | Peso (g) | Abert. Peneira (mm) | Material Retido | | % que Passa da Amostra Total |
| | | | % da Amostra Total | % Acumulada | |
| 2" | 0,00 | 50,80 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1 1/2" | 0,00 | 38,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1" | 0,00 | 25,40 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/4" | 22,52 | 19,10 | 3,92 | 3,92 | 96,08 |
| 3/8" | 39,85 | 9,50 | 6,93 | 10,85 | 89,15 |
| Nº 4 | 74,13 | 4,80 | 12,89 | 23,74 | 76,26 |
| Nº10 | 42,15 | 2,00 | 7,33 | 31,07 | 68,93 |
| Nº16 | 13,52 | 1,20 | 2,35 | 33,42 | 66,58 |
| Nº30 | 9,58 | 0,60 | 1,67 | 35,09 | 64,91 |
| Nº40 | 14,05 | 0,42 | 2,44 | 37,53 | 62,47 |
| Nº50 | 63,08 | 0,30 | 10,97 | 48,50 | 51,50 |
| Nº100 | 166,20 | 0,15 | 28,91 | 77,41 | 22,59 |
| Nº200 | 40,23 | 0,07 | 7,00 | 84,41 | 15,59 |



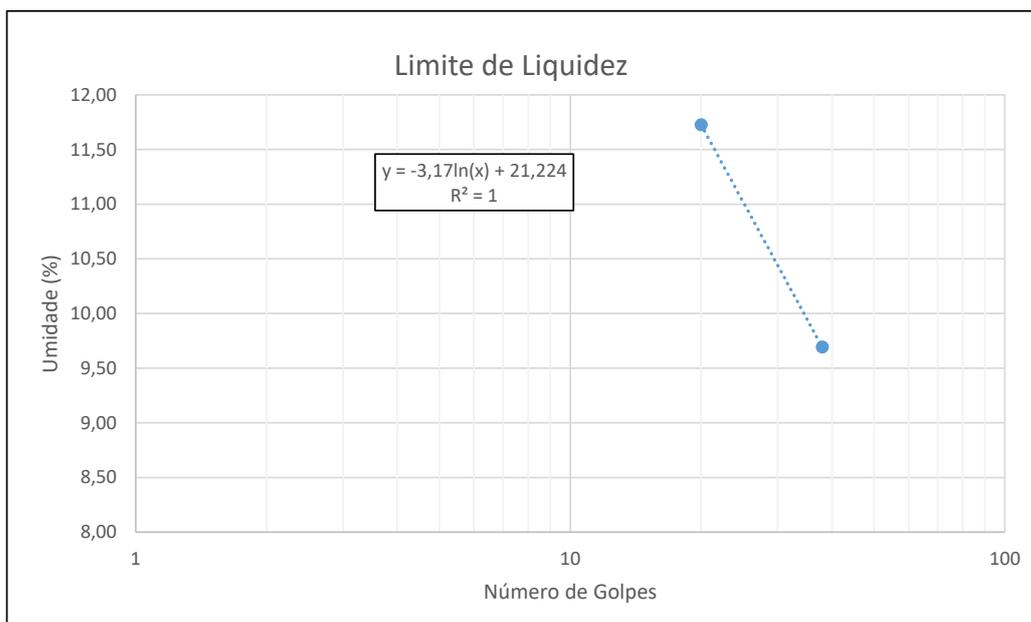
LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

| | | | | | |
|--------|------------------------------------|---------|--|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II - SH Tororó | | | Ponto: | 43 |
| Data: | 13/12/2021 | Trecho: | | | |

| LIMITE DE LIQUIDEZ | | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|--------------|-------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Nº de Golpes | Umidade (%) |
| 6 | 16,43 | 15,36 | 4,32 | 1,07 | 11,04 | 38 | 9,69 |
| 81 | 14,16 | 13,25 | 5,49 | 0,91 | 7,76 | 20 | 11,73 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| LIMITE DE PLASTICIDADE | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|-------------|----------------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Umidade (%) | Limite de Plast. (%) |
| | | | | | | | NP |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| RESULTADOS | |
|----------------------------|------|
| Limite de Liquidez (%) | 11,0 |
| Limite de Plasticidade (%) | NP |
| Índice de Plasticidade (%) | - |



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

| | | | | | |
|--------|------------------------|----------|--------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | | Ponto: | 44 |
| Data: | 13/12/2021 | Energia: | NORMAL | | |

DADOS DO ENSAIO

| | | |
|--|-------|-----------------|
| Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm: | 6,9 | MPa |
| Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm: | 10,35 | MPa |
| Diâmetro da base do pistão: | 4,96 | cm |
| Área da base do pistão: | 19,32 | cm ² |
| Constante da prensa: | 0,01 | MPa/div |

CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Molde | 47 | 38 | 1 | 13 | 24 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Solo + Água + Molde (g) | 8105 | 8310 | 8595 | 8740 | 8745 |
| Peso Molde (g) | 4725 | 4665 | 4770 | 4715 | 4715 |
| Peso Solo + Água (g) | 3380 | 3645 | 3825 | 4025 | 4030 |
| Volume Molde (cm ³) | 2085 | 2085 | 2103 | 2085 | 2085 |
| Dens. Solo Úmido (kg/m ³) | 1621 | 1748 | 1819 | 1930 | 1933 |
| Dens. Solo Seco (kg/m ³) | 1475 | 1565 | 1607 | 1665 | 1645 |

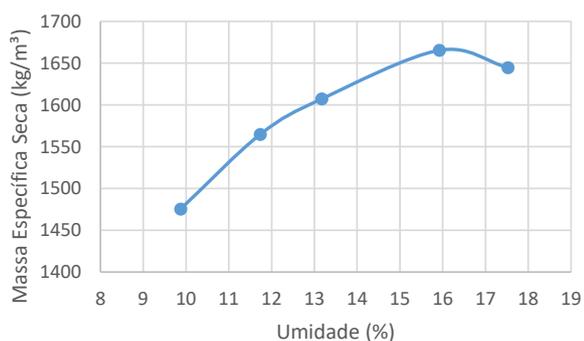
CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Cápsula | 132 | 124 | 108 | 79 | 88 | 98 | 55 | 67 | 28 | 9 |
|-----------------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|
| P. Solo Úm. + C. (g) | 100,50 | 104,23 | 85,31 | 92,21 | 85,71 | 88,29 | 100,85 | 87,99 | 155,27 | 131,42 |
| P. Solo S. + Cap. (g) | 93,35 | 96,45 | 77,81 | 83,84 | 77,33 | 79,47 | 88,77 | 77,82 | 133,94 | 113,69 |
| Peso Água (g) | 7,15 | 7,78 | 7,50 | 8,37 | 8,38 | 8,82 | 12,08 | 10,17 | 21,33 | 17,73 |
| Peso Cápsula (g) | 23,32 | 14,87 | 13,90 | 12,48 | 14,22 | 11,96 | 13,51 | 13,42 | 13,29 | 11,66 |
| P. Solo Seco (g) | 70,03 | 81,58 | 63,91 | 71,36 | 63,11 | 67,51 | 75,26 | 64,40 | 120,65 | 102,03 |
| Umidade (%) | 10,21 | 9,54 | 11,74 | 11,73 | 13,28 | 13,06 | 16,05 | 15,79 | 17,68 | 17,38 |
| Umid. Média (%) | 9,87 | | 11,73 | | 13,17 | | 15,92 | | 17,53 | |

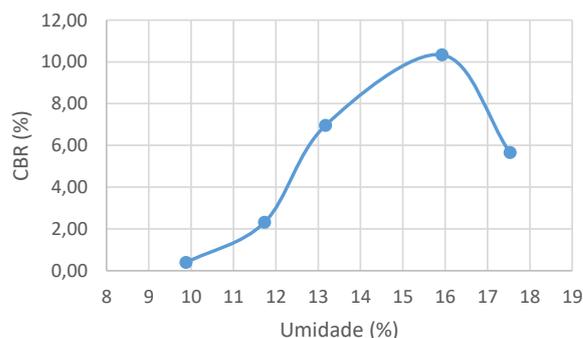
RESUMO DOS RESULTADOS

| | |
|---------------------------------------|------|
| Umidade Ótima (%) | 15,9 |
| Densidade Máxima (kg/m ³) | 1665 |
| Expansão Média (%) | 0,01 |
| ISC/CBR Final (%) | 10,3 |

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

| Penet. 1 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 1 | 0,01 | |
| 1,25 | 1 | 0,01 | |
| 2,5 | 2 | 0,02 | 0,29 |
| 5 | 4 | 0,04 | 0,39 |
| 7,5 | 6 | 0,06 | |
| 10 | 7 | 0,07 | |

| Penet. 2 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 5 | 0,05 | |
| 1,25 | 11 | 0,11 | |
| 2,5 | 16 | 0,16 | 2,32 |
| 5 | 21 | 0,21 | 2,03 |
| 7,5 | 26 | 0,26 | |
| 10 | 30 | 0,3 | |

| Penet. 3 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 13 | 0,13 | |
| 1,25 | 25 | 0,25 | |
| 2,5 | 48 | 0,48 | 6,96 |
| 5 | 69 | 0,69 | 6,67 |
| 7,5 | 88 | 0,88 | |
| 10 | 101 | 1,01 | |

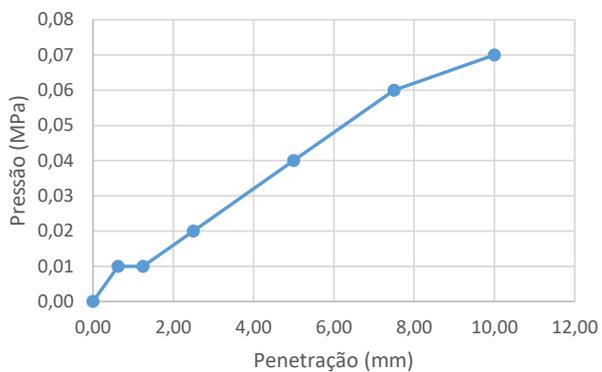
| Penet. 4 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 20 | 0,2 | |
| 1,25 | 48 | 0,48 | |
| 2,5 | 68 | 0,68 | 9,86 |
| 5 | 107 | 1,07 | 10,34 |
| 7,5 | 144 | 1,44 | |
| 10 | 170 | 1,7 | |

| Penet. 5 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 13 | 0,13 | |
| 1,25 | 20 | 0,2 | |
| 2,5 | 39 | 0,39 | 5,65 |
| 5 | 57 | 0,57 | 5,51 |
| 7,5 | 70 | 0,7 | |
| 10 | 79 | 0,79 | |

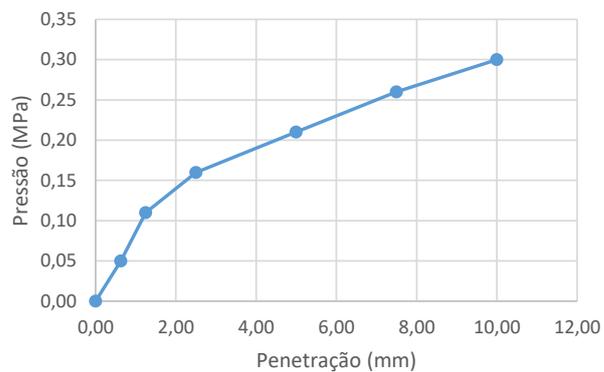
| Ponto | Umidade | C.B.R. | Umidade | Dens. S. |
|-------|---------|--------|---------|-------------------|
| | (%) | (%) | (%) | kg/m ³ |
| 47 | 9,87 | 0,39 | 9,87 | 1475 |
| 38 | 11,73 | 2,32 | 11,73 | 1565 |
| 1 | 13,17 | 6,96 | 13,17 | 1607 |
| 13 | 15,92 | 10,34 | 15,92 | 1665 |
| 24 | 17,53 | 5,65 | 17,53 | 1645 |

| ENSAIO DE EXPANSÃO | | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Nº Molde | 47 | 38 | 1 | 13 | 24 |
| Leitura Inicial | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| Leitura Final | 3,04 | 3,05 | 3,01 | 3,00 | 2,96 |
| L.Final - L.Inicial | 0,04 | 0,05 | 0,01 | 0,00 | -0,04 |
| Altura cilindro | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 |
| (LF-LI) / Altura (%) | 0,04 | 0,04 | 0,01 | 0,00 | -0,04 |
| Média (%) | 0,01 | | | | |

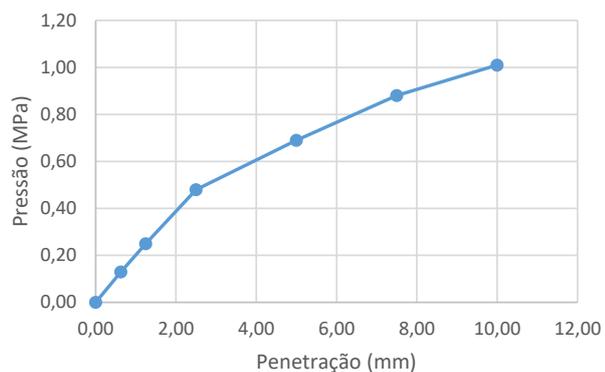
Pressão x Penetração 1



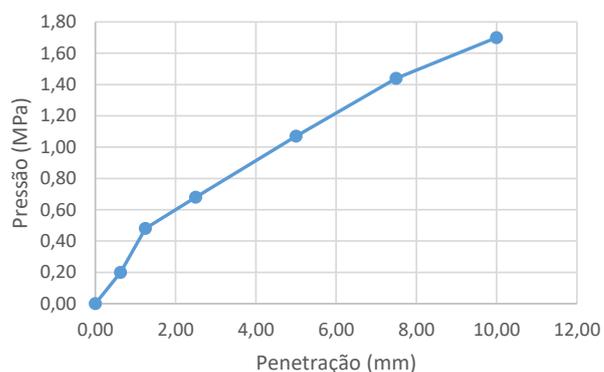
Pressão x Penetração 2



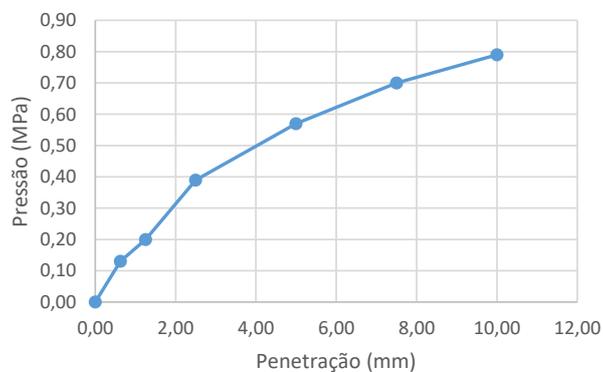
Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4



Pressão x Penetração 5

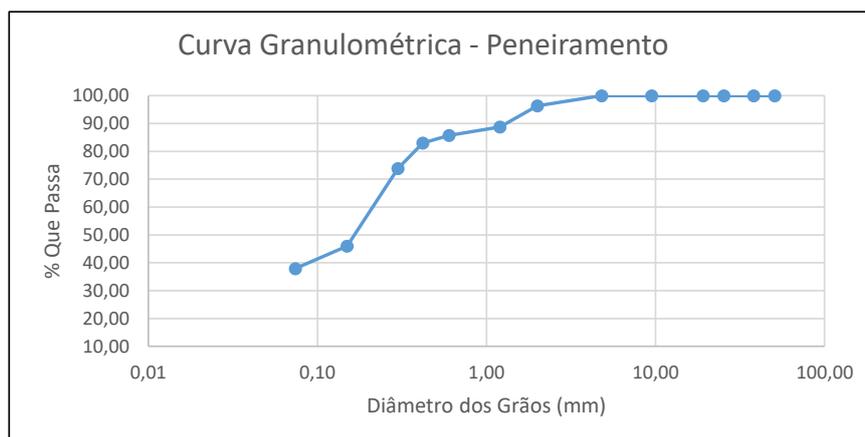


ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

| | | | |
|--------|------------------------|---------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | Ponto: | 44 |
| Data: | 13/12/2021 | Trecho: | |

| DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA | |
|--------------------------------------|--------|
| Número da Cápsula | 128 |
| Cápsula + Solo Úmido (g) | 92,88 |
| Cápsula + Solo Seco (g) | 87,02 |
| Peso da Cápsula (g) | 22,86 |
| Peso da Água (g) | 5,86 |
| Peso do Solo Seco (g) | 64,16 |
| Umidade Higroscópica (%) | 9,13 |
| Fator de Correção - 100 / 100 + w | 0,92 |
| DADOS DA AMOSTRA | |
| Amostra Total Úmida (g) | 610,00 |
| Pedregulho (g) | 20,23 |
| Amostra que Passa na #10 Úmida (g) | 589,77 |
| Amostra que Passa na #10 Seca (g) | 540,41 |
| Peso da Água (g) | 49,36 |
| Amostra Total Seca (g) | 560,64 |
| RESUMO DA GRANULOMETRIA | |
| Pedregulho: Acima de 2,00 mm (%) | 3,61 |
| Areia Grossa: 2,00 - 0,42 mm (%) | 13,35 |
| Areia Fina: 0,042 - 0,05 mm (%) | 45,12 |
| Silte/Argila: Abaixo de 0,05 mm (%) | 37,92 |
| Total (%) | 100,00 |

| PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL | | | | | |
|-------------------------------|----------|---------------------|--------------------|-------------|------------------------------|
| Peneira | Peso (g) | Abert. Peneira (mm) | Material Retido | | % que Passa da Amostra Total |
| | | | % da Amostra Total | % Acumulada | |
| 2" | 0,00 | 50,80 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1 1/2" | 0,00 | 38,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1" | 0,00 | 25,40 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/4" | 0,00 | 19,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/8" | 0,00 | 9,50 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| Nº 4 | 0,00 | 4,80 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| Nº10 | 20,23 | 2,00 | 3,61 | 3,61 | 96,39 |
| Nº16 | 42,84 | 1,20 | 7,64 | 11,25 | 88,75 |
| Nº30 | 16,99 | 0,60 | 3,03 | 14,28 | 85,72 |
| Nº40 | 15,02 | 0,42 | 2,68 | 16,96 | 83,04 |
| Nº50 | 51,45 | 0,30 | 9,18 | 26,14 | 73,86 |
| Nº100 | 156,28 | 0,15 | 27,88 | 54,01 | 45,99 |
| Nº200 | 45,21 | 0,07 | 8,06 | 62,08 | 37,92 |



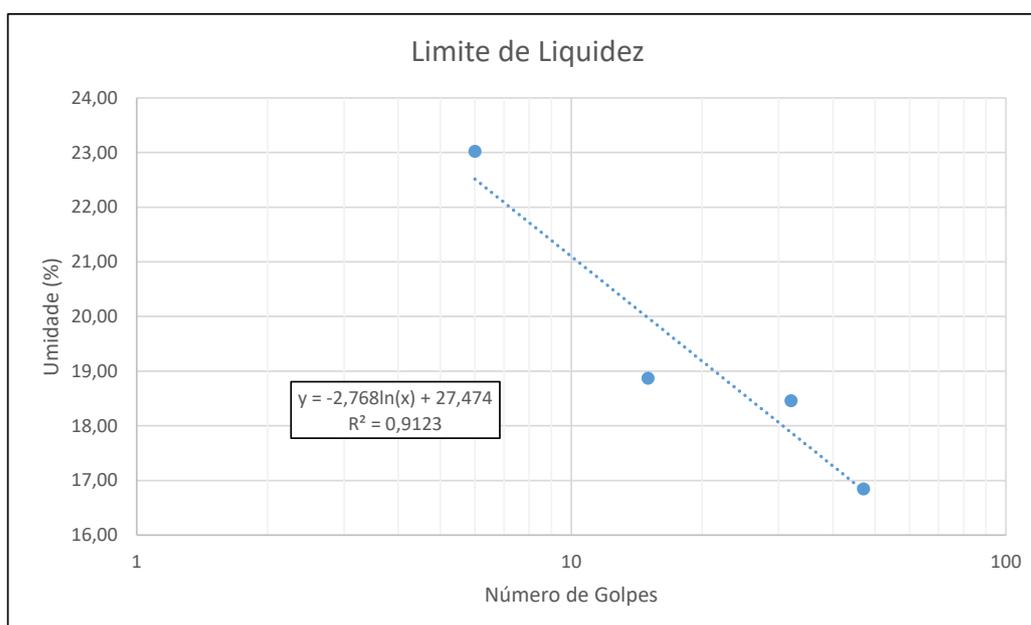
LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

| | | | | | |
|--------|------------------------|---------|--|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | | Ponto: | 44 |
| Data: | 13/12/2021 | Trecho: | | | |

| LIMITE DE LIQUIDEZ | | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|--------------|-------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Nº de Golpes | Umidade (%) |
| 1 | 26,77 | 23,74 | 5,75 | 3,03 | 17,99 | 47 | 16,84 |
| 9 | 27,84 | 24,39 | 5,70 | 3,45 | 18,69 | 32 | 18,46 |
| 16 | 29,86 | 25,80 | 4,31 | 4,06 | 21,49 | 15 | 18,87 |
| 24 | 30,15 | 25,58 | 5,73 | 4,57 | 19,85 | 6 | 23,02 |

| LIMITE DE PLASTICIDADE | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|-------------|----------------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Umidade (%) | Limite de Plast. (%) |
| 32 | 8,10 | 7,93 | 3,45 | 0,17 | 4,48 | 3,79 | 8,41 |
| 39 | 7,40 | 7,23 | 3,38 | 0,17 | 3,85 | 4,42 | |
| 47 | 6,80 | 6,65 | 4,10 | 0,15 | 2,55 | 5,88 | |
| 56 | 7,40 | 7,25 | 5,08 | 0,15 | 2,17 | 6,91 | |
| 70 | 7,91 | 7,75 | 6,99 | 0,16 | 0,76 | 21,05 | |

| RESULTADOS | |
|----------------------------|------|
| Limite de Liquidez (%) | 18,6 |
| Limite de Plasticidade (%) | 8,4 |
| Índice de Plasticidade (%) | 10,2 |



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

| | | | | | |
|--------|------------------------|----------|--------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | | Ponto: | 45 |
| Data: | 16/12/2021 | Energia: | NORMAL | | |

DADOS DO ENSAIO

| | | |
|--|-------|-----------------|
| Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm: | 6,9 | MPa |
| Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm: | 10,35 | MPa |
| Diâmetro da base do pistão: | 4,96 | cm |
| Área da base do pistão: | 19,32 | cm ² |
| Constante da prensa: | 0,01 | MPa/div |

CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Molde | 23 | 82 | 21 | 38 | 33 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Solo + Água + Molde (g) | 8575 | 8585 | 8725 | 8725 | 8850 |
| Peso Molde (g) | 4880 | 4505 | 4745 | 4685 | 4770 |
| Peso Solo + Água (g) | 3695 | 4080 | 3980 | 4040 | 4080 |
| Volume Molde (cm ³) | 1988 | 2123 | 2015 | 2015 | 2015 |
| Dens. Solo Úmido (kg/m ³) | 1859 | 1922 | 1975 | 2005 | 2025 |
| Dens. Solo Seco (kg/m ³) | 1735 | 1756 | 1771 | 1761 | 1748 |

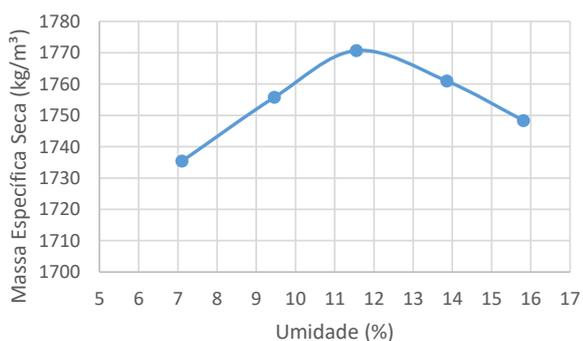
CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Cápsula | 96 | 1 | 25 | 60 | 55 | 12 | 46 | 3 | 86 | 72 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| P. Solo Úm. + C. (g) | 78,66 | 86,67 | 90,35 | 91,97 | 88,19 | 89,90 | 86,84 | 98,26 | 92,32 | 92,18 |
| P. Solo S. + Cap. (g) | 74,31 | 81,77 | 83,68 | 85,21 | 80,70 | 81,64 | 77,70 | 88,01 | 81,54 | 81,41 |
| Peso Água (g) | 4,35 | 4,90 | 6,67 | 6,76 | 7,49 | 8,26 | 9,14 | 10,25 | 10,78 | 10,77 |
| Peso Cápsula (g) | 13,79 | 11,97 | 13,55 | 13,35 | 13,59 | 12,46 | 11,86 | 13,89 | 13,68 | 12,98 |
| P. Solo Seco (g) | 60,52 | 69,80 | 70,13 | 71,86 | 67,11 | 69,18 | 65,84 | 74,12 | 67,86 | 68,43 |
| Umidade (%) | 7,19 | 7,02 | 9,51 | 9,41 | 11,16 | 11,94 | 13,88 | 13,83 | 15,89 | 15,74 |
| Umid. Média (%) | 7,10 | | 9,46 | | 11,55 | | 13,86 | | 15,81 | |

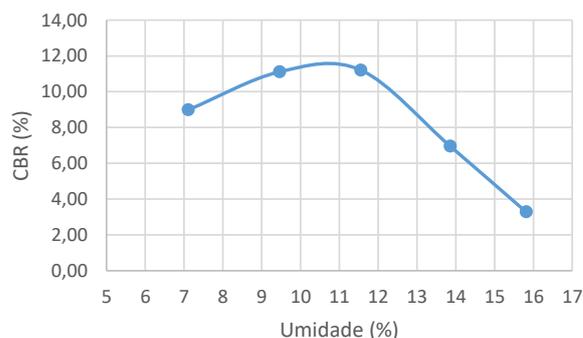
RESUMO DOS RESULTADOS

| | |
|---------------------------------------|------|
| Umidade Ótima (%) | 11,6 |
| Densidade Máxima (kg/m ³) | 1770 |
| Expansão Média (%) | 0,03 |
| ISC/CBR Final (%) | 11,2 |

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

| Penet. 1 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 20 | 0,2 | |
| 1,25 | 39 | 0,39 | |
| 2,5 | 62 | 0,62 | 8,99 |
| 5 | 88 | 0,88 | 8,50 |
| 7,5 | 112 | 1,12 | |
| 10 | 129 | 1,29 | |

| Penet. 2 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 15 | 0,15 | |
| 1,25 | 34 | 0,34 | |
| 2,5 | 67 | 0,67 | 9,71 |
| 5 | 115 | 1,15 | 11,11 |
| 7,5 | 152 | 1,52 | |
| 10 | 178 | 1,78 | |

| Penet. 3 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 13 | 0,13 | |
| 1,25 | 29 | 0,29 | |
| 2,5 | 64 | 0,64 | 9,28 |
| 5 | 116 | 1,16 | 11,21 |
| 7,5 | 160 | 1,6 | |
| 10 | 191 | 1,91 | |

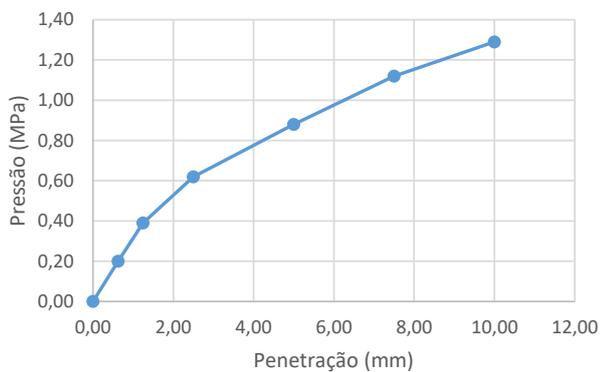
| Penet. 4 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 8 | 0,08 | |
| 1,25 | 16 | 0,16 | |
| 2,5 | 36 | 0,36 | 5,22 |
| 5 | 72 | 0,72 | 6,96 |
| 7,5 | 106 | 1,06 | |
| 10 | 130 | 1,3 | |

| Penet. 5 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 3 | 0,03 | |
| 1,25 | 6 | 0,06 | |
| 2,5 | 15 | 0,15 | 2,17 |
| 5 | 34 | 0,34 | 3,29 |
| 7,5 | 60 | 0,6 | |
| 10 | 78 | 0,78 | |

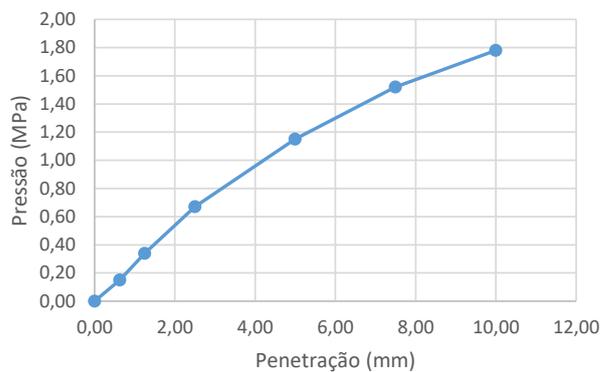
| Ponto | Umidade | C.B.R. | Umidade | Dens. S. |
|-------|---------|--------|---------|-------------------|
| | (%) | (%) | (%) | kg/m ³ |
| 23 | 7,10 | 8,99 | 7,10 | 1735 |
| 82 | 9,46 | 11,11 | 9,46 | 1756 |
| 21 | 11,55 | 11,21 | 11,55 | 1771 |
| 38 | 13,86 | 6,96 | 13,86 | 1761 |
| 33 | 15,81 | 3,29 | 15,81 | 1748 |

| ENSAIO DE EXPANSÃO | | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Nº Molde | 23 | 82 | 21 | 38 | 33 |
| Leitura Inicial | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| Leitura Final | 3,06 | 3,03 | 3,02 | 3,03 | 3,01 |
| L.Final - L.Inicial | 0,06 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,01 |
| Altura cilindro | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 |
| (LF-LI) / Altura (%) | 0,05 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,01 |
| Média (%) | 0,03 | | | | |

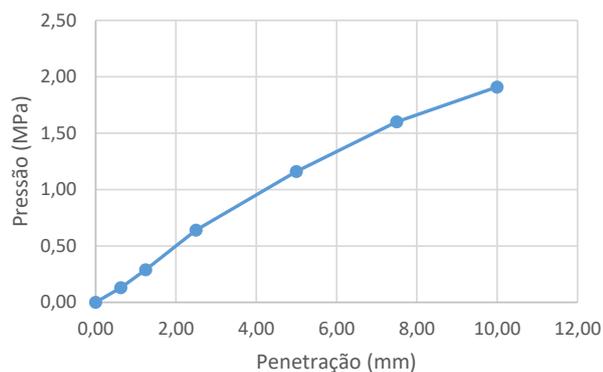
Pressão x Penetração 1



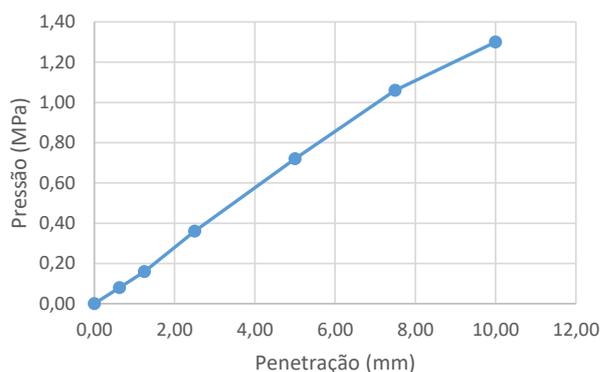
Pressão x Penetração 2



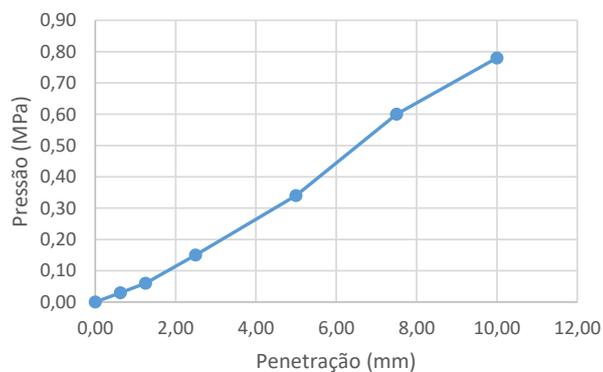
Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4



Pressão x Penetração 5



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

| | | | | | |
|--------|------------------------|----------|--------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | | Ponto: | 46 |
| Data: | 30/12/2021 | Energia: | NORMAL | | |

DADOS DO ENSAIO

| | | |
|--|-------|-----------------|
| Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm: | 6,9 | MPa |
| Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm: | 10,35 | MPa |
| Diâmetro da base do pistão: | 4,96 | cm |
| Área da base do pistão: | 19,32 | cm ² |
| Constante da prensa: | 0,01 | MPa/div |

CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Molde | 3 | 9 | 21 | 33 | 45 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Solo + Água + Molde (g) | 8460 | 8570 | 8855 | 9055 | 8600 |
| Peso Molde (g) | 4720 | 4740 | 4740 | 4760 | 4450 |
| Peso Solo + Água (g) | 3740 | 3830 | 4115 | 4295 | 4150 |
| Volume Molde (cm ³) | 2085 | 2058 | 2067 | 2085 | 2067 |
| Dens. Solo Úmido (kg/m ³) | 1794 | 1861 | 1991 | 2060 | 2008 |
| Dens. Solo Seco (kg/m ³) | 1646 | 1692 | 1772 | 1805 | 1719 |

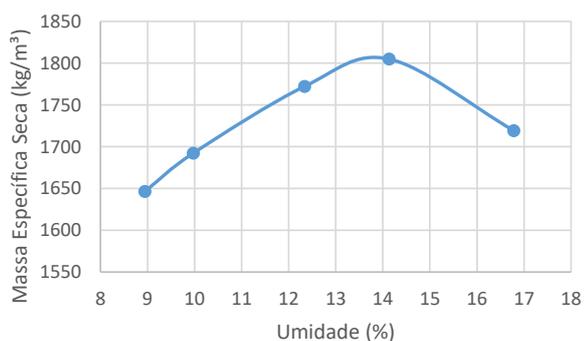
CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Cápsula | 6 | 18 | 41 | 51 | 30 | 56 | 66 | 75 | 85 | 97 |
|-----------------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|
| P. Solo Úm. + C. (g) | 114,31 | 114,30 | 95,63 | 85,84 | 85,71 | 81,59 | 101,34 | 92,35 | 108,84 | 148,52 |
| P. Solo S. + Cap. (g) | 106,25 | 105,64 | 88,18 | 78,94 | 77,96 | 73,80 | 90,55 | 82,51 | 94,86 | 129,43 |
| Peso Água (g) | 8,06 | 8,66 | 7,45 | 6,90 | 7,75 | 7,79 | 10,79 | 9,84 | 13,98 | 19,09 |
| Peso Cápsula (g) | 12,09 | 12,81 | 11,05 | 11,87 | 11,92 | 13,60 | 13,98 | 13,06 | 13,04 | 13,60 |
| P. Solo Seco (g) | 94,16 | 92,83 | 77,13 | 67,07 | 66,04 | 60,20 | 76,57 | 69,45 | 81,82 | 115,83 |
| Umidade (%) | 8,56 | 9,33 | 9,66 | 10,29 | 11,74 | 12,94 | 14,09 | 14,17 | 17,09 | 16,48 |
| Umid. Média (%) | 8,94 | | 9,97 | | 12,34 | | 14,13 | | 16,78 | |

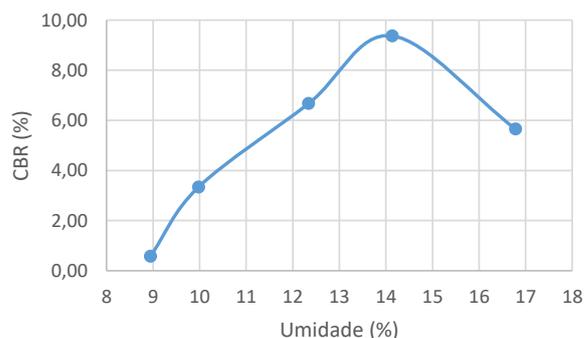
RESUMO DOS RESULTADOS

| | |
|---------------------------------------|------|
| Umidade Ótima (%) | 13,8 |
| Densidade Máxima (kg/m ³) | 1806 |
| Expansão Média (%) | 0,03 |
| ISC/CBR Final (%) | 9,3 |

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

| Penet. 1 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 2 | 0,02 | |
| 1,25 | 3 | 0,03 | |
| 2,5 | 4 | 0,04 | 0,58 |
| 5 | 5 | 0,05 | 0,48 |
| 7,5 | 6 | 0,06 | |
| 10 | 7 | 0,07 | |

| Penet. 2 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 9 | 0,09 | |
| 1,25 | 15 | 0,15 | |
| 2,5 | 23 | 0,23 | 3,33 |
| 5 | 29 | 0,29 | 2,80 |
| 7,5 | 33 | 0,33 | |
| 10 | 36 | 0,36 | |

| Penet. 3 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 12 | 0,12 | |
| 1,25 | 23 | 0,23 | |
| 2,5 | 46 | 0,46 | 6,67 |
| 5 | 67 | 0,67 | 6,47 |
| 7,5 | 79 | 0,79 | |
| 10 | 87 | 0,87 | |

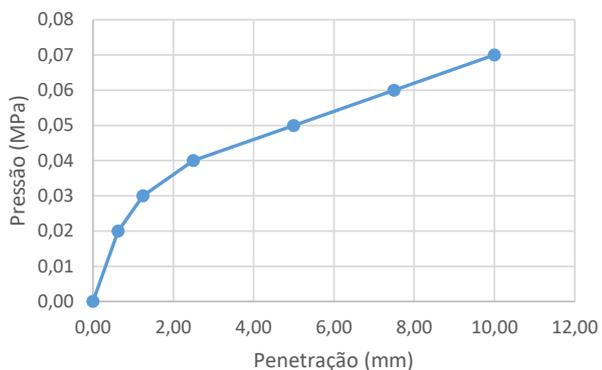
| Penet. 4 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 13 | 0,13 | |
| 1,25 | 30 | 0,3 | |
| 2,5 | 62 | 0,62 | 8,99 |
| 5 | 97 | 0,97 | 9,37 |
| 7,5 | 111 | 1,11 | |
| 10 | 121 | 1,21 | |

| Penet. 5 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 11 | 0,11 | |
| 1,25 | 25 | 0,25 | |
| 2,5 | 39 | 0,39 | 5,65 |
| 5 | 52 | 0,52 | 5,02 |
| 7,5 | 62 | 0,62 | |
| 10 | 69 | 0,69 | |

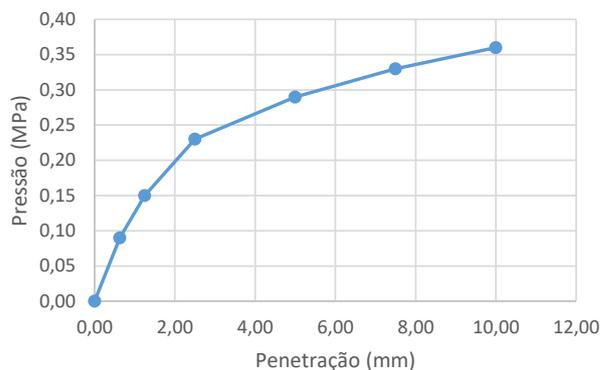
| Ponto | Umidade | C.B.R. | Umidade | Dens. S. |
|-------|---------|--------|---------|-------------------|
| | (%) | (%) | (%) | kg/m ³ |
| 3 | 8,94 | 0,58 | 8,94 | 1646 |
| 9 | 9,97 | 3,33 | 9,97 | 1692 |
| 21 | 12,34 | 6,67 | 12,34 | 1772 |
| 33 | 14,13 | 9,37 | 14,13 | 1805 |
| 45 | 16,78 | 5,65 | 16,78 | 1719 |

| ENSAIO DE EXPANSÃO | | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Nº Molde | 3 | 9 | 21 | 33 | 45 |
| Leitura Inicial | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| Leitura Final | 3,05 | 3,06 | 3,03 | 3,00 | 3,01 |
| L.Final - L.Inicial | 0,05 | 0,06 | 0,03 | 0,00 | 0,01 |
| Altura cilindro | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 |
| (LF-LI) / Altura (%) | 0,04 | 0,05 | 0,03 | 0,00 | 0,01 |
| Média (%) | 0,03 | | | | |

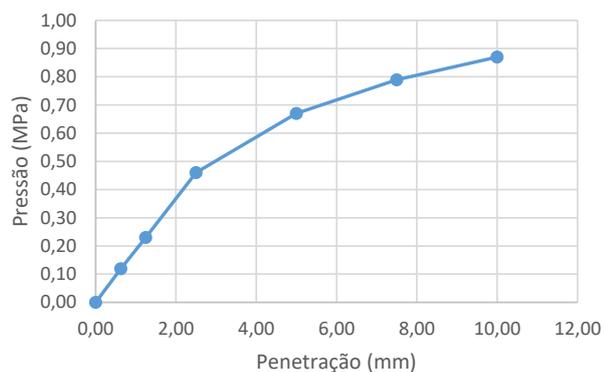
Pressão x Penetração 1



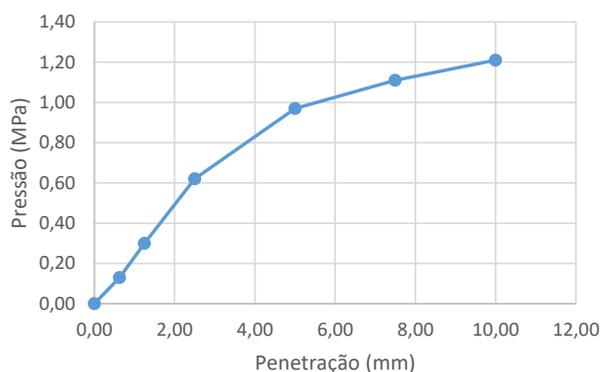
Pressão x Penetração 2



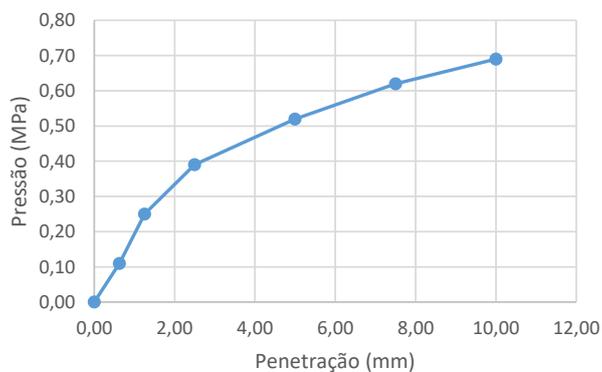
Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4



Pressão x Penetração 5

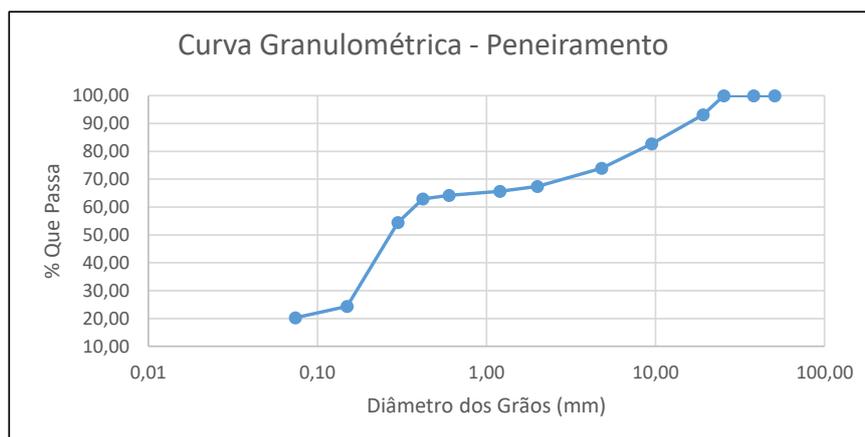


ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

| | | | |
|--------|------------------------|---------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | Ponto: | 46 |
| Data: | 30/12/2021 | Trecho: | |

| DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA | |
|--------------------------------------|--------|
| Número da Cápsula | 66 |
| Cápsula + Solo Úmido (g) | 86,13 |
| Cápsula + Solo Seco (g) | 81,76 |
| Peso da Cápsula (g) | 14,98 |
| Peso da Água (g) | 4,37 |
| Peso do Solo Seco (g) | 66,78 |
| Umidade Higroscópica (%) | 6,54 |
| Fator de Correção - 100 / 100 + w | 0,94 |
| DADOS DA AMOSTRA | |
| Amostra Total Úmida (g) | 610,00 |
| Pedregulho (g) | 190,61 |
| Amostra que Passa na #10 Úmida (g) | 419,39 |
| Amostra que Passa na #10 Seca (g) | 393,63 |
| Peso da Água (g) | 25,76 |
| Amostra Total Seca (g) | 584,24 |
| RESUMO DA GRANULOMETRIA | |
| Pedregulho: Acima de 2,00 mm (%) | 32,63 |
| Areia Grossa: 2,00 - 0,42 mm (%) | 4,42 |
| Areia Fina: 0,042 - 0,05 mm (%) | 42,72 |
| Silte/Argila: Abaixo de 0,05 mm (%) | 20,24 |
| Total (%) | 100,00 |

| PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL | | | | | |
|-------------------------------|----------|---------------------|--------------------|-------------|------------------------------|
| Peneira | Peso (g) | Abert. Peneira (mm) | Material Retido | | % que Passa da Amostra Total |
| | | | % da Amostra Total | % Acumulada | |
| 2" | 0,00 | 50,80 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1 1/2" | 0,00 | 38,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1" | 0,00 | 25,40 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/4" | 40,25 | 19,10 | 6,89 | 6,89 | 93,11 |
| 3/8" | 60,86 | 9,50 | 10,42 | 17,31 | 82,69 |
| Nº 4 | 51,07 | 4,80 | 8,74 | 26,05 | 73,95 |
| Nº10 | 38,43 | 2,00 | 6,58 | 32,63 | 67,37 |
| Nº16 | 10,25 | 1,20 | 1,75 | 34,38 | 65,62 |
| Nº30 | 8,52 | 0,60 | 1,46 | 35,84 | 64,16 |
| Nº40 | 7,05 | 0,42 | 1,21 | 37,04 | 62,96 |
| Nº50 | 49,99 | 0,30 | 8,56 | 45,60 | 54,40 |
| Nº100 | 175,89 | 0,15 | 30,11 | 75,71 | 24,29 |
| Nº200 | 23,68 | 0,07 | 4,05 | 79,76 | 20,24 |



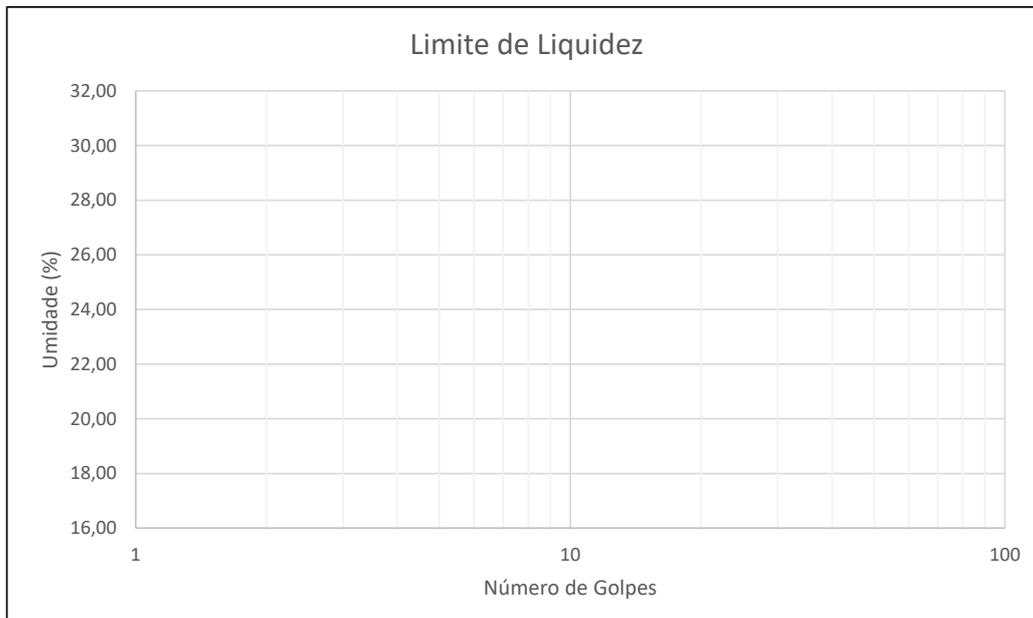
LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

| | | | | | |
|--------|------------------------|---------|--|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | | Ponto: | 46 |
| Data: | 30/12/2021 | Trecho: | | | |

| LIMITE DE LIQUIDEZ | | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|--------------|-------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Nº de Golpes | Umidade (%) |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | NL |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| LIMITE DE PLASTICIDADE | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|-------------|----------------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Umidade (%) | Limite de Plast. (%) |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | NP |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| RESULTADOS | |
|----------------------------|----|
| Limite de Liquidez (%) | NL |
| Limite de Plasticidade (%) | NP |
| Índice de Plasticidade (%) | - |



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

| | | | |
|--------|------------------------------------|----------|--------|
| Local: | Cond. San Francisco II - SH Tororó | Ponto: | 47 |
| Data: | 30/12/2021 | Energia: | NORMAL |

DADOS DO ENSAIO

| | | |
|--|-------|-----------------|
| Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm: | 6,9 | MPa |
| Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm: | 10,35 | MPa |
| Diâmetro da base do pistão: | 4,96 | cm |
| Área da base do pistão: | 19,32 | cm ² |
| Constante da prensa: | 0,01 | MPa/div |

CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Molde | 6 | 15 | 32 | 43 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|
| Solo + Água + Molde (g) | 8155 | 8645 | 8755 | 8640 |
| Peso Molde (g) | 4760 | 4725 | 4745 | 4695 |
| Peso Solo + Água (g) | 3395 | 3920 | 4010 | 3945 |
| Volume Molde (cm ³) | 2085 | 2103 | 2058 | 2085 |
| Dens. Solo Úmido (kg/m ³) | 1628 | 1864 | 1948 | 1892 |
| Dens. Solo Seco (kg/m ³) | 1357 | 1516 | 1557 | 1483 |

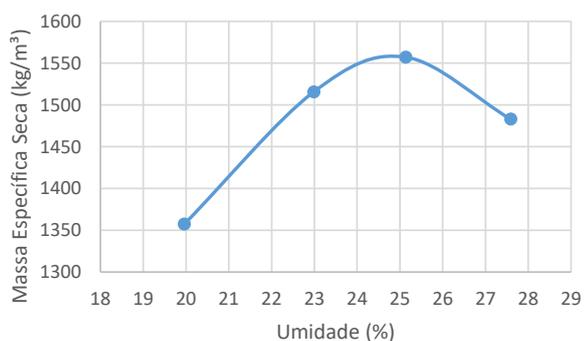
CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Cápsula | 5 | 32 | 58 | 84 | 95 | 71 | 43 | 19 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| P. Solo Úm. + C. (g) | 88,13 | 95,23 | 90,02 | 88,96 | 82,06 | 73,00 | 94,23 | 100,54 |
| P. Solo S. + Cap. (g) | 75,55 | 81,24 | 75,83 | 74,84 | 68,31 | 60,76 | 76,23 | 81,74 |
| Peso Água (g) | 12,58 | 13,99 | 14,19 | 14,12 | 13,75 | 12,24 | 18,00 | 18,80 |
| Peso Cápsula (g) | 12,07 | 11,65 | 14,20 | 13,31 | 13,47 | 12,17 | 12,34 | 12,11 |
| P. Solo Seco (g) | 63,48 | 69,59 | 61,63 | 61,53 | 54,84 | 48,59 | 63,89 | 69,63 |
| Umidade (%) | 19,82 | 20,10 | 23,02 | 22,95 | 25,07 | 25,19 | 28,17 | 27,00 |
| Umid. Média (%) | 19,96 | | 22,99 | | 25,13 | | 27,59 | |

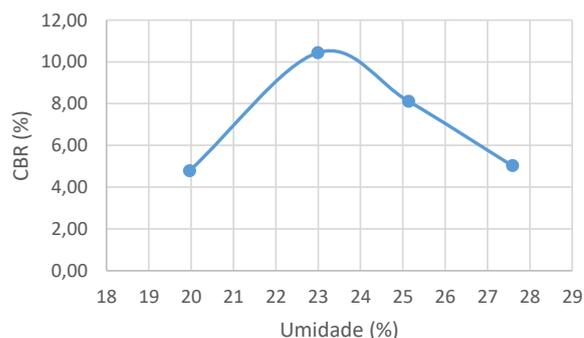
RESUMO DOS RESULTADOS

| | |
|---------------------------------------|------|
| Umidade Ótima (%) | 24,9 |
| Densidade Máxima (kg/m ³) | 1560 |
| Expansão Média (%) | 0,10 |
| ISC/CBR Final (%) | 8,1 |

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

| Penet. 1 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 8 | 0,08 | |
| 1,25 | 18 | 0,18 | |
| 2,5 | 33 | 0,33 | 4,78 |
| 5 | 46 | 0,46 | 4,44 |
| 7,5 | 54 | 0,54 | |
| 10 | 60 | 0,6 | |

| Penet. 2 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 12 | 0,12 | |
| 1,25 | 26 | 0,26 | |
| 2,5 | 70 | 0,7 | 10,14 |
| 5 | 108 | 1,08 | 10,43 |
| 7,5 | 132 | 1,32 | |
| 10 | 149 | 1,49 | |

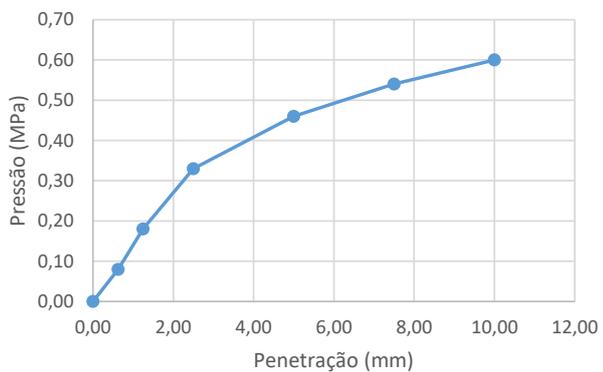
| Penet. 3 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 12 | 0,12 | |
| 1,25 | 30 | 0,3 | |
| 2,5 | 56 | 0,56 | 8,12 |
| 5 | 78 | 0,78 | 7,54 |
| 7,5 | 100 | 1 | |
| 10 | 115 | 1,15 | |

| Penet. 4 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 6 | 0,06 | |
| 1,25 | 14 | 0,14 | |
| 2,5 | 34 | 0,34 | 4,93 |
| 5 | 52 | 0,52 | 5,02 |
| 7,5 | 71 | 0,71 | |
| 10 | 84 | 0,84 | |

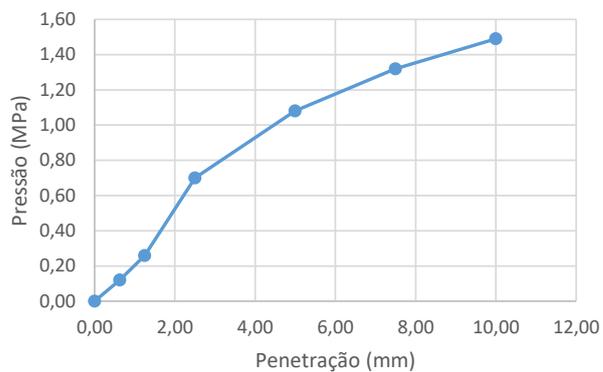
| Ponto | Umidade | C.B.R. | Umidade | Dens. S. |
|-------|---------|--------|---------|-------------------|
| | (%) | (%) | (%) | kg/m ³ |
| 6 | 19,96 | 4,78 | 19,96 | 1357 |
| 15 | 22,99 | 10,43 | 22,99 | 1516 |
| 32 | 25,13 | 8,12 | 25,13 | 1557 |
| 43 | 27,59 | 5,02 | 27,59 | 1483 |

| ENSAIO DE EXPANSÃO | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Nº Molde | 6 | 15 | 32 | 43 |
| Leitura Inicial | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Leitura Final | 1,29 | 1,15 | 1,03 | 0,97 |
| L.Final - L.Inicial | 0,29 | 0,15 | 0,03 | -0,03 |
| Altura cilindro | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 |
| (LF-LI) / Altura (%) | 0,25 | 0,13 | 0,03 | -0,03 |
| Média (%) | 0,10 | | | |

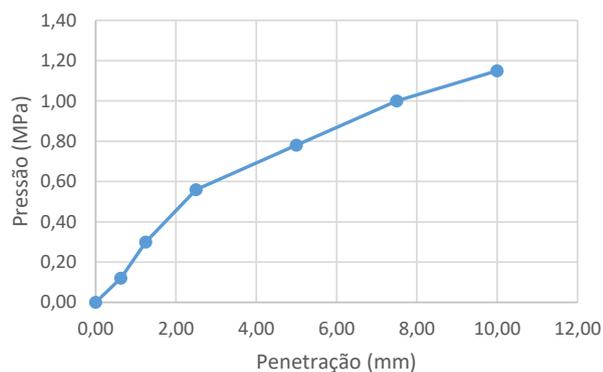
Pressão x Penetração 1



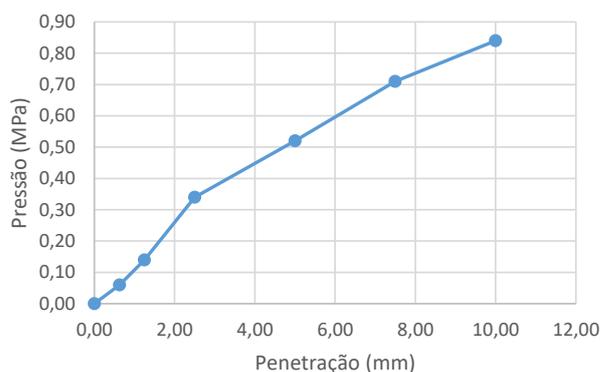
Pressão x Penetração 2



Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4

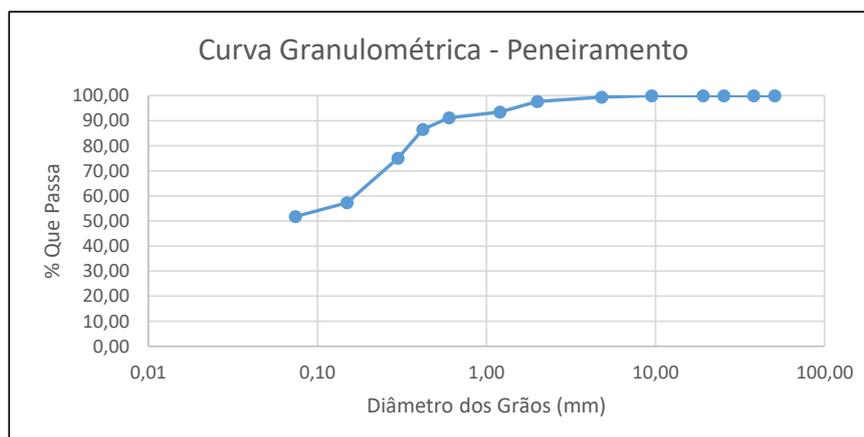


ANÁLISE GANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

| | | | |
|--------|------------------------------------|---------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II - SH Tororó | Ponto: | 47 |
| Data: | 30/12/2021 | Trecho: | |

| DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA | |
|--------------------------------------|--------|
| Número da Cápsula | 85 |
| Cápsula + Solo Úmido (g) | 81,02 |
| Cápsula + Solo Seco (g) | 79,56 |
| Peso da Cápsula (g) | 13,24 |
| Peso da Água (g) | 1,463 |
| Peso do Solo Seco (g) | 66,32 |
| Umidade Higroscópica (%) | 2,21 |
| Fator de Correção - 100 / 100 + w | 0,98 |
| DADOS DA AMOSTRA | |
| Amostra Total Úmida (g) | 610,00 |
| Pedregulho (g) | 13,60 |
| Amostra que Passa na #10 Úmida (g) | 596,40 |
| Amostra que Passa na #10 Seca (g) | 583,53 |
| Peso da Água (g) | 12,87 |
| Amostra Total Seca (g) | 597,13 |
| RESUMO DA GRANULOMETRIA | |
| Pedregulho: Acima de 2,00 mm (%) | 2,28 |
| Areia Grossa: 2,00 - 0,42 mm (%) | 11,25 |
| Areia Fina: 0,42 - 0,05 mm (%) | 34,71 |
| Silte/Argila: Abaixo de 0,074 mm (%) | 51,76 |
| Total (%) | 100,00 |

| PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL | | | | | |
|-------------------------------|----------|---------------------|--------------------|-------------|------------------------------|
| Peneira | Peso (g) | Abert. Peneira (mm) | Material Retido | | % que Passa da Amostra Total |
| | | | % da Amostra Total | % Acumulada | |
| 2" | 0,00 | 50,80 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1 1/2" | 0,00 | 38,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1" | 0,00 | 25,40 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/4" | 0,00 | 19,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/8" | 0,00 | 9,50 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| Nº 4 | 3,69 | 4,80 | 0,62 | 0,62 | 99,38 |
| Nº10 | 9,91 | 2,00 | 1,66 | 2,28 | 97,72 |
| Nº16 | 25,51 | 1,20 | 4,27 | 6,55 | 93,45 |
| Nº30 | 13,65 | 0,60 | 2,29 | 8,84 | 91,16 |
| Nº40 | 28,03 | 0,42 | 4,69 | 13,53 | 86,47 |
| Nº50 | 68,35 | 0,30 | 11,45 | 24,98 | 75,02 |
| Nº100 | 105,87 | 0,15 | 17,73 | 42,71 | 57,29 |
| Nº200 | 33,05 | 0,07 | 5,53 | 48,24 | 51,76 |



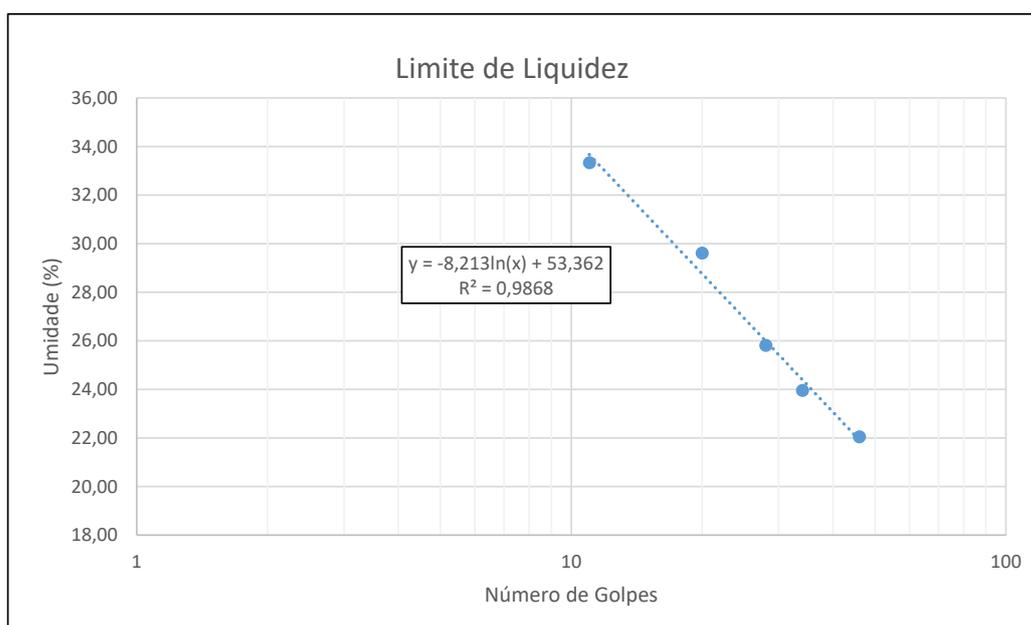
LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

| | | | | | |
|--------|------------------------------------|---------|--|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II - SH Tororó | | | Ponto: | 47 |
| Data: | 30/12/2021 | Trecho: | | | |

| LIMITE DE LIQUIDEZ | | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|--------------|-------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Nº de Golpes | Umidade (%) |
| 85 | 13,00 | 11,66 | 5,58 | 1,34 | 6,08 | 46 | 22,04 |
| 79 | 14,71 | 13,00 | 5,86 | 1,71 | 7,14 | 34 | 23,95 |
| 59 | 13,52 | 11,85 | 5,38 | 1,67 | 6,47 | 28 | 25,81 |
| 65 | 14,92 | 12,88 | 5,99 | 2,04 | 6,89 | 20 | 29,61 |
| 75 | 15,99 | 13,95 | 7,83 | 2,04 | 6,12 | 11 | 33,33 |

| LIMITE DE PLASTICIDADE | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|-------------|----------------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Umidade (%) | Limite de Plast. (%) |
| 42 | 12,35 | 11,30 | 5,10 | 1,05 | 6,20 | 16,94 | 16,47 |
| 33 | 11,00 | 10,29 | 6,01 | 0,71 | 4,28 | 16,59 | |
| 27 | 10,89 | 9,88 | 3,21 | 1,01 | 6,67 | 15,14 | |
| 15 | 13,24 | 12,26 | 6,30 | 0,98 | 5,96 | 16,44 | |
| 21 | 10,54 | 9,48 | 3,33 | 1,06 | 6,15 | 17,24 | |

| RESULTADOS | |
|----------------------------|------|
| Limite de Liquidez (%) | 26,9 |
| Limite de Plasticidade (%) | 16,5 |
| Índice de Plasticidade (%) | 10,5 |



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

| | | | | | |
|--------|------------------------|----------|--------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | | Ponto: | 48 |
| Data: | 16/12/2021 | Energia: | NORMAL | | |

DADOS DO ENSAIO

| | | |
|--|-------|-----------------|
| Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm: | 6,9 | MPa |
| Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm: | 10,35 | MPa |
| Diâmetro da base do pistão: | 4,96 | cm |
| Área da base do pistão: | 19,32 | cm ² |
| Constante da prensa: | 0,01 | MPa/div |

CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Molde | 86 | 8 | 9 | 34 | 3 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Solo + Água + Molde (g) | 8550 | 8885 | 8930 | 8860 | 8755 |
| Peso Molde (g) | 4495 | 4885 | 4750 | 4700 | 4605 |
| Peso Solo + Água (g) | 4055 | 4000 | 4180 | 4160 | 4150 |
| Volume Molde (cm ³) | 2123 | 1988 | 1988 | 1979 | 1997 |
| Dens. Solo Úmido (kg/m ³) | 1910 | 2012 | 2103 | 2102 | 2078 |
| Dens. Solo Seco (kg/m ³) | 1736 | 1793 | 1838 | 1803 | 1749 |

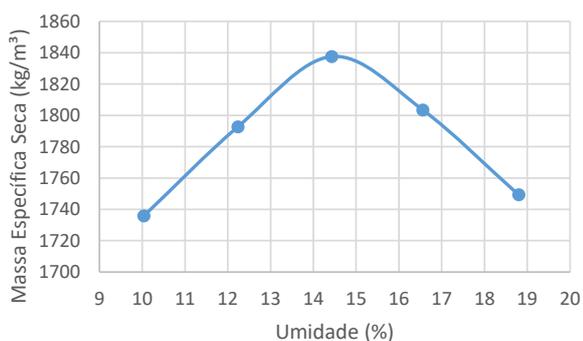
CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Cápsula | 57 | 97 | 35 | 34 | 42 | 89 | 58 | 73 | 70 | 32 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| P. Solo Úm. + C. (g) | 89,97 | 86,65 | 82,47 | 84,18 | 87,26 | 90,98 | 77,73 | 77,95 | 91,71 | 90,18 |
| P. Solo S. + Cap. (g) | 82,85 | 80,07 | 75,06 | 76,31 | 77,81 | 81,15 | 68,68 | 68,63 | 79,08 | 77,96 |
| Peso Água (g) | 7,12 | 6,58 | 7,41 | 7,87 | 9,45 | 9,83 | 9,05 | 9,32 | 12,63 | 12,22 |
| Peso Cápsula (g) | 12,81 | 13,66 | 13,52 | 13,00 | 12,09 | 13,23 | 14,22 | 12,13 | 13,17 | 11,66 |
| P. Solo Seco (g) | 70,04 | 66,41 | 61,54 | 63,31 | 65,72 | 67,92 | 54,46 | 56,50 | 65,91 | 66,30 |
| Umidade (%) | 10,17 | 9,91 | 12,04 | 12,43 | 14,38 | 14,47 | 16,62 | 16,50 | 19,16 | 18,43 |
| Umid. Média (%) | 10,04 | | 12,24 | | 14,43 | | 16,56 | | 18,80 | |

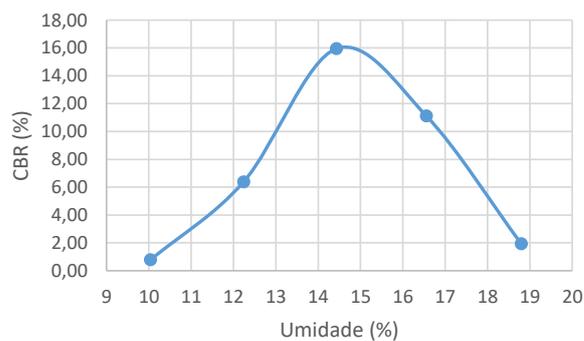
RESUMO DOS RESULTADOS

| | |
|---------------------------------------|------|
| Umidade Ótima (%) | 14,4 |
| Densidade Máxima (kg/m ³) | 1838 |
| Expansão Média (%) | 0,03 |
| ISC/CBR Final (%) | 16,0 |

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

| Penet. 1 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 1 | 0,01 | |
| 1,25 | 2 | 0,02 | |
| 2,5 | 4 | 0,04 | 0,58 |
| 5 | 8 | 0,08 | 0,77 |
| 7,5 | 11 | 0,11 | |
| 10 | 13 | 0,13 | |

| Penet. 2 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 20 | 0,2 | |
| 1,25 | 31 | 0,31 | |
| 2,5 | 44 | 0,44 | 6,38 |
| 5 | 58 | 0,58 | 5,60 |
| 7,5 | 70 | 0,7 | |
| 10 | 78 | 0,78 | |

| Penet. 3 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 39 | 0,39 | |
| 1,25 | 78 | 0,78 | |
| 2,5 | 110 | 1,1 | 15,94 |
| 5 | 145 | 1,45 | 14,01 |
| 7,5 | 175 | 1,75 | |
| 10 | 196 | 1,96 | |

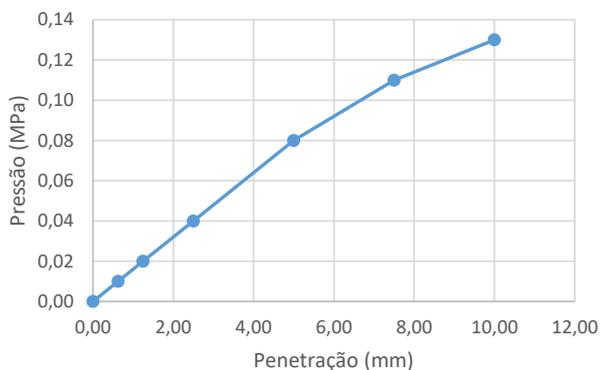
| Penet. 4 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 8 | 0,08 | |
| 1,25 | 21 | 0,21 | |
| 2,5 | 54 | 0,54 | 7,83 |
| 5 | 115 | 1,15 | 11,11 |
| 7,5 | 161 | 1,61 | |
| 10 | 193 | 1,93 | |

| Penet. 5 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 2 | 0,02 | |
| 1,25 | 4 | 0,04 | |
| 2,5 | 9 | 0,09 | 1,30 |
| 5 | 20 | 0,2 | 1,93 |
| 7,5 | 31 | 0,31 | |
| 10 | 39 | 0,39 | |

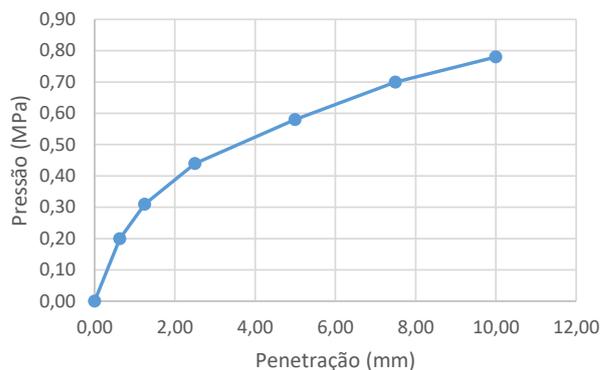
| Ponto | Umidade | C.B.R. | Umidade | Dens. S. |
|-------|---------|--------|---------|-------------------|
| | (%) | (%) | (%) | kg/m ³ |
| 86 | 10,04 | 0,77 | 10,04 | 1736 |
| 8 | 12,24 | 6,38 | 12,24 | 1793 |
| 9 | 14,43 | 15,94 | 14,43 | 1838 |
| 34 | 16,56 | 11,11 | 16,56 | 1803 |
| 3 | 18,80 | 1,93 | 18,80 | 1749 |

| ENSAIO DE EXPANSÃO | | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Nº Molde | 86 | 8 | 9 | 34 | 3 |
| Leitura Inicial | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| Leitura Final | 3,07 | 3,05 | 3,03 | 3,02 | 3,01 |
| L.Final - L.Inicial | 0,07 | 0,05 | 0,03 | 0,02 | 0,01 |
| Altura cilindro | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 |
| (LF-LI) / Altura (%) | 0,06 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,01 |
| Média (%) | 0,03 | | | | |

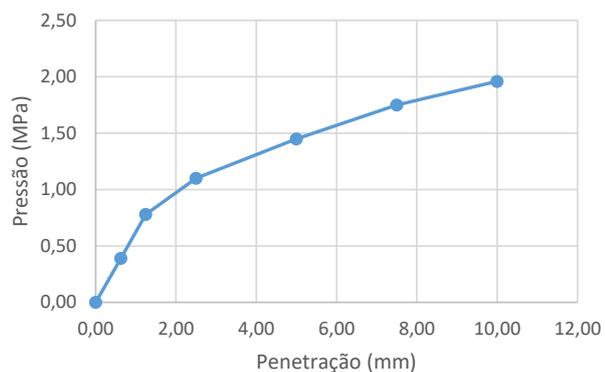
Pressão x Penetração 1



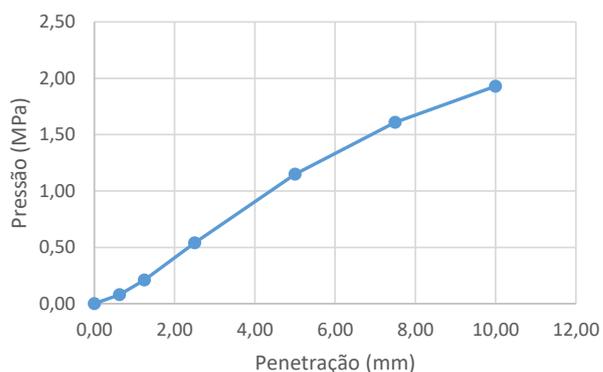
Pressão x Penetração 2



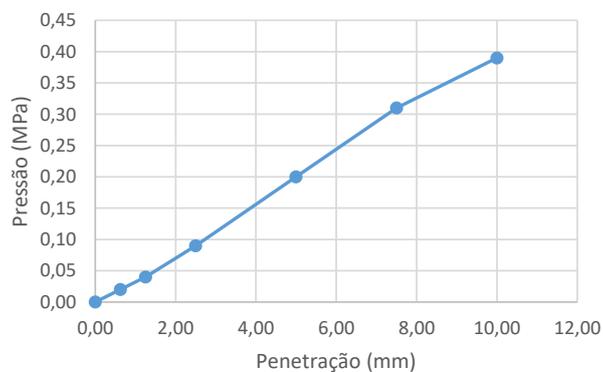
Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4



Pressão x Penetração 5



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

| | | | | | |
|--------|------------------------|----------|--------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | | Ponto: | 49 |
| Data: | 30/12/2021 | Energia: | NORMAL | | |

DADOS DO ENSAIO

| | | |
|--|-------|-----------------|
| Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm: | 6,9 | MPa |
| Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm: | 10,35 | MPa |
| Diâmetro da base do pistão: | 4,96 | cm |
| Área da base do pistão: | 19,32 | cm ² |
| Constante da prensa: | 0,01 | MPa/div |

CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Molde | 44 | 8 | 34 | 55 | 28 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Solo + Água + Molde (g) | 8755 | 8325 | 8405 | 8520 | 8410 |
| Peso Molde (g) | 5515 | 4875 | 4730 | 4690 | 4610 |
| Peso Solo + Água (g) | 3240 | 3450 | 3675 | 3830 | 3800 |
| Volume Molde (cm ³) | 2085 | 2085 | 2085 | 2103 | 2085 |
| Dens. Solo Úmido (kg/m ³) | 1554 | 1655 | 1763 | 1821 | 1823 |
| Dens. Solo Seco (kg/m ³) | 1328 | 1386 | 1447 | 1468 | 1435 |

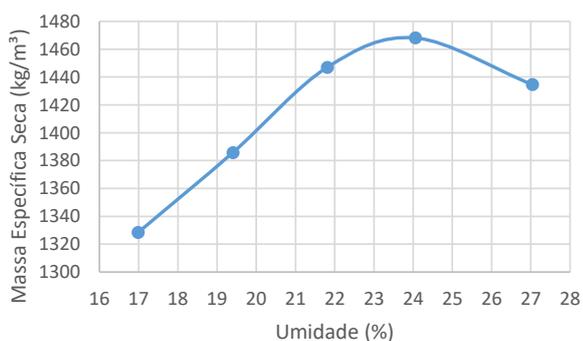
CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Cápsula | 1 | 7 | 48 | 74 | 96 | 103 | 133 | 129 | 120 | 115 |
|-----------------------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| P. Solo Úm. + C. (g) | 108,36 | 105,89 | 94,78 | 107,85 | 98,95 | 96,14 | 104,28 | 100,26 | 122,18 | 113,08 |
| P. Solo S. + Cap. (g) | 94,82 | 91,84 | 81,32 | 92,56 | 83,76 | 81,16 | 86,79 | 84,88 | 99,54 | 92,17 |
| Peso Água (g) | 13,54 | 14,05 | 13,46 | 15,29 | 15,19 | 14,98 | 17,49 | 15,38 | 22,64 | 20,91 |
| Peso Cápsula (g) | 11,94 | 12,15 | 13,34 | 12,11 | 13,78 | 12,80 | 13,64 | 21,32 | 15,16 | 15,42 |
| P. Solo Seco (g) | 82,88 | 79,69 | 67,98 | 80,45 | 69,98 | 68,36 | 73,15 | 63,56 | 84,38 | 76,75 |
| Umidade (%) | 16,34 | 17,63 | 19,80 | 19,01 | 21,71 | 21,91 | 23,91 | 24,20 | 26,83 | 27,24 |
| Umid. Média (%) | 16,98 | | 19,40 | | 21,81 | | 24,05 | | 27,04 | |

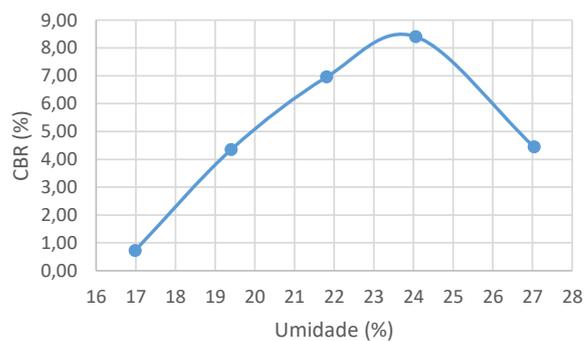
RESUMO DOS RESULTADOS

| | |
|---------------------------------------|------|
| Umidade Ótima (%) | 24,1 |
| Densidade Máxima (kg/m ³) | 1468 |
| Expansão Média (%) | 0,09 |
| ISC/CBR Final (%) | 8,4 |

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

| Penet. 1 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 2 | 0,02 | |
| 1,25 | 4 | 0,04 | |
| 2,5 | 5 | 0,05 | 0,72 |
| 5 | 6 | 0,06 | 0,58 |
| 7,5 | 7 | 0,07 | |
| 10 | 8 | 0,08 | |

| Penet. 2 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 15 | 0,15 | |
| 1,25 | 21 | 0,21 | |
| 2,5 | 30 | 0,3 | 4,35 |
| 5 | 42 | 0,42 | 4,06 |
| 7,5 | 55 | 0,55 | |
| 10 | 64 | 0,64 | |

| Penet. 3 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 16 | 0,16 | |
| 1,25 | 26 | 0,26 | |
| 2,5 | 48 | 0,48 | 6,96 |
| 5 | 68 | 0,68 | 6,57 |
| 7,5 | 83 | 0,83 | |
| 10 | 94 | 0,94 | |

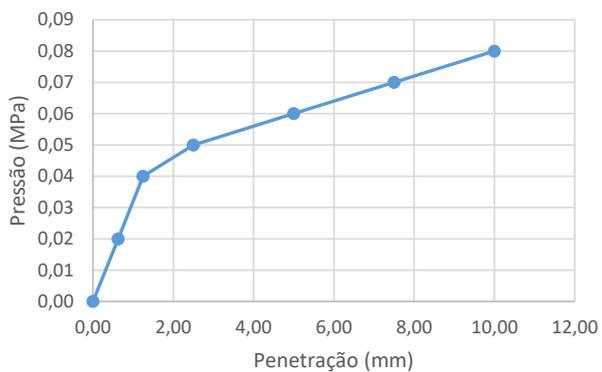
| Penet. 4 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 18 | 0,18 | |
| 1,25 | 33 | 0,33 | |
| 2,5 | 58 | 0,58 | 8,41 |
| 5 | 84 | 0,84 | 8,12 |
| 7,5 | 105 | 1,05 | |
| 10 | 120 | 1,2 | |

| Penet. 5 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 7 | 0,07 | |
| 1,25 | 15 | 0,15 | |
| 2,5 | 28 | 0,28 | 4,06 |
| 5 | 46 | 0,46 | 4,44 |
| 7,5 | 60 | 0,6 | |
| 10 | 70 | 0,7 | |

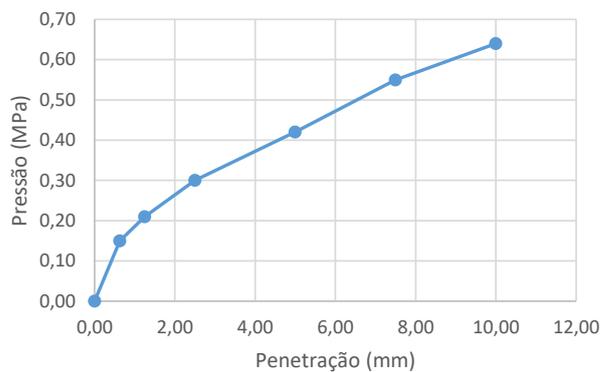
| Ponto | Umidade | C.B.R. | Umidade | Dens. S. |
|-------|---------|--------|---------|-------------------|
| | (%) | (%) | (%) | kg/m ³ |
| 44 | 16,98 | 0,72 | 16,98 | 1328 |
| 8 | 19,40 | 4,35 | 19,40 | 1386 |
| 34 | 21,81 | 6,96 | 21,81 | 1447 |
| 55 | 24,05 | 8,41 | 24,05 | 1468 |
| 28 | 27,04 | 4,44 | 27,04 | 1435 |

| ENSAIO DE EXPANSÃO | | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Nº Molde | 44 | 8 | 34 | 55 | 28 |
| Leitura Inicial | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| Leitura Final | 3,20 | 3,22 | 3,10 | 3,00 | 2,99 |
| L.Final - L.Inicial | 0,20 | 0,22 | 0,10 | 0,00 | -0,01 |
| Altura cilindro | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 |
| (LF-LI) / Altura (%) | 0,18 | 0,19 | 0,09 | 0,00 | -0,01 |
| Média (%) | 0,09 | | | | |

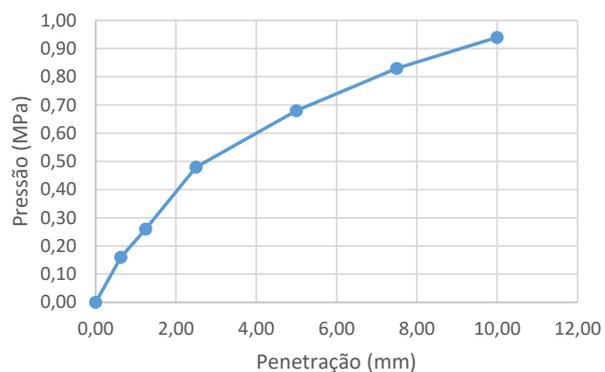
Pressão x Penetração 1



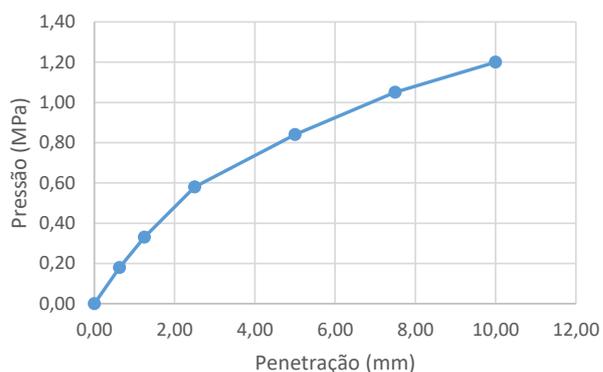
Pressão x Penetração 2



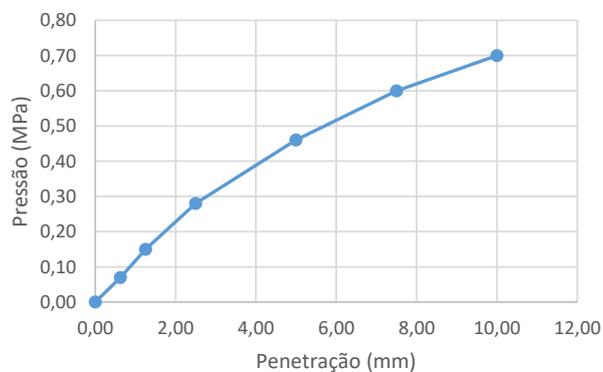
Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4



Pressão x Penetração 5

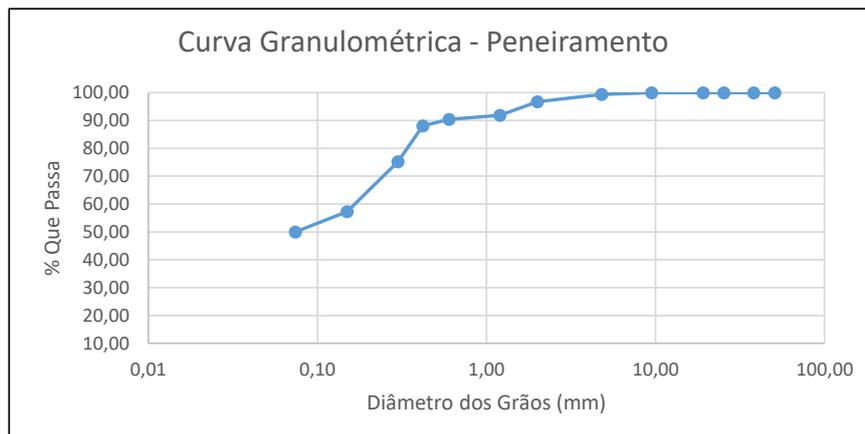


ANÁLISE GANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

| | | | | |
|--------|------------------------|---------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | Ponto: | 49 |
| Data: | 30/12/2021 | Trecho: | | |

| DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA | |
|--------------------------------------|--------|
| Número da Cápsula | 46 |
| Cápsula + Solo Úmido (g) | 107,58 |
| Cápsula + Solo Seco (g) | 104,45 |
| Peso da Cápsula (g) | 11,96 |
| Peso da Água (g) | 3,13 |
| Peso do Solo Seco (g) | 92,49 |
| Umidade Higroscópica (%) | 3,38 |
| Fator de Correção - 100 / 100 + w | 0,97 |
| DADOS DA AMOSTRA | |
| Amostra Total Úmida (g) | 700,00 |
| Pedregulho (g) | 21,87 |
| Amostra que Passa na #10 Úmida (g) | 678,13 |
| Amostra que Passa na #10 Seca (g) | 655,93 |
| Peso da Água (g) | 22,20 |
| Amostra Total Seca (g) | 677,80 |
| RESUMO DA GRANULOMETRIA | |
| Pedregulho: Acima de 2,00 mm (%) | 3,23 |
| Areia Grossa: 2,00 - 0,42 mm (%) | 8,72 |
| Areia Fina: 0,042 - 0,05 mm (%) | 38,08 |
| Silte/Argila: Abaixo de 0,05 mm (%) | 49,98 |
| Total (%) | 100,00 |

| PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL | | | | | |
|-------------------------------|----------|---------------------|--------------------|-------------|------------------------------|
| Peneira | Peso (g) | Abert. Peneira (mm) | Material Retido | | % que Passa da Amostra Total |
| | | | % da Amostra Total | % Acumulada | |
| 2" | 0,00 | 50,80 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1 1/2" | 0,00 | 38,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1" | 0,00 | 25,40 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/4" | 0,00 | 19,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/8" | 0,00 | 9,50 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| Nº 4 | 4,39 | 4,80 | 0,65 | 0,65 | 99,35 |
| Nº10 | 17,48 | 2,00 | 2,58 | 3,23 | 96,77 |
| Nº16 | 33,38 | 1,20 | 4,92 | 8,15 | 91,85 |
| Nº30 | 9,65 | 0,60 | 1,42 | 9,58 | 90,42 |
| Nº40 | 16,05 | 0,42 | 2,37 | 11,94 | 88,06 |
| Nº50 | 86,95 | 0,30 | 12,83 | 24,77 | 75,23 |
| Nº100 | 121,54 | 0,15 | 17,93 | 42,70 | 57,30 |
| Nº200 | 49,62 | 0,07 | 7,32 | 50,02 | 49,98 |



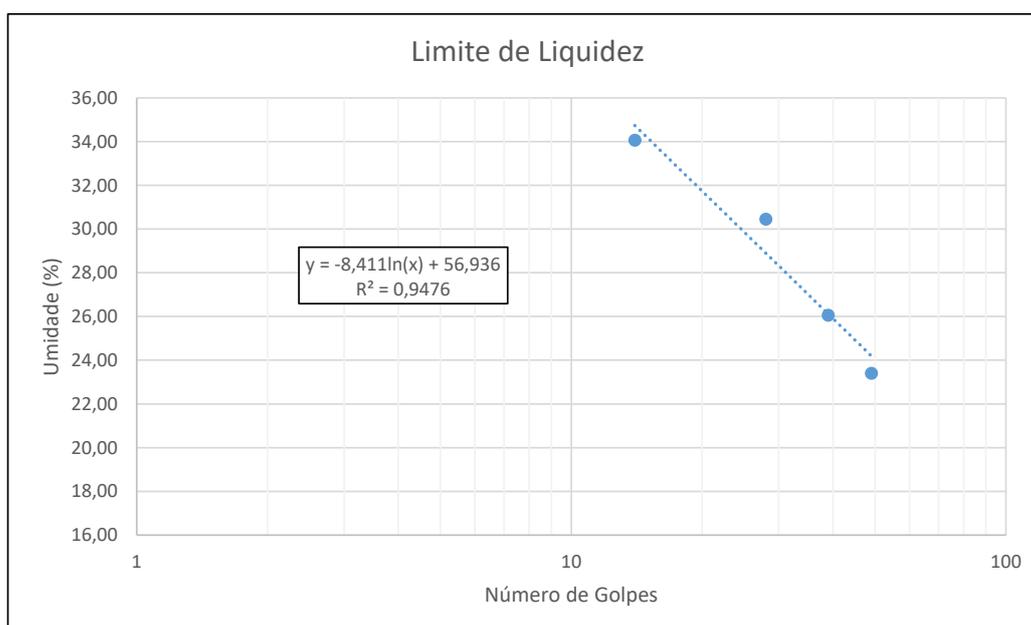
LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

| | | | | | |
|--------|------------------------|---------|--|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | | Ponto: | 49 |
| Data: | 30/12/2021 | Trecho: | | | |

| LIMITE DE LIQUIDEZ | | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|--------------|-------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Nº de Golpes | Umidade (%) |
| 19 | 26,01 | 22,20 | 5,92 | 3,81 | 16,28 | 49 | 23,40 |
| 25 | 28,05 | 23,33 | 5,21 | 4,72 | 18,12 | 39 | 26,05 |
| 61 | 27,33 | 22,25 | 5,57 | 5,08 | 16,68 | 28 | 30,46 |
| 76 | 26,81 | 21,34 | 5,28 | 5,47 | 16,06 | 14 | 34,06 |

| LIMITE DE PLASTICIDADE | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|-------------|----------------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Umidade (%) | Limite de Plast. (%) |
| 28 | 7,79 | 7,09 | 3,35 | 0,70 | 3,74 | 18,72 | 19,76 |
| 7 | 8,82 | 8,01 | 3,72 | 0,81 | 4,29 | 18,88 | |
| 30 | 6,97 | 6,69 | 5,30 | 0,28 | 1,39 | 20,14 | |
| 51 | 8,11 | 7,26 | 3,15 | 0,85 | 4,11 | 20,68 | |
| 2 | 7,35 | 6,74 | 3,75 | 0,61 | 2,99 | 20,40 | |

| RESULTADOS | |
|----------------------------|------|
| Limite de Liquidez (%) | 29,9 |
| Limite de Plasticidade (%) | 19,8 |
| Índice de Plasticidade (%) | 10,1 |



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

| | | | | | |
|--------|------------------------|----------|--------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | | Ponto: | 50 |
| Data: | 23/12/2021 | Energia: | NORMAL | | |

DADOS DO ENSAIO

| | | |
|--|-------|-----------------|
| Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm: | 6,9 | MPa |
| Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm: | 10,35 | MPa |
| Diâmetro da base do pistão: | 4,96 | cm |
| Área da base do pistão: | 19,32 | cm ² |
| Constante da prensa: | 0,01 | MPa/div |

CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Molde | 4 | 15 | 14 | 28 | 5 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Solo + Água + Molde (g) | 8190 | 8335 | 8540 | 8625 | 8345 |
| Peso Molde (g) | 4745 | 4740 | 4760 | 4760 | 4455 |
| Peso Solo + Água (g) | 3445 | 3595 | 3780 | 3865 | 3890 |
| Volume Molde (cm ³) | 2015 | 1997 | 1997 | 1988 | 2015 |
| Dens. Solo Úmido (kg/m ³) | 1710 | 1800 | 1893 | 1944 | 1931 |
| Dens. Solo Seco (kg/m ³) | 1611 | 1663 | 1715 | 1733 | 1700 |

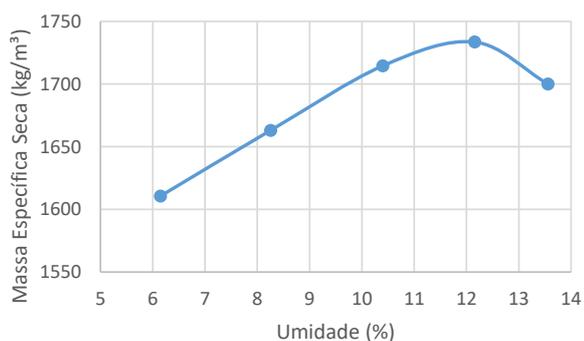
CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Cápsula | 89 | 22 | 56 | 25 | 46 | 70 | 102 | 61 | 55 | 57 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| P. Solo Úm. + C. (g) | 97,09 | 89,87 | 83,84 | 82,93 | 83,40 | 97,65 | 84,95 | 88,56 | 90,19 | 83,60 |
| P. Solo S. + Cap. (g) | 92,29 | 85,34 | 78,63 | 77,50 | 76,64 | 89,71 | 76,94 | 80,40 | 81,22 | 74,99 |
| Peso Água (g) | 4,80 | 4,53 | 5,21 | 5,43 | 6,76 | 7,94 | 8,01 | 8,16 | 8,97 | 8,61 |
| Peso Cápsula (g) | 13,23 | 12,58 | 13,64 | 13,53 | 11,81 | 13,16 | 12,06 | 12,18 | 13,56 | 12,84 |
| P. Solo Seco (g) | 79,06 | 72,76 | 64,99 | 63,97 | 64,83 | 76,55 | 64,88 | 68,22 | 67,66 | 62,15 |
| Umidade (%) | 6,07 | 6,23 | 8,02 | 8,49 | 10,43 | 10,37 | 12,35 | 11,96 | 13,26 | 13,85 |
| Umid. Média (%) | 6,15 | | 8,25 | | 10,40 | | 12,15 | | 13,56 | |

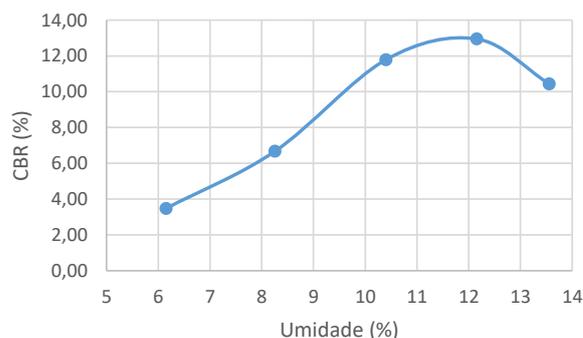
RESUMO DOS RESULTADOS

| | |
|---------------------------------------|------|
| Umidade Ótima (%) | 12,1 |
| Densidade Máxima (kg/m ³) | 1735 |
| Expansão Média (%) | 0,05 |
| ISC/CBR Final (%) | 13,0 |

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

| Penet. 1 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 10 | 0,1 | |
| 1,25 | 16 | 0,16 | |
| 2,5 | 24 | 0,24 | 3,48 |
| 5 | 36 | 0,36 | 3,48 |
| 7,5 | 46 | 0,46 | |
| 10 | 53 | 0,53 | |

| Penet. 2 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 11 | 0,11 | |
| 1,25 | 24 | 0,24 | |
| 2,5 | 44 | 0,44 | 6,38 |
| 5 | 69 | 0,69 | 6,67 |
| 7,5 | 89 | 0,89 | |
| 10 | 103 | 1,03 | |

| Penet. 3 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 15 | 0,15 | |
| 1,25 | 34 | 0,34 | |
| 2,5 | 69 | 0,69 | 10,00 |
| 5 | 122 | 1,22 | 11,79 |
| 7,5 | 159 | 1,59 | |
| 10 | 185 | 1,85 | |

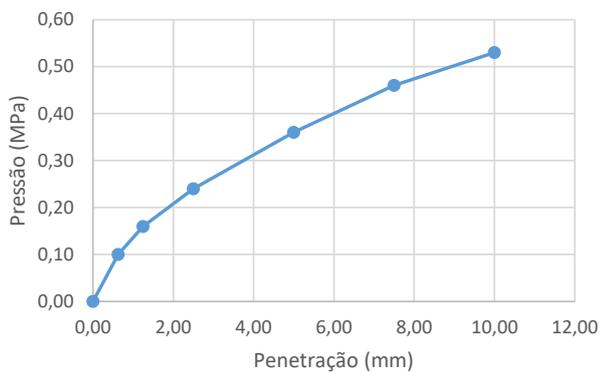
| Penet. 4 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 14 | 0,14 | |
| 1,25 | 33 | 0,33 | |
| 2,5 | 68 | 0,68 | 9,86 |
| 5 | 134 | 1,34 | 12,95 |
| 7,5 | 185 | 1,85 | |
| 10 | 221 | 2,21 | |

| Penet. 5 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 13 | 0,13 | |
| 1,25 | 27 | 0,27 | |
| 2,5 | 56 | 0,56 | 8,12 |
| 5 | 108 | 1,08 | 10,43 |
| 7,5 | 158 | 1,58 | |
| 10 | 193 | 1,93 | |

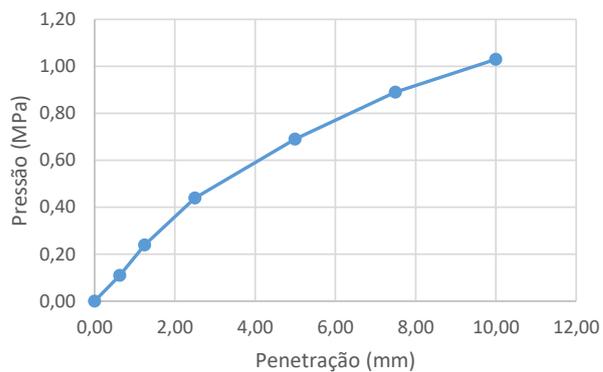
| Ponto | Umidade | C.B.R. | Umidade | Dens. S. |
|-------|---------|--------|---------|-------------------|
| | (%) | (%) | (%) | kg/m ³ |
| 4 | 6,15 | 3,48 | 6,15 | 1611 |
| 15 | 8,25 | 6,67 | 8,25 | 1663 |
| 14 | 10,40 | 11,79 | 10,40 | 1715 |
| 28 | 12,15 | 12,95 | 12,15 | 1733 |
| 5 | 13,56 | 10,43 | 13,56 | 1700 |

| ENSAIO DE EXPANSÃO | | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Nº Molde | 4 | 15 | 14 | 28 | 5 |
| Leitura Inicial | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| Leitura Final | 3,10 | 3,06 | 3,05 | 3,04 | 3,03 |
| L.Final - L.Inicial | 0,10 | 0,06 | 0,05 | 0,04 | 0,03 |
| Altura cilindro | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 |
| (LF-LI) / Altura (%) | 0,09 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,03 |
| Média (%) | 0,05 | | | | |

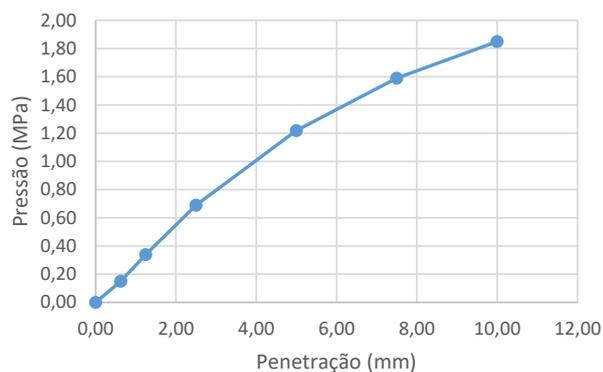
Pressão x Penetração 1



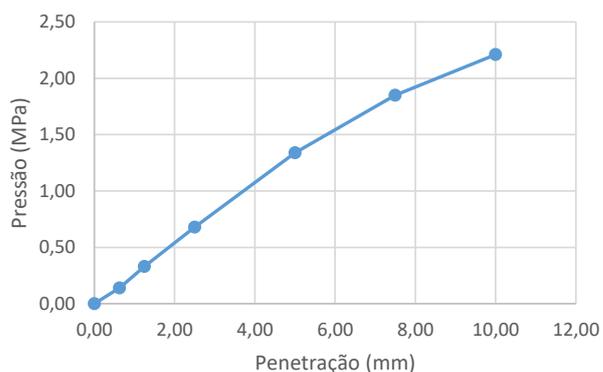
Pressão x Penetração 2



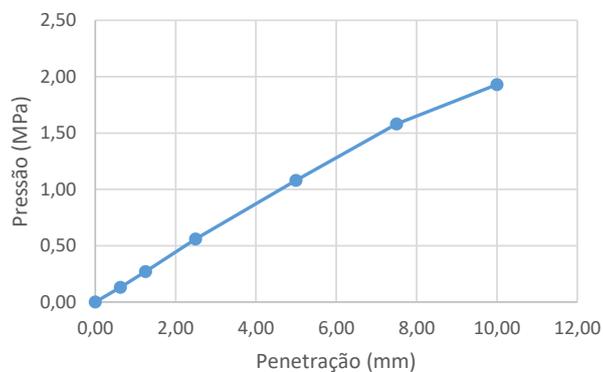
Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4



Pressão x Penetração 5

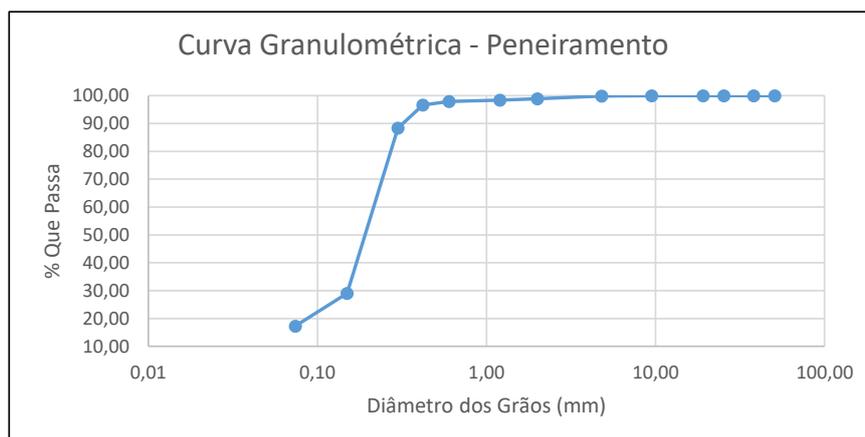


ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

| | | | | |
|--------|------------------------|---------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | Ponto: | 50 |
| Data: | 23/12/2021 | Trecho: | | |

| DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA | |
|--------------------------------------|--------|
| Número da Cápsula | 167 |
| Cápsula + Solo Úmido (g) | 117,69 |
| Cápsula + Solo Seco (g) | 115,45 |
| Peso da Cápsula (g) | 13,41 |
| Peso da Água (g) | 2,24 |
| Peso do Solo Seco (g) | 102,04 |
| Umidade Higroscópica (%) | 2,20 |
| Fator de Correção - 100 / 100 + w | 0,98 |
| DADOS DA AMOSTRA | |
| Amostra Total Úmida (g) | 600,00 |
| Pedregulho (g) | 6,55 |
| Amostra que Passa na #10 Úmida (g) | 593,45 |
| Amostra que Passa na #10 Seca (g) | 580,70 |
| Peso da Água (g) | 12,75 |
| Amostra Total Seca (g) | 587,25 |
| RESUMO DA GRANULOMETRIA | |
| Pedregulho: Acima de 2,00 mm (%) | 1,12 |
| Areia Grossa: 2,00 - 0,42 mm (%) | 2,22 |
| Areia Fina: 0,042 - 0,05 mm (%) | 79,40 |
| Silte/Argila: Abaixo de 0,05 mm (%) | 17,27 |
| Total (%) | 100,00 |

| PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL | | | | | |
|-------------------------------|----------|---------------------|--------------------|-------------|------------------------------|
| Peneira | Peso (g) | Abert. Peneira (mm) | Material Retido | | % que Passa da Amostra Total |
| | | | % da Amostra Total | % Acumulada | |
| 2" | 0,00 | 50,80 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1 1/2" | 0,00 | 38,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1" | 0,00 | 25,40 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/4" | 0,00 | 19,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/8" | 0,00 | 9,50 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| Nº 4 | 1,10 | 4,80 | 0,19 | 0,19 | 99,81 |
| Nº10 | 5,45 | 2,00 | 0,93 | 1,12 | 98,88 |
| Nº16 | 2,84 | 1,20 | 0,48 | 1,60 | 98,40 |
| Nº30 | 2,95 | 0,60 | 0,50 | 2,10 | 97,90 |
| Nº40 | 7,24 | 0,42 | 1,23 | 3,33 | 96,67 |
| Nº50 | 48,59 | 0,30 | 8,27 | 11,61 | 88,39 |
| Nº100 | 348,80 | 0,15 | 59,40 | 71,00 | 29,00 |
| Nº200 | 68,88 | 0,07 | 11,73 | 82,73 | 17,27 |



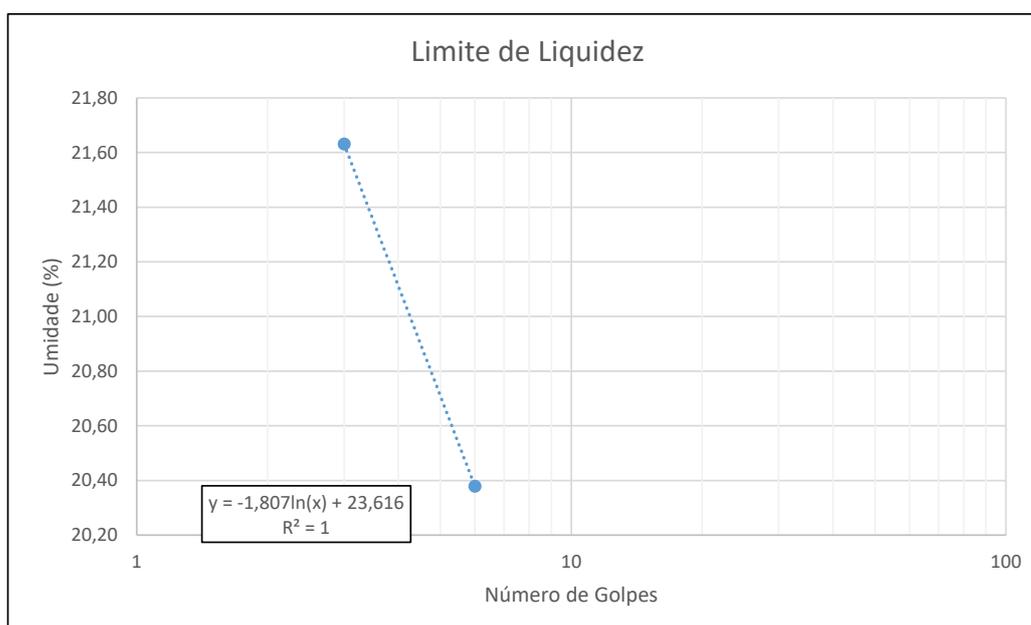
LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

| | | | | | |
|--------|------------------------|---------|--|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | | Ponto: | 50 |
| Data: | 22/12/2021 | Trecho: | | | |

| LIMITE DE LIQUIDEZ | | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|--------------|-------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Nº de Golpes | Umidade (%) |
| 41 | 32,44 | 28,89 | 11,47 | 3,55 | 17,42 | 6 | 20,38 |
| 42 | 30,73 | 27,07 | 10,15 | 3,66 | 16,92 | 3 | 21,63 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| LIMITE DE PLASTICIDADE | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|-------------|----------------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Umidade (%) | Limite de Plast. (%) |
| | | | | | | | NP |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| RESULTADOS | |
|----------------------------|------|
| Limite de Liquidez (%) | 17,8 |
| Limite de Plasticidade (%) | NP |
| Índice de Plasticidade (%) | - |



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

| | | | | | |
|--------|------------------------|----------|--------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | | Ponto: | 51 |
| Data: | 16/12/2021 | Energia: | NORMAL | | |

DADOS DO ENSAIO

| | | |
|--|-------|-----------------|
| Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm: | 6,9 | MPa |
| Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm: | 10,35 | MPa |
| Diâmetro da base do pistão: | 4,96 | cm |
| Área da base do pistão: | 19,32 | cm ² |
| Constante da prensa: | 0,01 | MPa/div |

CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Molde | 73 | 57 | 17 | 52 | 47 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Solo + Água + Molde (g) | 8075 | 8640 | 8805 | 9085 | 8885 |
| Peso Molde (g) | 4370 | 4810 | 4790 | 4915 | 4735 |
| Peso Solo + Água (g) | 3705 | 3830 | 4015 | 4170 | 4150 |
| Volume Molde (cm ³) | 2050 | 1988 | 1988 | 1988 | 1988 |
| Dens. Solo Úmido (kg/m ³) | 1807 | 1927 | 2020 | 2098 | 2088 |
| Dens. Solo Seco (kg/m ³) | 1678 | 1755 | 1810 | 1837 | 1797 |

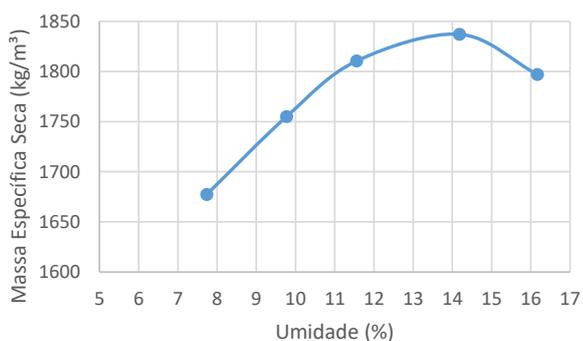
CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Cápsula | 27 | 67 | 20 | 91 | 38 | 82 | 80 | 8 | 22 | 61 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| P. Solo Úm. + C. (g) | 77,18 | 88,23 | 86,64 | 73,95 | 78,26 | 90,31 | 77,85 | 82,37 | 89,90 | 88,51 |
| P. Solo S. + Cap. (g) | 72,55 | 82,82 | 80,18 | 68,39 | 71,44 | 82,21 | 69,52 | 73,81 | 79,39 | 77,64 |
| Peso Água (g) | 4,63 | 5,41 | 6,46 | 5,56 | 6,82 | 8,10 | 8,33 | 8,56 | 10,51 | 10,87 |
| Peso Cápsula (g) | 12,23 | 13,47 | 13,89 | 11,65 | 12,43 | 12,11 | 12,35 | 11,74 | 12,56 | 12,18 |
| P. Solo Seco (g) | 60,32 | 69,35 | 66,29 | 56,74 | 59,01 | 70,10 | 57,17 | 62,07 | 66,83 | 65,46 |
| Umidade (%) | 7,68 | 7,80 | 9,75 | 9,80 | 11,56 | 11,55 | 14,57 | 13,79 | 15,73 | 16,61 |
| Umid. Média (%) | 7,74 | | 9,77 | | 11,56 | | 14,18 | | 16,17 | |

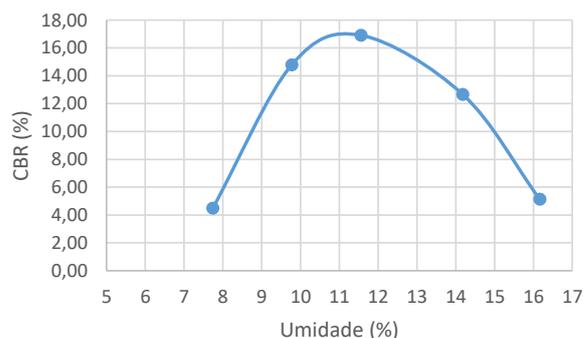
RESUMO DOS RESULTADOS

| | |
|---------------------------------------|------|
| Umidade Ótima (%) | 14,2 |
| Densidade Máxima (kg/m ³) | 1840 |
| Expansão Média (%) | 0,02 |
| ISC/CBR Final (%) | 12,7 |

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

| Penet. 1 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 14 | 0,14 | |
| 1,25 | 23 | 0,23 | |
| 2,5 | 31 | 0,31 | 4,49 |
| 5 | 41 | 0,41 | 3,96 |
| 7,5 | 50 | 0,5 | |
| 10 | 56 | 0,56 | |

| Penet. 2 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 37 | 0,37 | |
| 1,25 | 66 | 0,66 | |
| 2,5 | 102 | 1,02 | 14,78 |
| 5 | 138 | 1,38 | 13,33 |
| 7,5 | 166 | 1,66 | |
| 10 | 186 | 1,86 | |

| Penet. 3 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 25 | 0,25 | |
| 1,25 | 57 | 0,57 | |
| 2,5 | 106 | 1,06 | 15,36 |
| 5 | 175 | 1,75 | 16,91 |
| 7,5 | 227 | 2,27 | |
| 10 | 263 | 2,63 | |

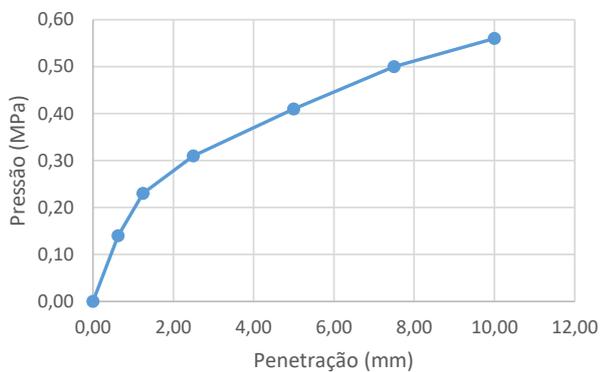
| Penet. 4 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 8 | 0,08 | |
| 1,25 | 19 | 0,19 | |
| 2,5 | 54 | 0,54 | 7,83 |
| 5 | 131 | 1,31 | 12,66 |
| 7,5 | 203 | 2,03 | |
| 10 | 253 | 2,53 | |

| Penet. 5 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 5 | 0,05 | |
| 1,25 | 9 | 0,09 | |
| 2,5 | 21 | 0,21 | 3,04 |
| 5 | 53 | 0,53 | 5,12 |
| 7,5 | 90 | 0,9 | |
| 10 | 116 | 1,16 | |

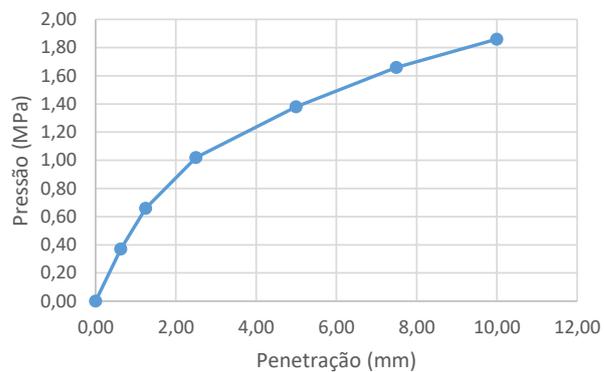
| Ponto | Umidade | C.B.R. | Umidade | Dens. S. |
|-------|---------|--------|---------|-------------------|
| | (%) | (%) | (%) | kg/m ³ |
| 73 | 7,74 | 4,49 | 7,74 | 1678 |
| 57 | 9,77 | 14,78 | 9,77 | 1755 |
| 17 | 11,56 | 16,91 | 11,56 | 1810 |
| 52 | 14,18 | 12,66 | 14,18 | 1837 |
| 47 | 16,17 | 5,12 | 16,17 | 1797 |

| ENSAIO DE EXPANSÃO | | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Nº Molde | 73 | 57 | 17 | 52 | 47 |
| Leitura Inicial | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| Leitura Final | 3,04 | 3,02 | 3,02 | 3,01 | 3,00 |
| L.Final - L.Inicial | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,00 |
| Altura cilindro | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 |
| (LF-LI) / Altura (%) | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,00 |
| Média (%) | 0,02 | | | | |

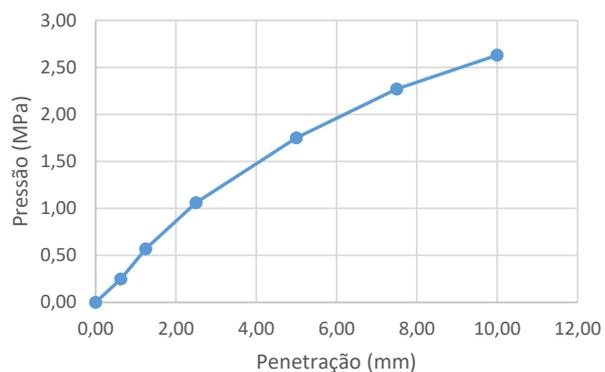
Pressão x Penetração 1



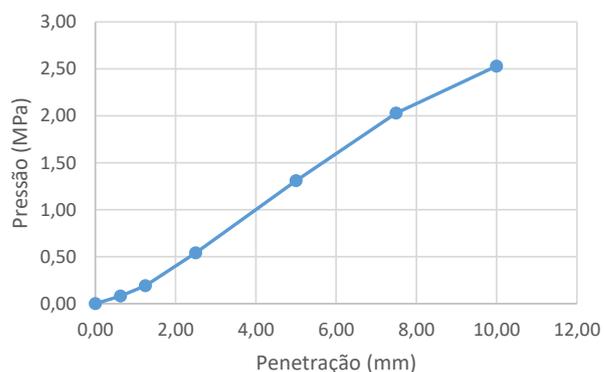
Pressão x Penetração 2



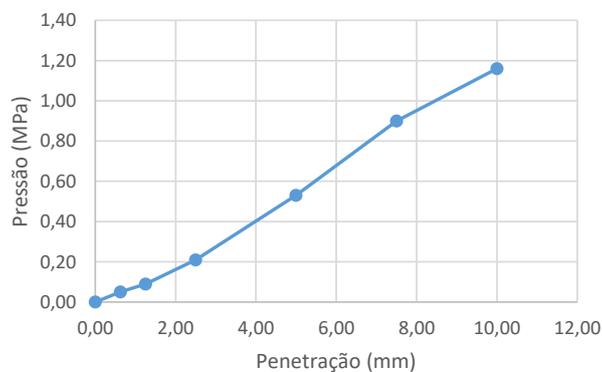
Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4



Pressão x Penetração 5



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

| | | | | | |
|--------|------------------------------------|----------|--------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II - SH Tororó | | | Ponto: | 52 |
| Data: | 30/12/2021 | Energia: | NORMAL | | |

DADOS DO ENSAIO

| | | |
|--|-------|-----------------|
| Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm: | 6,9 | MPa |
| Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm: | 10,35 | MPa |
| Diâmetro da base do pistão: | 4,96 | cm |
| Área da base do pistão: | 19,32 | cm ² |
| Constante da prensa: | 0,01 | MPa/div |

CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Molde | 41 | 56 | 27 | 11 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|
| Solo + Água + Molde (g) | 8745 | 8810 | 9405 | 8675 |
| Peso Molde (g) | 4915 | 4785 | 5630 | 4940 |
| Peso Solo + Água (g) | 3830 | 4025 | 3775 | 3735 |
| Volume Molde (cm ³) | 2085 | 2103 | 2058 | 2085 |
| Dens. Solo Úmido (kg/m ³) | 1837 | 1914 | 1834 | 1791 |
| Dens. Solo Seco (kg/m ³) | 1533 | 1572 | 1478 | 1421 |

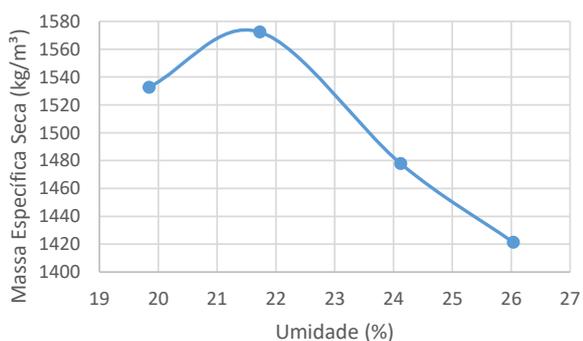
CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Cápsula | 4 | 16 | 24 | 39 | 47 | 65 | 78 | 102 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| P. Solo Úm. + C. (g) | 81,91 | 87,55 | 99,49 | 83,31 | 91,26 | 82,85 | 76,07 | 86,03 |
| P. Solo S. + Cap. (g) | 70,61 | 74,68 | 84,36 | 70,25 | 75,80 | 69,17 | 62,44 | 71,31 |
| Peso Água (g) | 11,30 | 12,87 | 15,12 | 13,06 | 15,46 | 13,68 | 13,63 | 14,73 |
| Peso Cápsula (g) | 11,67 | 12,00 | 12,23 | 12,16 | 12,18 | 12,04 | 12,39 | 12,02 |
| P. Solo Seco (g) | 58,94 | 62,68 | 72,13 | 58,09 | 63,62 | 57,13 | 50,05 | 59,29 |
| Umidade (%) | 19,16 | 20,52 | 20,97 | 22,48 | 24,30 | 23,94 | 27,23 | 24,84 |
| Umid. Média (%) | 19,84 | | 21,72 | | 24,12 | | 26,04 | |

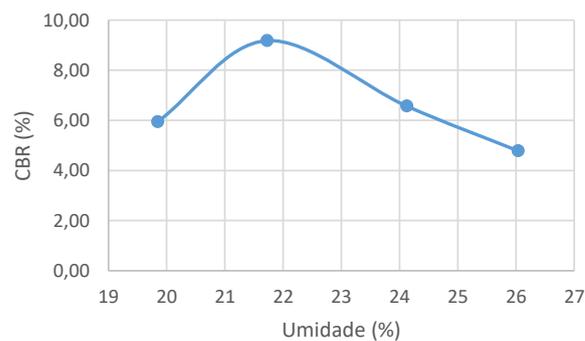
RESUMO DOS RESULTADOS

| | |
|---------------------------------------|------|
| Umidade Ótima (%) | 21,5 |
| Densidade Máxima (kg/m ³) | 1573 |
| Expansão Média (%) | 0,03 |
| ISC/CBR Final (%) | 9,2 |

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

| Penet. 1 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 15 | 0,15 | |
| 1,25 | 25 | 0,25 | |
| 2,5 | 41 | 0,41 | 5,94 |
| 5 | 60 | 0,6 | 5,80 |
| 7,5 | 85 | 0,85 | |
| 10 | 103 | 1,03 | |

| Penet. 2 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 15 | 0,15 | |
| 1,25 | 28 | 0,28 | |
| 2,5 | 61 | 0,61 | 8,84 |
| 5 | 95 | 0,95 | 9,18 |
| 7,5 | 115 | 1,15 | |
| 10 | 129 | 1,29 | |

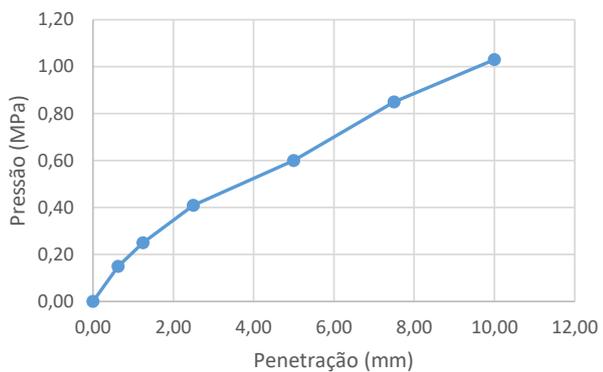
| Penet. 3 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 13 | 0,13 | |
| 1,25 | 28 | 0,28 | |
| 2,5 | 40 | 0,4 | 5,80 |
| 5 | 68 | 0,68 | 6,57 |
| 7,5 | 90 | 0,9 | |
| 10 | 105 | 1,05 | |

| Penet. 4 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 10 | 0,1 | |
| 1,25 | 20 | 0,2 | |
| 2,5 | 33 | 0,33 | 4,78 |
| 5 | 48 | 0,48 | 4,64 |
| 7,5 | 55 | 0,55 | |
| 10 | 60 | 0,6 | |

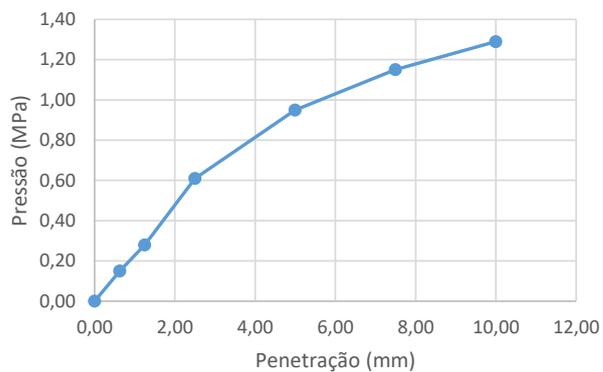
| Ponto | Umidade | C.B.R. | Umidade | Dens. S. |
|-------|---------|--------|---------|-------------------|
| | (%) | (%) | (%) | kg/m ³ |
| 41 | 19,84 | 5,94 | 19,84 | 1533 |
| 56 | 21,72 | 9,18 | 21,72 | 1572 |
| 27 | 24,12 | 6,57 | 24,12 | 1478 |
| 11 | 26,04 | 4,78 | 26,04 | 1421 |

| ENSAIO DE EXPANSÃO | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Nº Molde | 41 | 56 | 27 | 11 |
| Leitura Inicial | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Leitura Final | 1,05 | 1,06 | 1,02 | 1,00 |
| L.Final - L.Inicial | 0,05 | 0,06 | 0,02 | 0,00 |
| Altura cilindro | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 |
| (LF-LI) / Altura (%) | 0,04 | 0,05 | 0,02 | 0,00 |
| Média (%) | 0,03 | | | |

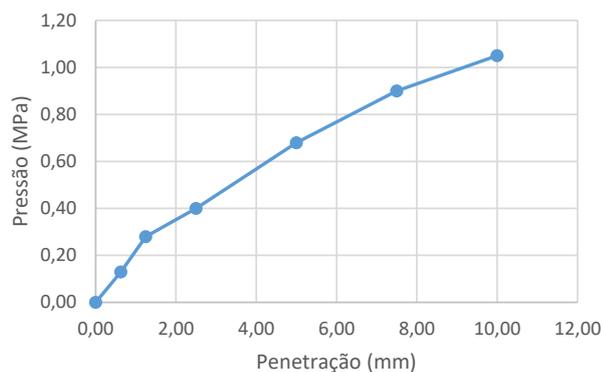
Pressão x Penetração 1



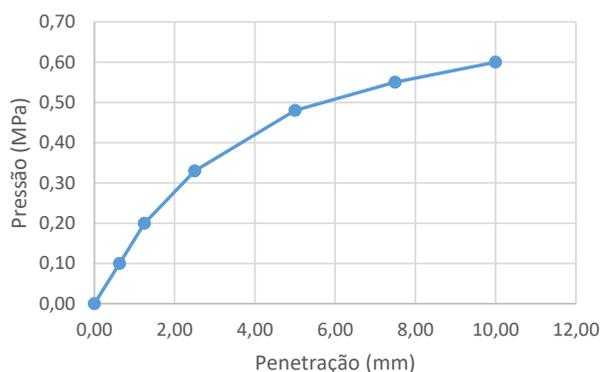
Pressão x Penetração 2



Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4

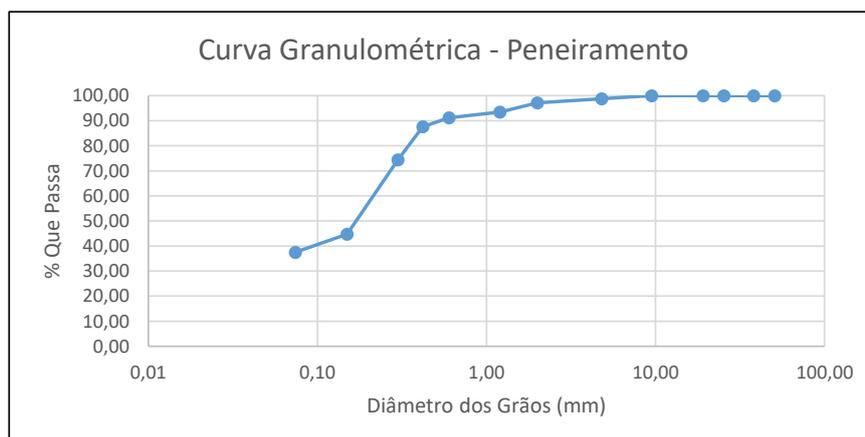


ANÁLISE GANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

| | | | | |
|--------|------------------------------------|---------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II - SH Tororó | | Ponto: | 52 |
| Data: | 30/12/2021 | Trecho: | | |

| DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA | |
|--------------------------------------|--------|
| Número da Cápsula | 25 |
| Cápsula + Solo Úmido (g) | 89,45 |
| Cápsula + Solo Seco (g) | 84,23 |
| Peso da Cápsula (g) | 13,78 |
| Peso da Água (g) | 5,224 |
| Peso do Solo Seco (g) | 70,448 |
| Umidade Higroscópica (%) | 7,42 |
| Fator de Correção - 100 / 100 + w | 0,93 |
| DADOS DA AMOSTRA | |
| Amostra Total Úmida (g) | 600,00 |
| Pedregulho (g) | 16,11 |
| Amostra que Passa na #10 Úmida (g) | 583,89 |
| Amostra que Passa na #10 Seca (g) | 543,58 |
| Peso da Água (g) | 40,31 |
| Amostra Total Seca (g) | 559,69 |
| RESUMO DA GRANULOMETRIA | |
| Pedregulho: Acima de 2,00 mm (%) | 2,88 |
| Areia Grossa: 2,00 - 0,42 mm (%) | 9,49 |
| Areia Fina: 0,42 - 0,05 mm (%) | 50,11 |
| Silte/Argila: Abaixo de 0,074 mm (%) | 37,52 |
| Total (%) | 100,00 |

| PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL | | | | | |
|-------------------------------|----------|---------------------|--------------------|-------------|------------------------------|
| Peneira | Peso (g) | Abert. Peneira (mm) | Material Retido | | % que Passa da Amostra Total |
| | | | % da Amostra Total | % Acumulada | |
| 2" | 0,00 | 50,80 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1 1/2" | 0,00 | 38,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1" | 0,00 | 25,40 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/4" | 0,00 | 19,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/8" | 0,00 | 9,50 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| Nº 4 | 7,15 | 4,80 | 1,28 | 1,28 | 98,72 |
| Nº10 | 8,96 | 2,00 | 1,60 | 2,88 | 97,12 |
| Nº16 | 20,74 | 1,20 | 3,71 | 6,58 | 93,42 |
| Nº30 | 12,36 | 0,60 | 2,21 | 8,79 | 91,21 |
| Nº40 | 20,01 | 0,42 | 3,58 | 12,37 | 87,63 |
| Nº50 | 74,15 | 0,30 | 13,25 | 25,62 | 74,38 |
| Nº100 | 166,25 | 0,15 | 29,70 | 55,32 | 44,68 |
| Nº200 | 40,07 | 0,07 | 7,16 | 62,48 | 37,52 |



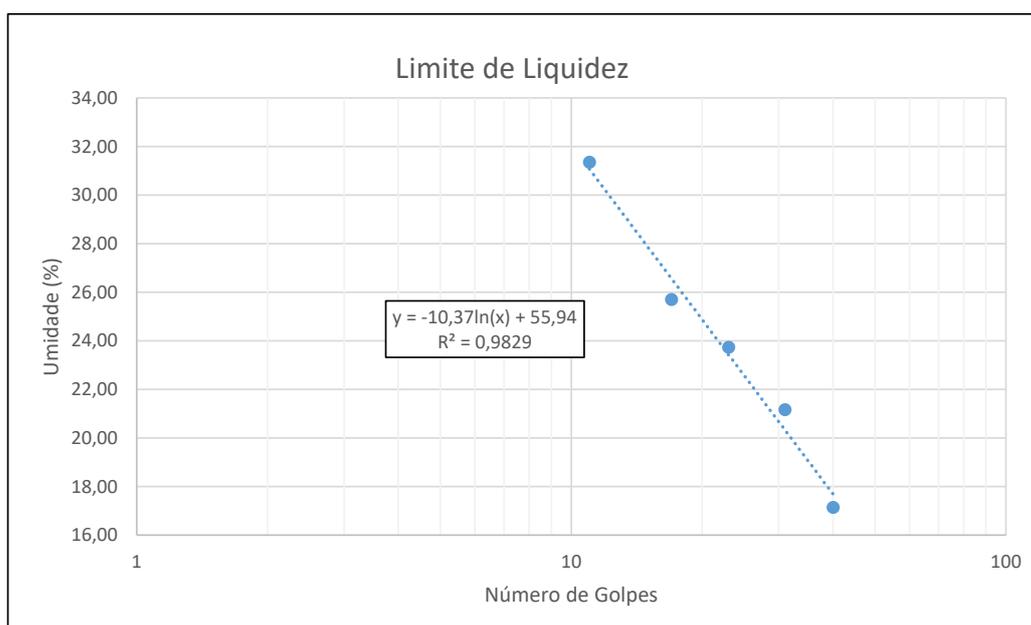
LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

| | | | | | |
|--------|------------------------------------|---------|--|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II - SH Tororó | | | Ponto: | 52 |
| Data: | 30/12/2021 | Trecho: | | | |

| LIMITE DE LIQUIDEZ | | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|--------------|-------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Nº de Golpes | Umidade (%) |
| 8 | 16,17 | 14,36 | 3,80 | 1,81 | 10,56 | 40 | 17,14 |
| 18 | 16,53 | 14,57 | 5,31 | 1,96 | 9,26 | 31 | 21,17 |
| 41 | 15,74 | 13,77 | 5,47 | 1,97 | 8,30 | 23 | 23,73 |
| 48 | 17,93 | 15,35 | 5,31 | 2,58 | 10,04 | 17 | 25,70 |
| 53 | 21,58 | 17,67 | 5,20 | 3,91 | 12,47 | 11 | 31,36 |

| LIMITE DE PLASTICIDADE | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|-------------|----------------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Umidade (%) | Limite de Plast. (%) |
| 63 | 13,02 | 12,18 | 6,28 | 0,84 | 5,90 | 14,24 | 14,73 |
| 81 | 10,18 | 9,56 | 5,49 | 0,62 | 4,07 | 15,23 | |
| 86 | 12,95 | 11,99 | 5,72 | 0,96 | 6,27 | 15,31 | |
| 68 | 12,45 | 11,96 | 8,28 | 0,49 | 3,68 | 13,32 | |
| 29 | 10,64 | 9,84 | 4,70 | 0,80 | 5,14 | 15,56 | |

| RESULTADOS | |
|----------------------------|------|
| Limite de Liquidez (%) | 22,6 |
| Limite de Plasticidade (%) | 14,7 |
| Índice de Plasticidade (%) | 7,8 |



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

| | | | | | |
|--------|------------------------|----------|--------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | | Ponto: | 53 |
| Data: | 23/12/2021 | Energia: | NORMAL | | |

DADOS DO ENSAIO

| | | |
|--|-------|-----------------|
| Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm: | 6,9 | MPa |
| Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm: | 10,35 | MPa |
| Diâmetro da base do pistão: | 4,96 | cm |
| Área da base do pistão: | 19,32 | cm ² |
| Constante da prensa: | 0,01 | MPa/div |

CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Molde | 44 | 51 | 92 | 7 | 27 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Solo + Água + Molde (g) | 9200 | 8575 | 9065 | 8725 | 9765 |
| Peso Molde (g) | 5520 | 4555 | 4875 | 4510 | 5625 |
| Peso Solo + Água (g) | 3680 | 4020 | 4190 | 4215 | 4140 |
| Volume Molde (cm ³) | 1988 | 2015 | 1997 | 1997 | 1988 |
| Dens. Solo Úmido (kg/m ³) | 1851 | 1995 | 2098 | 2111 | 2082 |
| Dens. Solo Seco (kg/m ³) | 1716 | 1806 | 1862 | 1847 | 1785 |

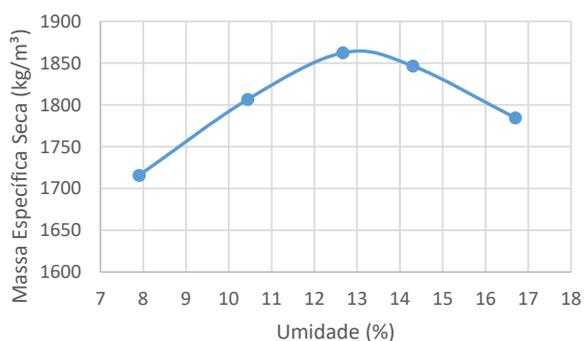
CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Cápsula | 80 | 82 | 101 | 18 | 96 | 85 | 74 | 38 | 95 | 1 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| P. Solo Úm. + C. (g) | 90,23 | 90,30 | 76,06 | 75,15 | 81,59 | 86,87 | 85,75 | 84,94 | 94,92 | 96,66 |
| P. Solo S. + Cap. (g) | 84,59 | 84,51 | 69,91 | 69,40 | 74,02 | 78,53 | 76,51 | 75,90 | 83,23 | 84,59 |
| Peso Água (g) | 5,64 | 5,79 | 6,15 | 5,75 | 7,57 | 8,34 | 9,24 | 9,04 | 11,69 | 12,07 |
| Peso Cápsula (g) | 12,33 | 12,09 | 12,47 | 12,86 | 13,83 | 13,10 | 12,18 | 12,41 | 13,52 | 11,99 |
| P. Solo Seco (g) | 72,26 | 72,42 | 57,44 | 56,54 | 60,19 | 65,43 | 64,33 | 63,49 | 69,71 | 72,60 |
| Umidade (%) | 7,81 | 8,00 | 10,71 | 10,17 | 12,58 | 12,75 | 14,36 | 14,24 | 16,77 | 16,63 |
| Umid. Média (%) | 7,90 | | 10,44 | | 12,66 | | 14,30 | | 16,70 | |

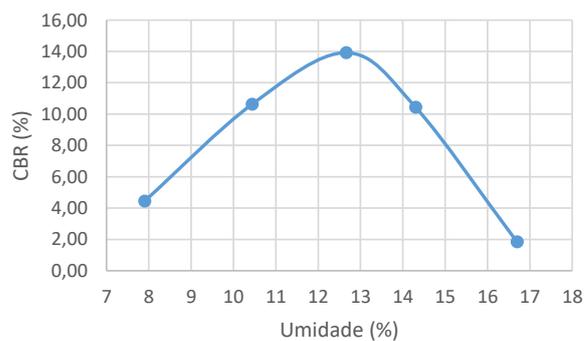
RESUMO DOS RESULTADOS

| | |
|---------------------------------------|------|
| Umidade Ótima (%) | 13,0 |
| Densidade Máxima (kg/m ³) | 1865 |
| Expansão Média (%) | 0,06 |
| ISC/CBR Final (%) | 13,7 |

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

| Penet. 1 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 10 | 0,1 | |
| 1,25 | 19 | 0,19 | |
| 2,5 | 30 | 0,3 | 4,35 |
| 5 | 46 | 0,46 | 4,44 |
| 7,5 | 58 | 0,58 | |
| 10 | 66 | 0,66 | |

| Penet. 2 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 10 | 0,1 | |
| 1,25 | 31 | 0,31 | |
| 2,5 | 70 | 0,7 | 10,14 |
| 5 | 110 | 1,1 | 10,63 |
| 7,5 | 141 | 1,41 | |
| 10 | 163 | 1,63 | |

| Penet. 3 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 11 | 0,11 | |
| 1,25 | 32 | 0,32 | |
| 2,5 | 81 | 0,81 | 11,74 |
| 5 | 144 | 1,44 | 13,91 |
| 7,5 | 190 | 1,9 | |
| 10 | 222 | 2,22 | |

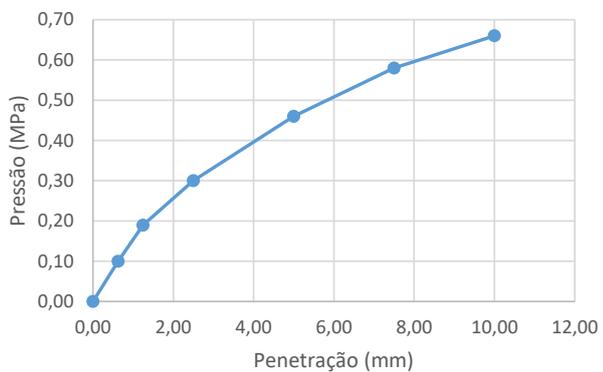
| Penet. 4 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 10 | 0,1 | |
| 1,25 | 20 | 0,2 | |
| 2,5 | 46 | 0,46 | 6,67 |
| 5 | 108 | 1,08 | 10,43 |
| 7,5 | 168 | 1,68 | |
| 10 | 210 | 2,1 | |

| Penet. 5 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 2 | 0,02 | |
| 1,25 | 4 | 0,04 | |
| 2,5 | 8 | 0,08 | 1,16 |
| 5 | 19 | 0,19 | 1,84 |
| 7,5 | 31 | 0,31 | |
| 10 | 39 | 0,39 | |

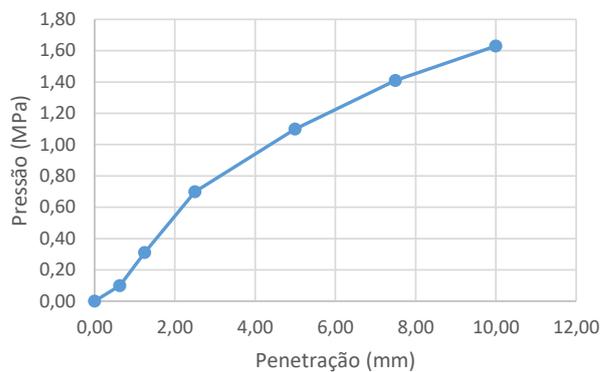
| Ponto | Umidade | C.B.R. | Umidade | Dens. S. |
|-------|---------|--------|---------|-------------------|
| | (%) | (%) | (%) | kg/m ³ |
| 44 | 7,90 | 4,44 | 7,90 | 1716 |
| 51 | 10,44 | 10,63 | 10,44 | 1806 |
| 92 | 12,66 | 13,91 | 12,66 | 1862 |
| 7 | 14,30 | 10,43 | 14,30 | 1847 |
| 27 | 16,70 | 1,84 | 16,70 | 1785 |

| ENSAIO DE EXPANSÃO | | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Nº Molde | 44 | 51 | 92 | 7 | 27 |
| Leitura Inicial | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| Leitura Final | 3,12 | 3,08 | 3,06 | 3,05 | 3,04 |
| L.Final - L.Inicial | 0,12 | 0,08 | 0,06 | 0,05 | 0,04 |
| Altura cilindro | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 |
| (LF-LI) / Altura (%) | 0,11 | 0,07 | 0,05 | 0,04 | 0,04 |
| Média (%) | 0,06 | | | | |

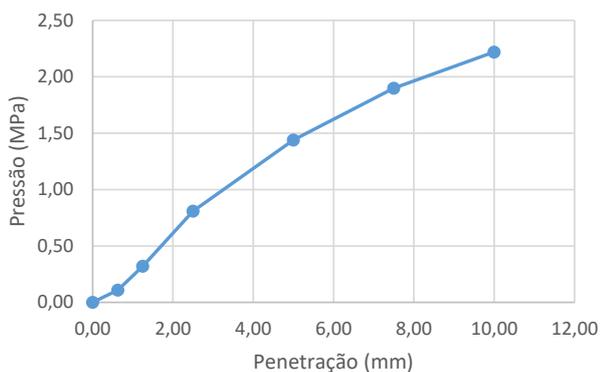
Pressão x Penetração 1



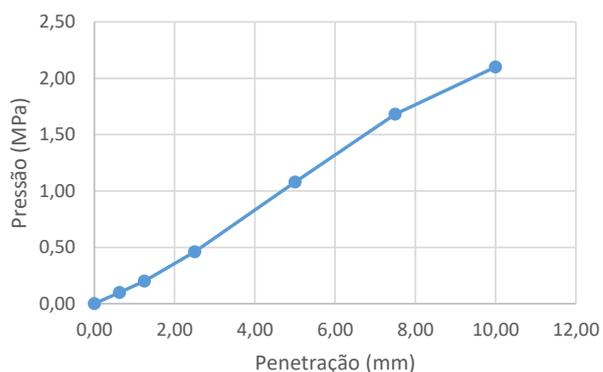
Pressão x Penetração 2



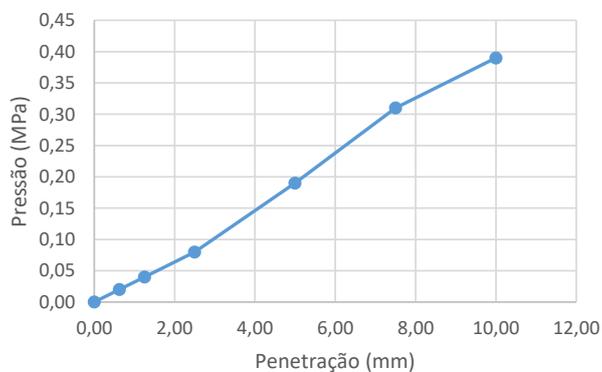
Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4



Pressão x Penetração 5

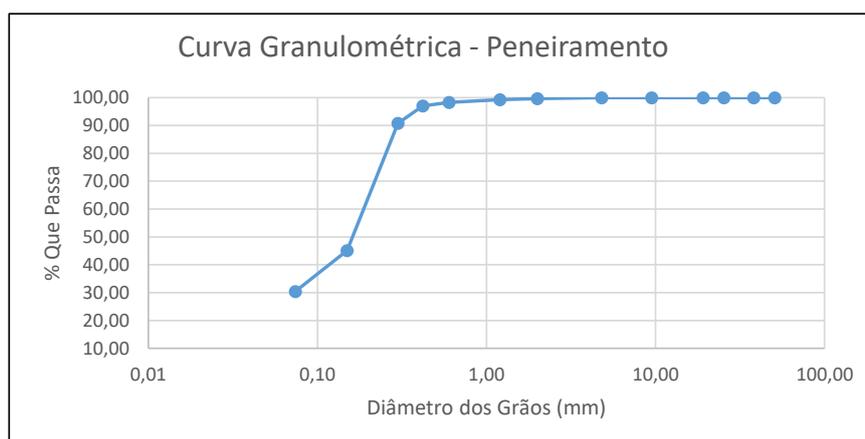


ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

| | | | | |
|--------|------------------------|---------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | Ponto: | 53 |
| Data: | 18/12/2021 | Trecho: | | |

| DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA | |
|--------------------------------------|--------|
| Número da Cápsula | 159 |
| Cápsula + Solo Úmido (g) | 105,25 |
| Cápsula + Solo Seco (g) | 101,58 |
| Peso da Cápsula (g) | 13,41 |
| Peso da Água (g) | 3,67 |
| Peso do Solo Seco (g) | 88,17 |
| Umidade Higroscópica (%) | 4,16 |
| Fator de Correção - 100 / 100 + w | 0,96 |
| DADOS DA AMOSTRA | |
| Amostra Total Úmida (g) | 600,00 |
| Pedregulho (g) | 1,74 |
| Amostra que Passa na #10 Úmida (g) | 598,26 |
| Amostra que Passa na #10 Seca (g) | 574,35 |
| Peso da Água (g) | 23,91 |
| Amostra Total Seca (g) | 576,09 |
| RESUMO DA GRANULOMETRIA | |
| Pedregulho: Acima de 2,00 mm (%) | 0,30 |
| Areia Grossa: 2,00 - 0,42 mm (%) | 2,67 |
| Areia Fina: 0,042 - 0,05 mm (%) | 66,62 |
| Silte/Argila: Abaixo de 0,05 mm (%) | 30,41 |
| Total (%) | 100,00 |

| PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL | | | | | |
|-------------------------------|----------|---------------------|--------------------|-------------|------------------------------|
| Peneira | Peso (g) | Abert. Peneira (mm) | Material Retido | | % que Passa da Amostra Total |
| | | | % da Amostra Total | % Acumulada | |
| 2" | 0,00 | 50,80 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1 1/2" | 0,00 | 38,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1" | 0,00 | 25,40 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/4" | 0,00 | 19,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/8" | 0,00 | 9,50 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| Nº 4 | 0,00 | 4,80 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| Nº10 | 1,74 | 2,00 | 0,30 | 0,30 | 99,70 |
| Nº16 | 2,53 | 1,20 | 0,44 | 0,74 | 99,26 |
| Nº30 | 5,41 | 0,60 | 0,94 | 1,68 | 98,32 |
| Nº40 | 7,43 | 0,42 | 1,29 | 2,97 | 97,03 |
| Nº50 | 35,67 | 0,30 | 6,19 | 9,16 | 90,84 |
| Nº100 | 263,26 | 0,15 | 45,70 | 54,86 | 45,14 |
| Nº200 | 84,87 | 0,07 | 14,73 | 69,59 | 30,41 |



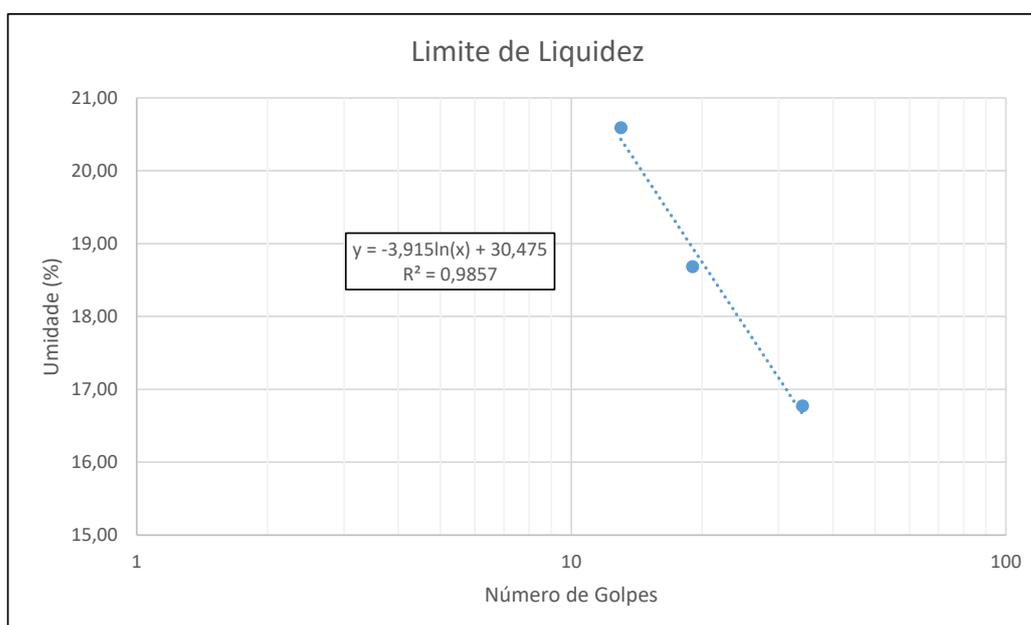
LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

| | | | | | |
|--------|------------------------|---------|--|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | | Ponto: | 53 |
| Data: | 18/12/2021 | Trecho: | | | |

| LIMITE DE LIQUIDEZ | | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|--------------|-------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Nº de Golpes | Umidade (%) |
| 53 | 30,02 | 27,33 | 11,29 | 2,69 | 16,04 | 34 | 16,77 |
| 9 | 30,48 | 27,47 | 11,36 | 3,01 | 16,11 | 19 | 18,68 |
| 51 | 29,52 | 26,17 | 9,90 | 3,35 | 16,27 | 13 | 20,59 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| LIMITE DE PLASTICIDADE | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|-------------|----------------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Umidade (%) | Limite de Plast. (%) |
| | | | | | | | NP |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| RESULTADOS | |
|----------------------------|------|
| Limite de Liquidez (%) | 17,9 |
| Limite de Plasticidade (%) | NP |
| Índice de Plasticidade (%) | - |



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

| | | | | |
|--------|------------------------------------|----------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II - SH Tororó | | Ponto: | 54 |
| Data: | 30/12/2021 | Energia: | NORMAL | |

DADOS DO ENSAIO

| | | |
|--|-------|-----------------|
| Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm: | 6,9 | MPa |
| Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm: | 10,35 | MPa |
| Diâmetro da base do pistão: | 4,96 | cm |
| Área da base do pistão: | 19,32 | cm ² |
| Constante da prensa: | 0,01 | MPa/div |

CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Molde | 2 | 14 | 23 | 40 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|
| Solo + Água + Molde (g) | 8610 | 8845 | 8700 | 9155 |
| Peso Molde (g) | 4715 | 4750 | 4700 | 5545 |
| Peso Solo + Água (g) | 3895 | 4095 | 4000 | 3610 |
| Volume Molde (cm ³) | 2113 | 2103 | 2103 | 2085 |
| Dens. Solo Úmido (kg/m ³) | 1843 | 1947 | 1902 | 1731 |
| Dens. Solo Seco (kg/m ³) | 1669 | 1726 | 1655 | 1451 |

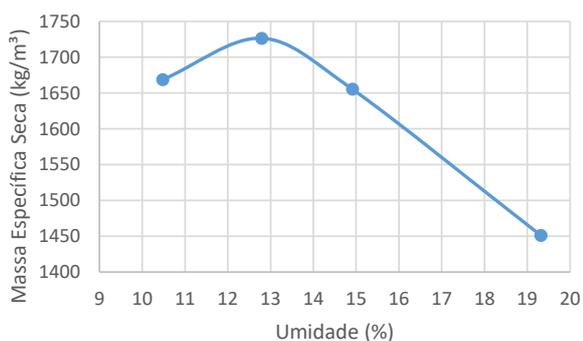
CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Cápsula | 10 | 21 | 42 | 101 | 131 | 118 | 128 | 46 |
|-----------------------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| P. Solo Úm. + C. (g) | 100,03 | 99,26 | 105,13 | 102,45 | 104,14 | 99,96 | 86,25 | 89,14 |
| P. Solo S. + Cap. (g) | 92,36 | 90,49 | 94,26 | 92,55 | 92,59 | 88,68 | 75,43 | 77,25 |
| Peso Água (g) | 7,67 | 8,77 | 10,87 | 9,90 | 11,55 | 11,28 | 10,83 | 11,89 |
| Peso Cápsula (g) | 12,32 | 13,33 | 12,05 | 12,44 | 14,99 | 13,15 | 22,56 | 11,76 |
| P. Solo Seco (g) | 80,04 | 77,16 | 82,21 | 80,11 | 77,60 | 75,53 | 52,87 | 65,49 |
| Umidade (%) | 9,59 | 11,37 | 13,23 | 12,36 | 14,89 | 14,94 | 20,48 | 18,16 |
| Umid. Média (%) | 10,48 | | 12,79 | | 14,91 | | 19,32 | |

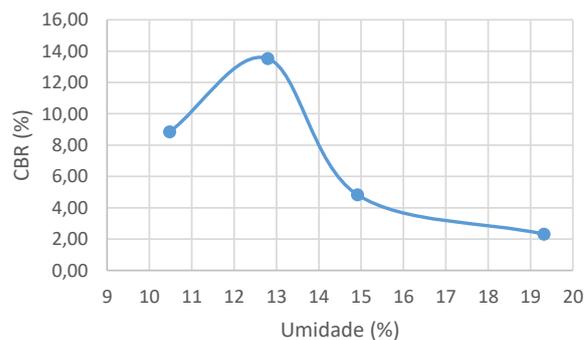
RESUMO DOS RESULTADOS

| | |
|---------------------------------------|------|
| Umidade Ótima (%) | 12,8 |
| Densidade Máxima (kg/m ³) | 1726 |
| Expansão Média (%) | 0,01 |
| ISC/CBR Final (%) | 13,5 |

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

| Penet. 1 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 18 | 0,18 | |
| 1,25 | 32 | 0,32 | |
| 2,5 | 61 | 0,61 | 8,84 |
| 5 | 91 | 0,91 | 8,79 |
| 7,5 | 118 | 1,18 | |
| 10 | 137 | 1,37 | |

| Penet. 2 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 26 | 0,26 | |
| 1,25 | 52 | 0,52 | |
| 2,5 | 91 | 0,91 | 13,19 |
| 5 | 140 | 1,4 | 13,53 |
| 7,5 | 201 | 2,01 | |
| 10 | 244 | 2,44 | |

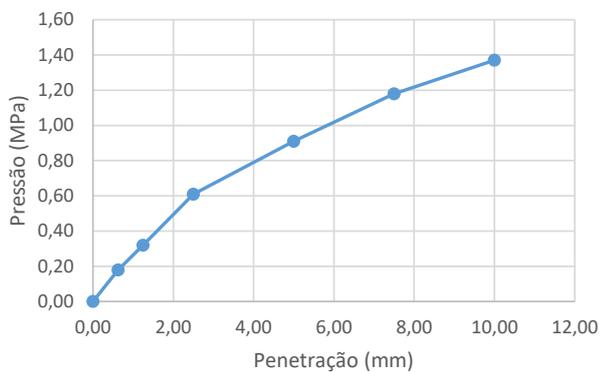
| Penet. 3 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 10 | 0,1 | |
| 1,25 | 22 | 0,22 | |
| 2,5 | 33 | 0,33 | 4,78 |
| 5 | 50 | 0,5 | 4,83 |
| 7,5 | 62 | 0,62 | |
| 10 | 70 | 0,7 | |

| Penet. 4 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 6 | 0,06 | |
| 1,25 | 10 | 0,1 | |
| 2,5 | 16 | 0,16 | 2,32 |
| 5 | 20 | 0,2 | 1,93 |
| 7,5 | 28 | 0,28 | |
| 10 | 34 | 0,34 | |

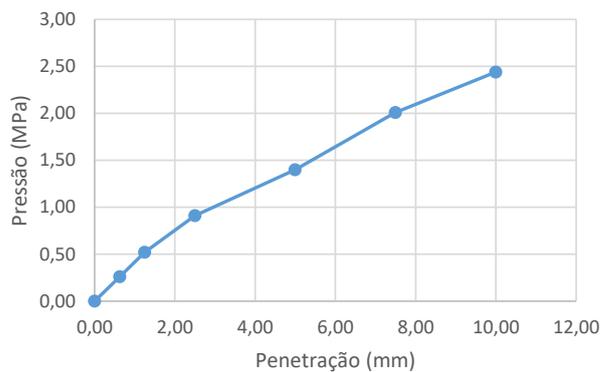
| Ponto | Umidade | C.B.R. | Umidade | Dens. S. |
|-------|---------|--------|---------|-------------------|
| | (%) | (%) | (%) | kg/m ³ |
| 2 | 10,48 | 8,84 | 10,48 | 1669 |
| 14 | 12,79 | 13,53 | 12,79 | 1726 |
| 23 | 14,91 | 4,83 | 14,91 | 1655 |
| 40 | 19,32 | 2,32 | 19,32 | 1451 |

| ENSAIO DE EXPANSÃO | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Nº Molde | 2 | 14 | 23 | 40 |
| Leitura Inicial | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Leitura Final | 1,02 | 1,02 | 1,00 | 0,99 |
| L.Final - L.Inicial | 0,02 | 0,02 | 0,00 | -0,01 |
| Altura cilindro | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 |
| (LF-LI) / Altura (%) | 0,02 | 0,02 | 0,00 | -0,01 |
| Média (%) | 0,01 | | | |

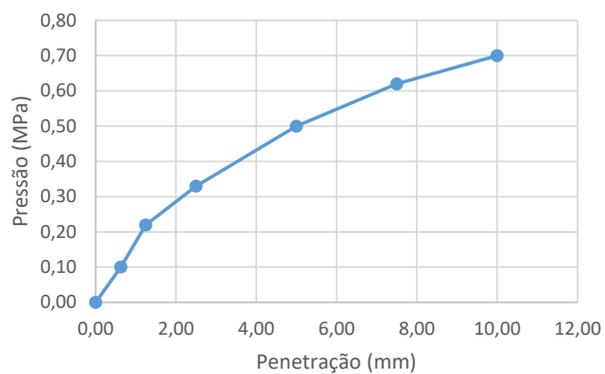
Pressão x Penetração 1



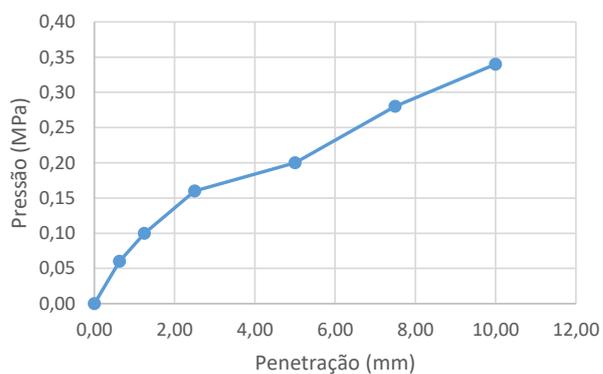
Pressão x Penetração 2



Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4

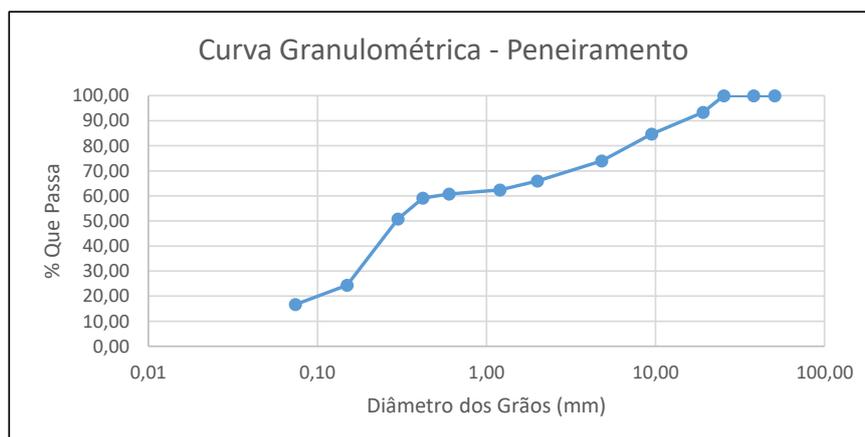


ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

| | | | | |
|--------|------------------------------------|---------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II - SH Tororó | | Ponto: | 54 |
| Data: | 30/12/2021 | Trecho: | | |

| DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA | |
|--------------------------------------|--------|
| Número da Cápsula | 29 |
| Cápsula + Solo Úmido (g) | 89,33 |
| Cápsula + Solo Seco (g) | 88,03 |
| Peso da Cápsula (g) | 13,16 |
| Peso da Água (g) | 1,3 |
| Peso do Solo Seco (g) | 74,865 |
| Umidade Higroscópica (%) | 1,74 |
| Fator de Correção - 100 / 100 + w | 0,98 |
| DADOS DA AMOSTRA | |
| Amostra Total Úmida (g) | 605,00 |
| Pedregulho (g) | 203,97 |
| Amostra que Passa na #10 Úmida (g) | 401,03 |
| Amostra que Passa na #10 Seca (g) | 394,19 |
| Peso da Água (g) | 6,84 |
| Amostra Total Seca (g) | 598,16 |
| RESUMO DA GRANULOMETRIA | |
| Pedregulho: Acima de 2,00 mm (%) | 34,10 |
| Areia Grossa: 2,00 - 0,42 mm (%) | 6,78 |
| Areia Fina: 0,42 - 0,05 mm (%) | 42,48 |
| Silte/Argila: Abaixo de 0,074 mm (%) | 16,64 |
| Total (%) | 100,00 |

| PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL | | | | | |
|-------------------------------|----------|---------------------|--------------------|-------------|------------------------------|
| Peneira | Peso (g) | Abert. Peneira (mm) | Material Retido | | % que Passa da Amostra Total |
| | | | % da Amostra Total | % Acumulada | |
| 2" | 0,00 | 50,80 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1 1/2" | 0,00 | 38,10 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1" | 0,00 | 25,40 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/4" | 39,85 | 19,10 | 6,66 | 6,66 | 93,34 |
| 3/8" | 51,85 | 9,50 | 8,67 | 15,33 | 84,67 |
| Nº 4 | 64,02 | 4,80 | 10,70 | 26,03 | 73,97 |
| Nº10 | 48,25 | 2,00 | 8,07 | 34,10 | 65,90 |
| Nº16 | 21,01 | 1,20 | 3,51 | 37,61 | 62,39 |
| Nº30 | 10,03 | 0,60 | 1,68 | 39,29 | 60,71 |
| Nº40 | 9,52 | 0,42 | 1,59 | 40,88 | 59,12 |
| Nº50 | 49,65 | 0,30 | 8,30 | 49,18 | 50,82 |
| Nº100 | 158,47 | 0,15 | 26,49 | 75,67 | 24,33 |
| Nº200 | 45,96 | 0,07 | 7,68 | 83,36 | 16,64 |



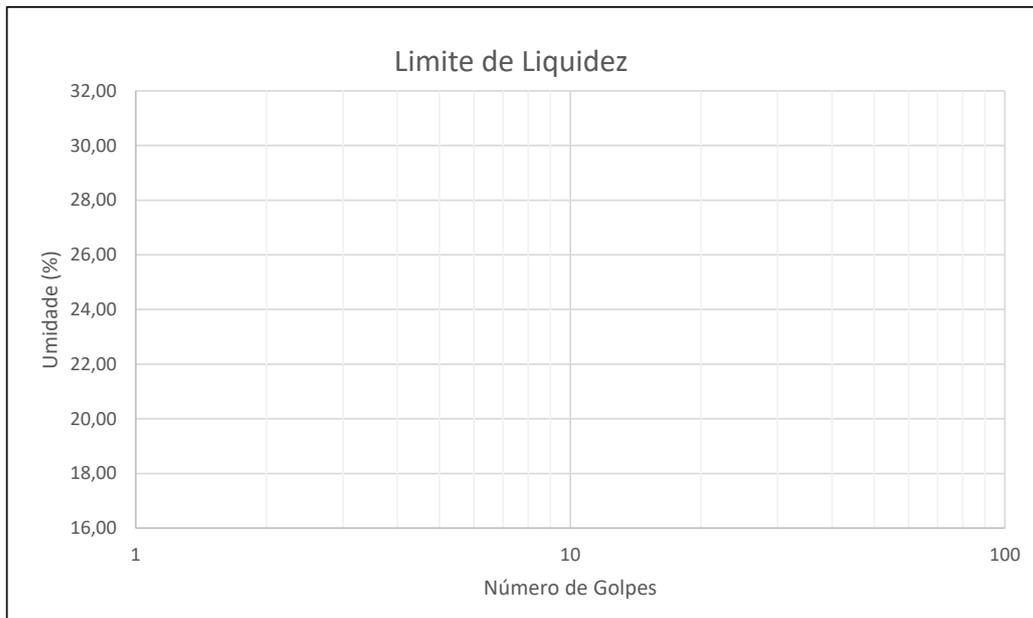
LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

| | | | | | |
|--------|------------------------------------|---------|--|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II - SH Tororó | | | Ponto: | 54 |
| Data: | 30/12/2021 | Trecho: | | | |

| LIMITE DE LIQUIDEZ | | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|--------------|-------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Nº de Golpes | Umidade (%) |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | NL |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| LIMITE DE PLASTICIDADE | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------|---------------|-------------|----------------------|
| Nº Cápsula | Cápsula + Solo Úmido (g) | Cápsula + Solo Seco (g) | Cápsula (g) | Água (g) | Solo Seco (g) | Umidade (%) | Limite de Plast. (%) |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | NP |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| RESULTADOS | |
|----------------------------|----|
| Limite de Liquidez (%) | NL |
| Limite de Plasticidade (%) | NP |
| Índice de Plasticidade (%) | - |



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

| | | | | | |
|--------|------------------------|----------|--------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | | Ponto: | 55 |
| Data: | 16/12/2021 | Energia: | NORMAL | | |

DADOS DO ENSAIO

| | | |
|--|-------|-----------------|
| Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm: | 6,9 | MPa |
| Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm: | 10,35 | MPa |
| Diâmetro da base do pistão: | 4,96 | cm |
| Área da base do pistão: | 19,32 | cm ² |
| Constante da prensa: | 0,01 | MPa/div |

CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Molde | 58 | 43 | 11 | 35 | 83 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Solo + Água + Molde (g) | 7795 | 8410 | 8800 | 8765 | 9135 |
| Peso Molde (g) | 4320 | 4720 | 4950 | 4695 | 4620 |
| Peso Solo + Água (g) | 3475 | 3690 | 3850 | 4070 | 4515 |
| Volume Molde (cm ³) | 1996 | 1988 | 1988 | 2015 | 2225 |
| Dens. Solo Úmido (kg/m ³) | 1741 | 1856 | 1937 | 2020 | 2029 |
| Dens. Solo Seco (kg/m ³) | 1645 | 1717 | 1760 | 1796 | 1776 |

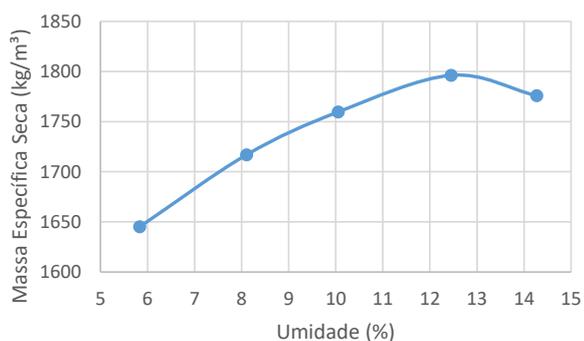
CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Cápsula | 75 | 102 | 10 | 56 | 90 | 24 | 2 | 64 | 41 | 94 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| P. Solo Úm. + C. (g) | 84,68 | 88,83 | 81,95 | 81,58 | 74,26 | 80,78 | 95,88 | 90,91 | 83,19 | 99,96 |
| P. Solo S. + Cap. (g) | 80,71 | 84,63 | 76,83 | 76,39 | 68,95 | 74,18 | 86,64 | 82,32 | 74,21 | 89,16 |
| Peso Água (g) | 3,97 | 4,20 | 5,12 | 5,19 | 5,31 | 6,60 | 9,24 | 8,59 | 8,98 | 10,80 |
| Peso Cápsula (g) | 13,10 | 12,09 | 12,35 | 13,64 | 12,74 | 12,27 | 12,42 | 13,36 | 11,08 | 13,70 |
| P. Solo Seco (g) | 67,61 | 72,54 | 64,48 | 62,75 | 56,21 | 61,91 | 74,22 | 68,96 | 63,13 | 75,46 |
| Umidade (%) | 5,87 | 5,79 | 7,94 | 8,27 | 9,45 | 10,66 | 12,45 | 12,46 | 14,22 | 14,31 |
| Umid. Média (%) | 5,83 | | 8,11 | | 10,05 | | 12,45 | | 14,27 | |

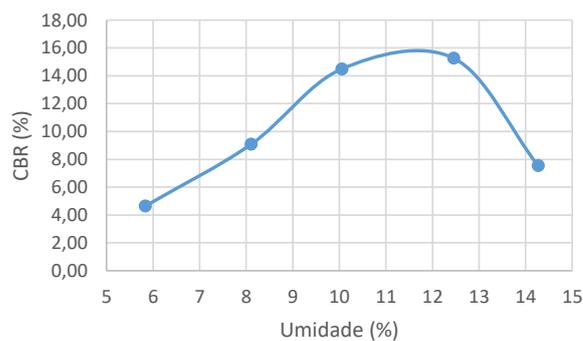
RESUMO DOS RESULTADOS

| | |
|---------------------------------------|------|
| Umidade Ótima (%) | 12,5 |
| Densidade Máxima (kg/m ³) | 1800 |
| Expansão Média (%) | 0,01 |
| ISC/CBR Final (%) | 15,3 |

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

| Penet. 1 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 14 | 0,14 | |
| 1,25 | 24 | 0,24 | |
| 2,5 | 32 | 0,32 | 4,64 |
| 5 | 47 | 0,47 | 4,54 |
| 7,5 | 60 | 0,6 | |
| 10 | 69 | 0,69 | |

| Penet. 2 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 14 | 0,14 | |
| 1,25 | 31 | 0,31 | |
| 2,5 | 58 | 0,58 | 8,41 |
| 5 | 94 | 0,94 | 9,08 |
| 7,5 | 116 | 1,16 | |
| 10 | 131 | 1,31 | |

| Penet. 3 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 26 | 0,26 | |
| 1,25 | 50 | 0,5 | |
| 2,5 | 91 | 0,91 | 13,19 |
| 5 | 150 | 1,5 | 14,49 |
| 7,5 | 196 | 1,96 | |
| 10 | 228 | 2,28 | |

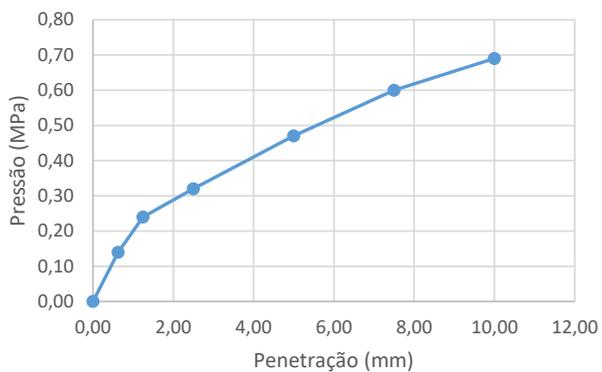
| Penet. 4 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 18 | 0,18 | |
| 1,25 | 41 | 0,41 | |
| 2,5 | 88 | 0,88 | 12,75 |
| 5 | 158 | 1,58 | 15,27 |
| 7,5 | 215 | 2,15 | |
| 10 | 255 | 2,55 | |

| Penet. 5 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 4 | 0,04 | |
| 1,25 | 10 | 0,1 | |
| 2,5 | 28 | 0,28 | 4,06 |
| 5 | 78 | 0,78 | 7,54 |
| 7,5 | 135 | 1,35 | |
| 10 | 175 | 1,75 | |

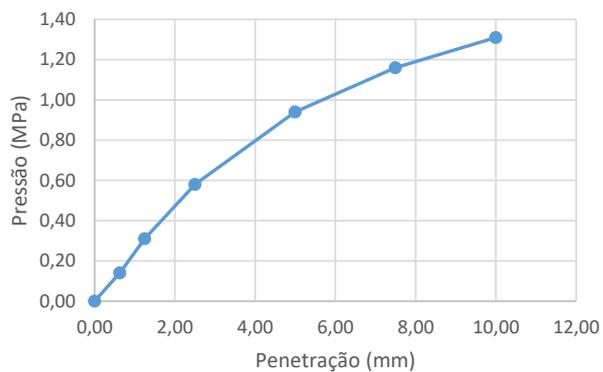
| Ponto | Umidade | C.B.R. | Umidade | Dens. S. |
|-------|---------|--------|---------|-------------------|
| | (%) | (%) | (%) | kg/m ³ |
| 58 | 5,83 | 4,64 | 5,83 | 1645 |
| 43 | 8,11 | 9,08 | 8,11 | 1717 |
| 11 | 10,05 | 14,49 | 10,05 | 1760 |
| 35 | 12,45 | 15,27 | 12,45 | 1796 |
| 83 | 14,27 | 7,54 | 14,27 | 1776 |

| ENSAIO DE EXPANSÃO | | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Nº Molde | 58 | 43 | 11 | 35 | 83 |
| Leitura Inicial | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| Leitura Final | 3,04 | 3,02 | 3,01 | 3,01 | 3,00 |
| L.Final - L.Inicial | 0,04 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,00 |
| Altura cilindro | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 |
| (LF-LI) / Altura (%) | 0,04 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,00 |
| Média (%) | 0,01 | | | | |

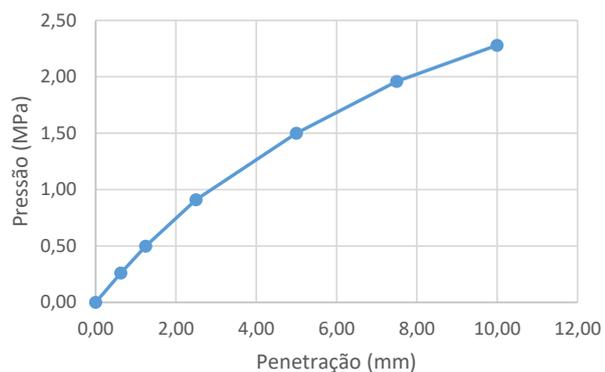
Pressão x Penetração 1



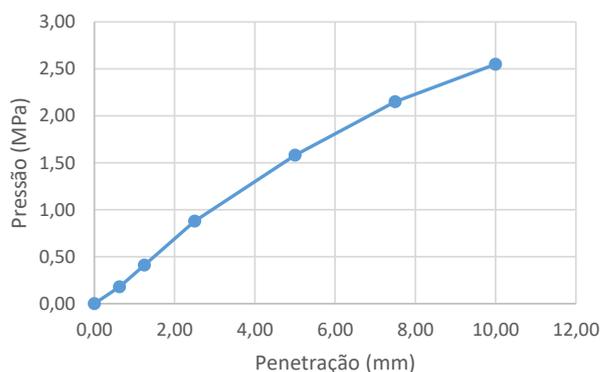
Pressão x Penetração 2



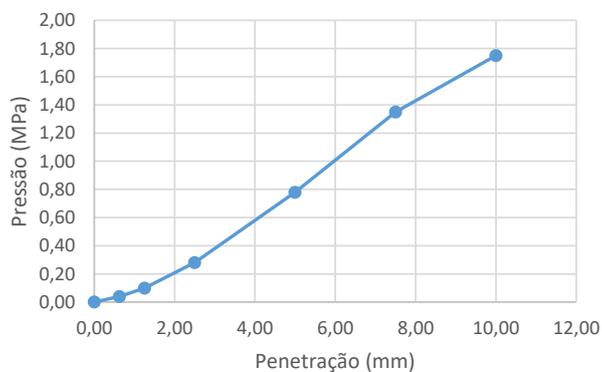
Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4



Pressão x Penetração 5



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - ISC/CBR

| | | | | | |
|--------|------------------------|----------|--------|--------|----|
| Local: | Cond. San Francisco II | | | Ponto: | 56 |
| Data: | 23/12/2021 | Energia: | NORMAL | | |

DADOS DO ENSAIO

| | | |
|--|-------|-----------------|
| Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm: | 6,9 | MPa |
| Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm: | 10,35 | MPa |
| Diâmetro da base do pistão: | 4,96 | cm |
| Área da base do pistão: | 19,32 | cm ² |
| Constante da prensa: | 0,01 | MPa/div |

CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Molde | 53 | 13 | 12 | 66 | 60 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Solo + Água + Molde (g) | 8520 | 8675 | 8820 | 8555 | 8720 |
| Peso Molde (g) | 4840 | 4730 | 4680 | 4260 | 4380 |
| Peso Solo + Água (g) | 3680 | 3945 | 4140 | 4295 | 4340 |
| Volume Molde (cm ³) | 1988 | 1988 | 1988 | 2014 | 2006 |
| Dens. Solo Úmido (kg/m ³) | 1851 | 1984 | 2082 | 2133 | 2164 |
| Dens. Solo Seco (kg/m ³) | 1732 | 1815 | 1869 | 1885 | 1871 |

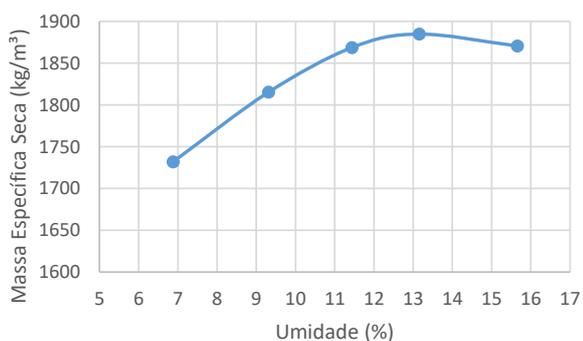
CÁLCULO DA UMIDADE DOS CORPOS DE PROVA

| Nº Cápsula | 47 | 63 | 44 | 4 | 5 | 99 | 23 | 31 | 6 | 48 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| P. Solo Úm. + C. (g) | 87,19 | 95,70 | 81,47 | 78,94 | 85,59 | 89,02 | 89,71 | 94,31 | 100,64 | 94,75 |
| P. Solo S. + Cap. (g) | 82,15 | 90,55 | 75,67 | 73,16 | 78,20 | 81,16 | 80,60 | 85,03 | 88,67 | 83,72 |
| Peso Água (g) | 5,04 | 5,15 | 5,80 | 5,78 | 7,39 | 7,86 | 9,11 | 9,28 | 11,97 | 11,03 |
| Peso Cápsula (g) | 12,24 | 11,87 | 12,80 | 11,69 | 12,10 | 13,99 | 12,69 | 13,01 | 12,12 | 13,38 |
| P. Solo Seco (g) | 69,91 | 78,68 | 62,87 | 61,47 | 66,10 | 67,17 | 67,91 | 72,02 | 76,55 | 70,34 |
| Umidade (%) | 7,21 | 6,55 | 9,23 | 9,40 | 11,18 | 11,70 | 13,41 | 12,89 | 15,64 | 15,68 |
| Umid. Média (%) | 6,88 | | 9,31 | | 11,44 | | 13,15 | | 15,66 | |

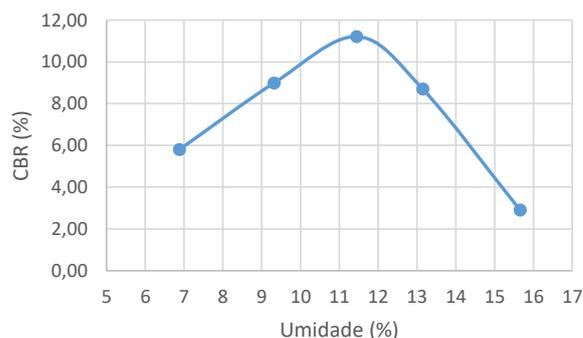
RESUMO DOS RESULTADOS

| | |
|---------------------------------------|------|
| Umidade Ótima (%) | 13,2 |
| Densidade Máxima (kg/m ³) | 1885 |
| Expansão Média (%) | 0,02 |
| ISC/CBR Final (%) | 8,7 |

Densidade x Umidade



CBR x Umidade



DADOS DE PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

| Penet. 1 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 13 | 0,13 | |
| 1,25 | 25 | 0,25 | |
| 2,5 | 40 | 0,4 | 5,80 |
| 5 | 56 | 0,56 | 5,41 |
| 7,5 | 71 | 0,71 | |
| 10 | 82 | 0,82 | |

| Penet. 2 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 17 | 0,17 | |
| 1,25 | 34 | 0,34 | |
| 2,5 | 60 | 0,6 | 8,70 |
| 5 | 93 | 0,93 | 8,99 |
| 7,5 | 122 | 1,22 | |
| 10 | 142 | 1,42 | |

| Penet. 3 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 12 | 0,12 | |
| 1,25 | 27 | 0,27 | |
| 2,5 | 61 | 0,61 | 8,84 |
| 5 | 116 | 1,16 | 11,21 |
| 7,5 | 162 | 1,62 | |
| 10 | 194 | 1,94 | |

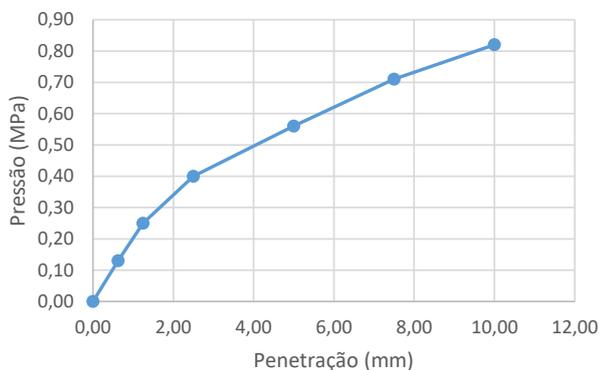
| Penet. 4 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 5 | 0,05 | |
| 1,25 | 12 | 0,12 | |
| 2,5 | 32 | 0,32 | 4,64 |
| 5 | 90 | 0,9 | 8,70 |
| 7,5 | 158 | 1,58 | |
| 10 | 206 | 2,06 | |

| Penet. 5 (mm) | Leitura (div) | Pressão Calculada (MPa) | CBR (%) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | |
| 0,63 | 2 | 0,02 | |
| 1,25 | 5 | 0,05 | |
| 2,5 | 12 | 0,12 | 1,74 |
| 5 | 30 | 0,3 | 2,90 |
| 7,5 | 51 | 0,51 | |
| 10 | 66 | 0,66 | |

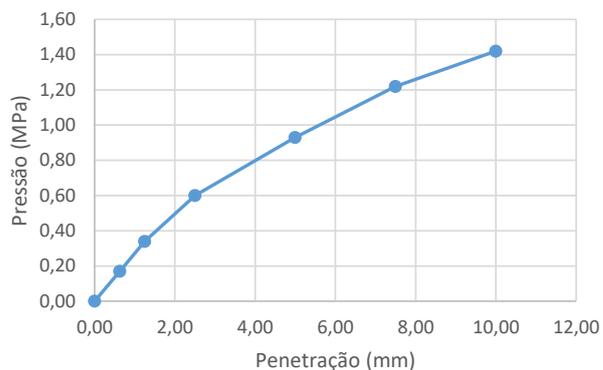
| Ponto | Umidade | C.B.R. | Umidade | Dens. S. |
|-------|---------|--------|---------|-------------------|
| | (%) | (%) | (%) | kg/m ³ |
| 53 | 6,88 | 5,80 | 6,88 | 1732 |
| 13 | 9,31 | 8,99 | 9,31 | 1815 |
| 12 | 11,44 | 11,21 | 11,44 | 1869 |
| 66 | 13,15 | 8,70 | 13,15 | 1885 |
| 60 | 15,66 | 2,90 | 15,66 | 1871 |

| ENSAIO DE EXPANSÃO | | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Nº Molde | 53 | 13 | 12 | 66 | 60 |
| Leitura Inicial | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| Leitura Final | 3,03 | 3,04 | 3,03 | 3,01 | 3,01 |
| L.Final - L.Inicial | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| Altura cilindro | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 | 11,40 |
| (LF-LI) / Altura (%) | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| Média (%) | 0,02 | | | | |

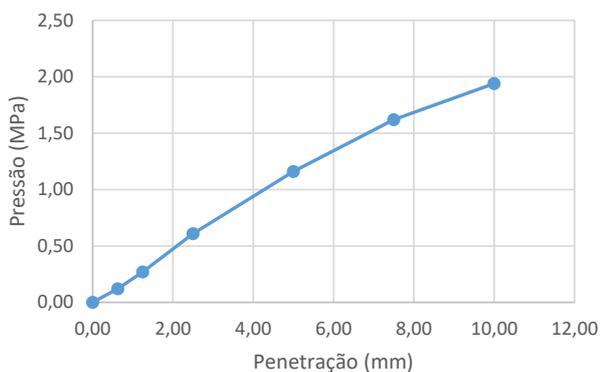
Pressão x Penetração 1



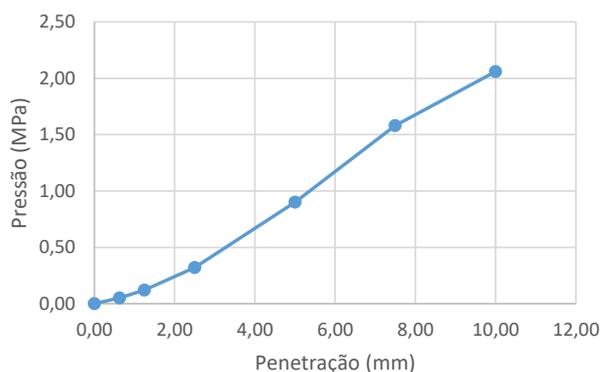
Pressão x Penetração 2



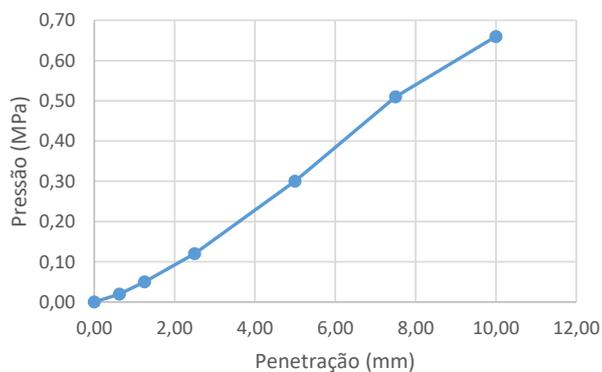
Pressão x Penetração 3



Pressão x Penetração 4

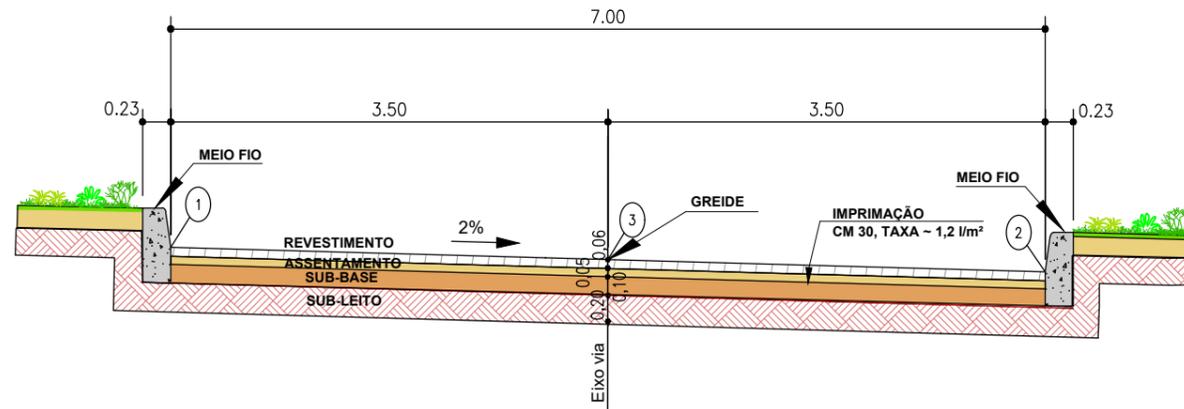


Pressão x Penetração 5



SEÇÃO TIPO ESQUEMÁTICA

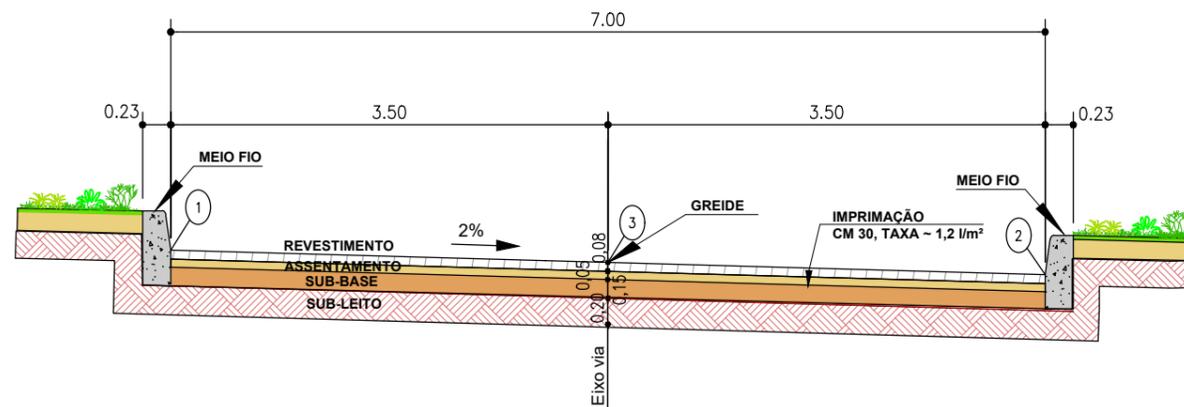
TRÁFEGO LEVE (Via Local Residencial)
CAIMENTO SIMPLES



ESTRUTURA DO PAVIMENTO PARA TRÁFEGO LEVE

-  **REVESTIMENTO = 6,0 CM** - BLOCOS DE CONCRETO COM RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO SIMPLES, NA ESPESSURA DE 6,0 CENTÍMETROS E FCK = 35MPA
-  **ASSENTAMENTO = 5,0 cm** - AREIA COMPACTADA
-  **SUB-BASE = 10,0 cm** - MATERIAL GRANULAR COM CBR MIN = 30%, PROCTOR INTERMEDIÁRIO
-  **SUB-LEITO = 20 CM** - REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SUBLEITO, GC 100% DO PROCTOR NORMAL

TRÁFEGO MÉDIO (Via Coletora Secundária)
CAIMENTO SIMPLES



ESTRUTURA DO PAVIMENTO PARA TRÁFEGO MÉDIO

-  **REVESTIMENTO = 8,0 CM** - BLOCOS DE CONCRETO COM RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO SIMPLES, NA ESPESSURA DE 8,0 CENTÍMETROS E FCK = 35MPA
-  **ASSENTAMENTO = 5,0 cm** - AREIA COMPACTADA
-  **SUB-BASE = 15,0 cm** - MATERIAL GRANULAR COM CBR MIN = 30%, PROCTOR INTERMEDIÁRIO
-  **SUB-LEITO = 20 CM** - REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SUBLEITO, GC 100% DO PROCTOR NORMAL

NOTAS:

- 1 - DIMENSÕES EM METROS.
- 2 - DESENHO ESQUEMÁTICO.
- 3 - NOS TRECHOS COM SUPERELEVAÇÃO, AS DECLIVIDADES DA SEÇÃO, SERÃO, CONFORME A NOTA DE SERVIÇO.
- 4 - GC - GRAU DE COMPACTAÇÃO, CBR - CALIFORNIA BORAD ROAD, EXP - EXPANÇÃO DE CBR.

CORRESPONDÊNCIA COM A NOTA DE SERVIÇO

- ① BORDO ESQUERDO
- ② BORDO DIREITO
- ③ EIXO



RT:

[Handwritten Signature]

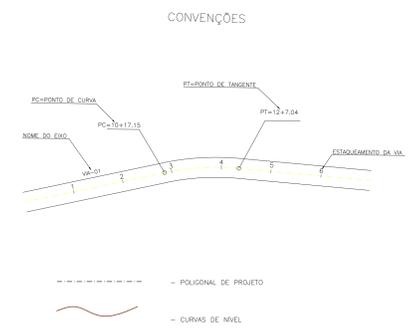
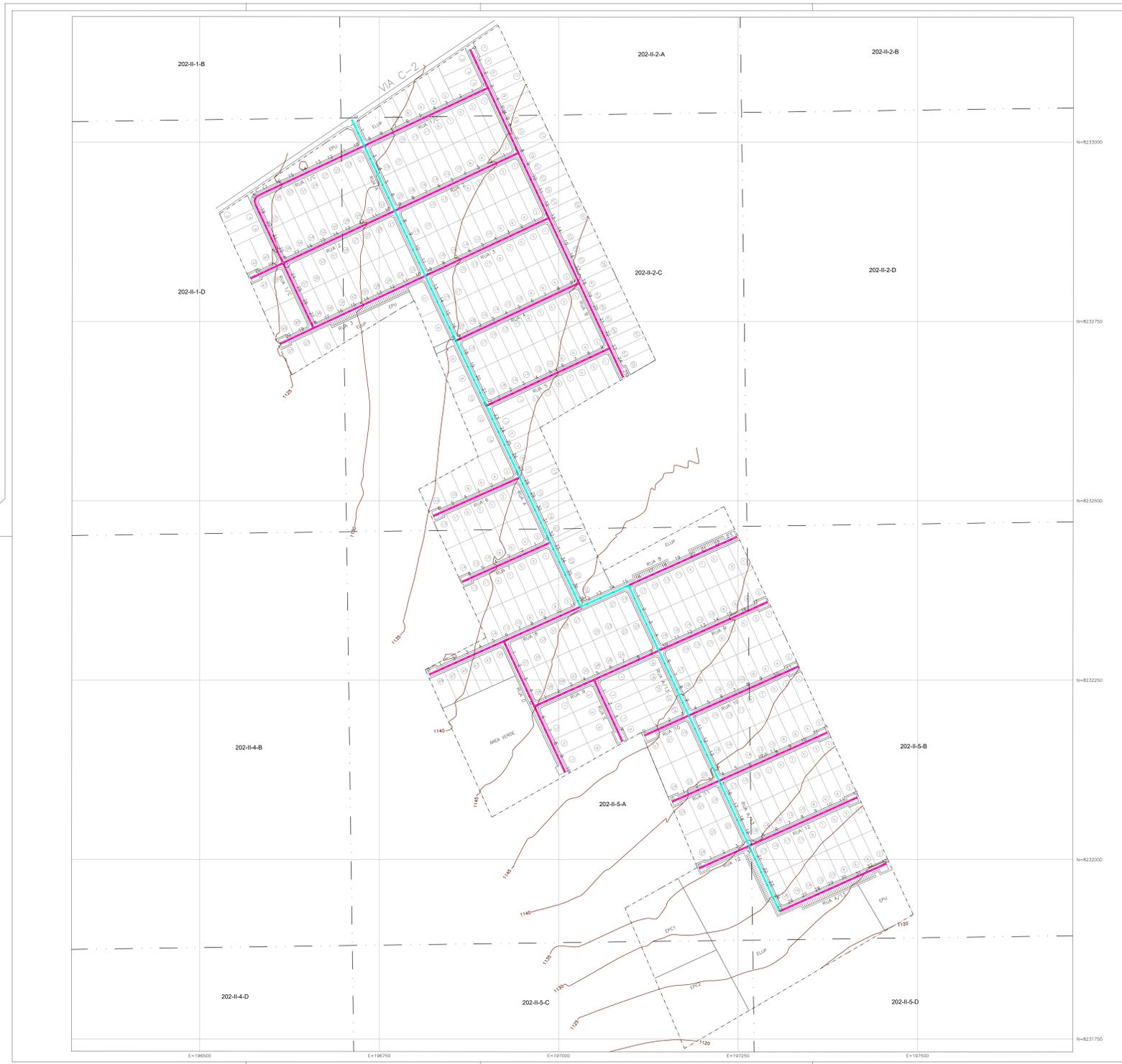
PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO

INF -

REGIÃO ADMINISTRATIVA DO JARDIM BOTÂNICO - RA-JB
SETOR HABITACIONAL TORORÓ
CONDOMÍNIO SAN FRANCISCO II

SEÇÕES TIPO DE PAVIMENTAÇÃO

| | | | | |
|-----------------|-----------------|--------------------|---------------|---------|
| FOLHA: ÚNICA | ESCALA: 1/50 | DATA: JANEIRO/2021 | Ver MDE - | APROVO: |
| PROJETO: PROJEN | CÁLCULO: PROJEN | REVISÃO: SAN II | VISTO: SAN II | NOVACAP |



CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS

| LEGENDA | FUNÇÃO PREDOMINANTE | TRÁFEGO PREVISTO |
|---------|-----------------------|------------------|
| | VIA LOCAL RESIDENCIAL | LEVE |

| Camada | Materiais Constituintes | Espessura da camada (cm) |
|--------------|--|--------------------------|
| Revestimento | Blocos de Concreto com Resistência à Compressão Simples, na ordem de espessura 6,0 centímetros e Fck = 20Mpa | 8,0 |
| Assentamento | Área compactada | 5,0 |
| Impedimento | CM 30, taxa estimada de 1,2 lim ² | - |
| Sub-base | Material granular com CBR min = 30%, Proctor Intermediário | 10,0 |
| Subleito | Regularização e compactação do subleito, GC: 100% do Proctor Normal | 20,0 |

| LEGENDA | FUNÇÃO PREDOMINANTE | TRÁFEGO PREVISTO |
|---------|---------------------|------------------|
| | VIA SECUNDÁRIA | MÉDIO |

| Camada | Materiais Constituintes | Espessura da camada (cm) |
|--------------|--|--------------------------|
| Revestimento | Blocos de Concreto com Resistência à Compressão Simples, na ordem de espessura 6,0 centímetros e Fck = 20Mpa | 8,0 |
| Assentamento | Área compactada | 5,0 |
| Impedimento | CM 30, taxa estimada de 1,2 lim ² | - |
| Sub-base | Material granular com CBR min = 30%, Proctor Intermediário | 15,0 |
| Subleito | Regularização e compactação do subleito, GC: 100% do Proctor Normal | 20,0 |

RT:

PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO

INF- SETOR HABITACIONAL TORORÓ
CONDOMÍNIO SAN FRANCISCO II
CLASSIFICAÇÃO DE VIAS - PAVIMENTAÇÃO

| | | | | |
|--------------------|-------------------|-----------------|---------------|-----------|
| PUNTA GERAL: 01/06 | DATA: PROJEN/2021 | ESCALA: 1:2.500 | REV: MCE | APROVADO: |
| PROJETO: PROJEN | CALCULO: PROJEN | REVISÃO: SAN II | VISTO: SAN II | NOVOPAF |

MERIDIANO CENTRAL 45° WGR
VARIÇÃO ANUAL 0'6" W
FONTE: NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

SANTA MARIA - RA XIII Kr = 1.0005849



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

**ESPECIFICAÇÕES PARA SERVIÇOS DE
PAVIMENTAÇÃO EM BLOCOS DE
CONCRETO ARTICULADOS E/OU
INTERTRAVADOS**



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

INTRODUÇÃO

Esta especificação de serviço define os critérios que orientam a execução de pavimentação em blocos de concreto articulados e/ou intertravados, sob a jurisdição da NOVACAP/DU (aprovado na 2.971^a Reunião da Diretoria Colegiada, em 19.10.1995).

1 - SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO EM BLOCOS DE CONCRETO ARTICULADOS E INTERTRAVADOS.

1.1 - SERVIÇOS

- a - Sempre que não houver especificação em contrário, os serviços compreenderão:
 - regularização do terreno, com retirada das eventuais camadas de terra vegetal, matéria orgânica ou, por qualquer motivo, material impróprio para serviços de pavimentação;
 - compactação e reforço do sub-leito;
 - execução de base estabilizada;
 - execução do leito de areia;
 - fornecimento e assentamento dos blocos de concreto;
 - rejuntamento dos blocos;
 - todo e qualquer serviço necessário à perfeita execução da obra, incluindo a limpeza final.

- b - Preparo da base - Todos os serviços de terraplenagem, arruamento e compactação deverão ser executados de acordo com os projetos e dimensionamentos fornecidos, obedecendo às recomendações contidas nas Normas da Diretoria de Urbanização para Serviços de Arruamento e Pavimentação.

- c - Deverá ser levado em consideração que o assentamento dos blocos será executado depois de assentados os meios-fios e que a distância de projeto entre meios-fios deverá ser corrigida, com o objetivo de obter-se um número inteiro de blocos, sem que haja necessidade de quebra ou emenda de peças.

- d - Desenho dos blocos
 - d1 - Os Blocos Articulados deverão ter, de preferência, formato hexagonal (“sextavados”), com a maior dimensão não superior a 40 cm. O tipo de articulação deverá ser tal que permita transmitir as pedras adjacentes 50% da carga aplicada num único bloco. A espessura será indicada pela NOVACAP, de acordo com a intensidade do tráfego prevista para a via. O desenho deverá ser submetido à aprovação prévia da NOVACAP.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

- d2 - Os Blocos Intertravados deverão ter formato que garanta um intertravamento perfeito da pavimentação e a transmissão correta das forças estáticas e dinâmicas resultantes da carga do tráfego. Os blocos não poderão ter juntas paralelas ao sentido do tráfego. Deverão ainda ter os bordos superiores bisotados, permitindo que a pavimentação atue de forma antiderrapante, evitando o fenômeno do “aquaplaning” em situação de pista molhada.

O desenho deverá ser submetido à aprovação prévia da NOVACAP. Os Blocos Intertravados deverão ter, preferencialmente, as seguintes dimensões máximas:

Para blocos com espessura de 5 cm: 15 x 7,5 cm;
Para blocos com espessura de 6, 8 ou 10 cm : 23 x 11,5 cm.

1.2 - FABRICAÇÃO

- a - Os blocos deverão ser moldados em fôrmas metálicas. Os materiais empregados deverão obedecer às Normas EB-1, EB-2 e EB-4 da ABNT.
- b - A vibração será por meio mecânico. A fabricação e a desforma deverão ser executadas de maneira a obter-se um perfeito adensamento do concreto e um perfeito acabamento da face aparente do pavimento. Não serão toleradas superfícies aparentes com formas ou texturas defeituosas, assim como serão recusados blocos com espessuras diferentes das especificadas.

1.3 - CONTROLE TECNOLÓGICO

- a - De cada lote de 10.000 (dez mil) blocos a Fiscalização selecionará aleatoriamente 10 (dez) peças que serão submetidas aos controles de forma, de resistência e, caso necessário, de absorção.
- a1 - Para que as amostras sejam aprovadas no controle de forma, nenhum bloco deverá apresentar defeitos superficiais na face aparente; todos os blocos deverão apresentar, em planta, arestas opostas rigorosamente paralelas; As tolerâncias máximas para as dimensões dos blocos em relação ao desenho serão:
- de 2% (dois por cento) quanto à forma, em planta;
 - de 5% (cinco por cento) quanto à espessura;
 - de 3 mm (três milímetros) quanto ao desempenho da face aparente.
- a2 - Para o controle de resistência a firma Contratada deverá solicitar a presença dos técnicos do Laboratório de Concreto da Divisão de Tecnologia do Departamento de Urbanização (DITE/DEURB/DU) para confecção de, no mínimo, 12 corpos de prova com a utilização do concreto empregado na



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

fabricação dos blocos. Os agregados e o traço deverão ser rigorosamente os mesmos utilizados na fabricação dos blocos.

- a2.1 - 24 horas depois de moldados, os corpos de prova serão transportados até o Laboratório da NOVACAP, onde ficarão em câmara úmida até a data do rompimento. Aos 7 dias serão rompidos 4 corpos de prova e aos 28 dias outros 4. Os 4 últimos poderão eventualmente, à critério do Chefe da DITE e da Fiscalização, ser submetidos a ensaios de esclerometria, com esclerômetro vertical, devendo cada um dos corpos de prova ser submetido a 10 golpes de esclerômetro, adotando-se, como valor final, a média das leituras.
- a2.2 - As dez amostras de blocos serão também submetidas à esclerometria, com a ação de 10 golpes de esclerômetro para cada bloco, estando o mesmo na posição vertical. Será considerada, como índice de resistência, a média das 10 leituras. Pelo exame do gráfico resultante serão avaliadas as resistências correspondentes a cada índice médio.
- a2.3 - A média da resistência dos corpos de prova, ou das 10 amostras, não poderá ser inferior a 25 mPa, para os blocos de 8 e de 10 cm de espessura, e de 22,5 mPa, para os blocos de 5 e de 6 cm de espessura. Nenhum corpo de prova ou amostra poderá apresentar resistência inferior a 20 mPa e 18 mPa, para os blocos de espessura acima indicada, respectivamente.
- a3 - O controle de absorção poderá ser solicitado pela Fiscalização ou pelo Chefe do Laboratório, sempre que isto for julgado necessário.
- a3.1 - O controle de absorção será executado efetuando-se o controle do peso da amostra seca em estufa, e o controle do peso da mesma amostra após imersão em água por um período de 24 horas. O aumento percentual não poderá ser superior a 7,5% e será calculado pela fórmula:

$$A = \frac{P_u - P_s}{P_s} \times 100$$

onde:

A = taxa percentual de absorção;

P_u = peso da amostra úmida (ou do corpo de prova)

P_s = peso da amostra seca (ou do corpo de prova)



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

1.4 - ACEITAÇÃO

- a - Se, no controle de forma, um ou mais blocos não estiverem dentro das especificações, a Fiscalização procederá ao exame de mais 10 amostras. Se estas também apresentarem um ou mais blocos fora das especificações, a Fiscalização selecionará, ao acaso, mais 10 amostras, e assim, sucessivamente, outras dez amostras serão retiradas, até um limite total de cem blocos. Caso persistam os resultados negativos para 20% dos blocos examinados, ou mais, todo o lote será recusado pela NOVACAP em caráter definitivo.
- b - Se um dos dois outros testes, o de resistência ou o de absorção, resultar negativo, a firma Contratada poderá solicitar à Fiscalização que selecione outros conjuntos de 10 amostras, ao acaso, que serão novamente submetidas aos testes referidos. Se os segundos conjuntos de amostras forem desaprovados, todo o lote correspondente será recusado pela NOVACAP, cabendo à Fiscalização a incumbência de exigir a destruição dos lotes de blocos rejeitados, ou a adoção das medidas necessárias para garantia de que os mesmos não sejam aplicados em obras contratadas pela NOVACAP.
- c - Caso haja necessidade de assentamento dos blocos antes que os mesmos atinjam a resistência exigida aos 28 dias, a Fiscalização poderá autorizar a firma a colocar peças submetidas unicamente aos testes de forma, sob a responsabilidade única e integral da Contratada. Neste caso, o teste de resistência será executado *in loco*, batendo-se o esclerômetro verticalmente sobre os blocos assentados. Se os resultados desse teste forem negativos, a Fiscalização, à seu exclusivo critério, de acordo com os valores obtidos e com as condições reais de trabalho, poderá recusar o serviço para todo o lote, ficando a firma obrigada a retirar e substituir, às suas expensas, todo o material aplicado. Poderá também a Fiscalização aceitar o lote, aplicando um desconto sobre o valor da fatura correspondente, igual ao maior de dois valores D1 e D2, sendo:
- c1 - Para blocos de 8 e de 10 cm de espessura:

$$D1 = 0,7Cb \left(\frac{25 - R_{media}}{25} \right)$$

$$D2 = 0,7Cb \left(\frac{20 - R_{min}}{20} \right)$$

onde:

D1 e D2 = Descontos em Reais

Cb = Valor contratual do trecho de pavimentação reprovado no teste.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

R_{média} = resistência média das 10 amostras, no caso em que os resultados dos testes tenham sido inferiores a 25 mPa;

R_{min} = resistência mais baixa obtida entre as 10 amostras, no caso em que os resultados dos testes tenham sido inferiores a 20 mPa;

c2 - Para blocos de 5 e de 6 cm de espessura:

$$D1 = 0,7Cb \left(\frac{22,5 - R_{media}}{22,5} \right) \qquad D2 = 0,7Cb \left(\frac{18 - R_{min}}{18} \right)$$

1.5 - **COLOCAÇÃO**

a - Os Blocos Articulados e Intertravados deverão ser assentados com junta de 0,5 cm (meio centímetro), sobre camada de 5 cm de areia ou pó de pedra isenta de pedras, argila e matéria orgânica. Os blocos deverão ser batidos vigorosamente sobre o leito de areia e a superfície do pavimento deverá apresentar acabamento perfeito, uniforme e sem irregularidades ou diferenças de nível entre os blocos, de acordo com o projeto.

b - O rejuntamento entre os Blocos Articulados deverá ser feito com asfalto de penetração 60-70, aplicado a uma temperatura suficiente para garantir uma boa penetração nas juntas, preenchendo também as canaletas formadas pelas arestas chanfradas dos bordos superiores dos blocos. No caso de pavimentos sujeitos à ação de óleos ou graxas o asfalto deverá ser substituído por alcatrão.

b1 - O rejuntamento entre os Blocos Intertravados deverá ser feito com areia, de preferência ligeiramente argilosa, ou com pó de pedra, em estado seco, com o emprego de vassoura. Se o material para o rejuntamento só estiver disponível em estado úmido ou molhado, o enchimento perfeito das juntas só é possível com a utilização de água e vassoura. O desnivelamento entre os blocos deve ser eliminado com a utilização de placa vibratória, após o que as juntas necessitam de um complemento com o material de enchimento.

c - Aplicações recomendadas:

Blocos de 5 cm de espessura : calçadas e caminhos para pedestres ou ciclistas;

Blocos de 6 cm de espessura : pistas de tráfego leve, estacionamentos e revestimentos de taludes de contenção;

Blocos de 8 cm de espessura : pistas para tráfego normal em vias urbanas ou estradas;



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

Blocos de 10 cm de espessura : pistas para tráfego pesado, rampas de carga e descarga, terminais rodoviários, pátios industriais, pátios para *containers* em portos ou terminais ferroviários, cais e portos marítimos ou fluviais, baías para paradas de ônibus, e similares.

d - Cores e texturas da superfície:

Para pavimentação em cores ou para conferir texturas especiais às superfícies pavimentadas, os blocos deverão ser fabricados em duas camadas de concreto, sendo a camada inferior na cor natural da massa e a superior na cor desejada, utilizando-se óxido de ferro. Para texturas diferentes, caso não haja indicação em projeto, a Fiscalização deverá examinar e aprovar os métodos e procedimentos propostos pela firma.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



GDF

Juntos por um novo DF

Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

**ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA
SERVIÇO DE EXECUÇÃO DE AGULHAMENTO
DO SUBLEITO DO PAVIMENTO – ESP 04**



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

1- INTRODUÇÃO

Esta especificação de serviço define os critérios que orientam a execução do Agulhamento do Subleito em Pavimentos, de obras sob a jurisdição da NOVACAP e substitui qualquer especificação ou norma anterior sobre o assunto.

2- DESCRIÇÃO

Os serviços consistem no fornecimento, carga, transporte e descarga dos materiais, inclusive água, mão-de-obra e equipamentos adequados, necessários à execução e ao controle de qualidade do Agulhamento do Subleito, em conformidade com a norma apresentada a seguir e detalhes executivos contidos no projeto.

Agulhamento é uma camada intermediária entre o subleito e a base de macadame betuminoso, obtida por compressão e cravamento no subleito de uma camada uniforme de agregados graúdos.

3- MATERIAIS

O agregado deverá ser constituído por produtos de britagem de rocha sã, sendo imprescindível que:

- a) A granulometria (DNER ME 083/98) se enquadre na faixa apresentada no quadro abaixo:

Quadro I – Faixa granulométrica

| PENEIRAS DE MALHAS QUADRADAS (EM-4) | | % EM PESO QUE PASSA |
|-------------------------------------|----------|---------------------|
| mm | polegada | |
| 88,9 | 3 1/2 | 100 |
| 76,2 | 3 | 90-100 |
| 63,5 | 2 1/2 | 60-100 |
| 50,8 | 2 | 20-90 |
| 38,1 | 1 1/2 | 0-35 |
| 25,4 | 1 | 0-5 |
| 19,1 | 3/4 | 0-2 |

- b) O agregado deverá ser constituído de fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais;



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

- c) A percentagem de desgaste no ensaio de abrasão "Los Angeles" (DNER ME 035/98) não deverá ser superior a 50%.

4- EQUIPAMENTOS

Todo o equipamento deverá ser inspecionado pela Fiscalização, devendo dela receber aprovação, sem o que não será dada a autorização para o início dos serviços. O conjunto de equipamentos básicos para a execução do Agulhamento do Subleito compreende:

- a) Caminhões basculantes;
- b) Motoniveladora pesada;
- c) Rolos compressores de rodas lisas, vibratórios ou estáticos;
- d) Caminhão tanque irrigador;
- e) Equipamentos e ferramentas complementares: pás, carrinhos de mão, marretas, vassourões ou vassouras mecânicas, etc.;

Outros equipamentos, a critério da fiscalização, poderão ser utilizados.

5- EXECUÇÃO

5.1. Condições gerais

- a) Durante todo o tempo que durar a construção, até o recebimento do agulhamento, os materiais e os serviços serão protegidos contra ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da empreiteira a responsabilidade desta conservação.
- b) O agulhamento não deve ser submetidos à ação direta das cargas e da abrasão do trânsito. No entanto, a Fiscalização poderá autorizá-la quando a seu critério, os danos que venham a ser causados à superfície acabada, não prejudiquem a qualidade da camada de pavimento que será construída sobre o agulhamento em questão.
- c) Toda a sinalização de trânsito para eventuais desvios de tráfego ou interrupção de vias, exigidas pela fiscalização visando a segurança, serão de responsabilidade da empreiteira.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

d) O confinamento lateral do Agulhamento do Subleito é dado pela sarjeta.

5.2. Condição Física da Camada de Apoio do Agulhamento

- a) O subleito sobre o qual será executado o agulhamento deverá ter sido executado de acordo com as condições fixadas pela especificação NOVACAP ES-P 14;
- b) Caso a execução da camada de Agulhamento não se efetue logo após a construção da camada de apoio subjacente e de modo especial, quando esta esteve exposta à chuvas devem ser efetuadas nesta camada as seguintes determinações:
 - b1) Teor de umidade, que deverá variar em $\pm 2\%$ do teor de umidade ótimo de compactação da camada. Se o teor de umidade for superior, a camada deverá secar até que as condições de umidade satisfaçam o limite indicado;
 - b2) Grau de compactação, que deverá atender as exigências indicadas no controle de recebimento da camada executada.
 - b3) As regiões nas quais o grau de compactação for inferior ao limite necessário, deverão ser reconstruídas antes da execução da camada do Agulhamento.

5.3. Preparo da Superfície

Eventuais defeitos da superfície da camada subjacente deverão ser necessariamente reparados antes da execução do agulhamento. Essa superfície deverá estar perfeitamente limpa e desempenada.

5.4. Aplicação do Agregado

- a) A execução da camada de agregado graúdo inicia-se pelo carregamento do material nos depósitos ou pátios de estocagem da instalação de britagem. A operação de carga do material deverá ser procedida de forma criteriosa, evitando-se a utilização de agregados graúdos lamelares ou com excesso de finos;
- b) Após a operação de carregamento e o transporte por meio de caminhões basculantes, faz-se o espalhamento de 20 litros de agregado graúdo por metro quadrado, em uma camada de espessura uniforme e homogênea. O espalhamento será feito pelo uso de motoniveladora pesada, devendo evitar-se processos que levem à segregação do material;



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

- c) Após o espalhamento do agregado graúdo, poderão ser necessárias as seguintes correções:
 - c1) Remoção de fragmentos alongados, lamelares ou de tamanho excessivo, visíveis na superfície, e substituição por agregado graúdo representativo e de boa qualidade;
 - c2) Correção de pontos com excesso ou deficiência de material. No caso de existir deficiência de material, utilizar sempre agregado graúdo representativo e de boa qualidade, sendo vedado o uso de agregado miúdo.

5.5. Compressão do Agregado

- a) A compressão inicial deverá ser feita mediante emprego de rolo liso de três rodas de 10 a 12 toneladas (velocidade de 30 a 40 m por minuto) ou rolo liso vibratório, aprovado pela fiscalização. Se necessário, o subleito poderá ser irrigado para facilitar o cravamento do agregado;
- b) Nos trechos em tangente, a compressão deverá partir, sempre, dos bordos para o eixo, e nas curvas, do bordo interno para o bordo externo. Em cada passada, o equipamento utilizado deverá recobrir, ao menos, a metade da faixa anteriormente comprimida;
- c) Eventuais manobras do equipamento de compactação, que impliquem em variações direcionais prejudiciais, deverão se processar fora da área de compressão;
- d) A operação de compressão deverá prosseguir até que se consiga uma cravação do agregado graúdo de no mínimo 2 centímetros conseguindo-se assim uma superfície compactada, cheia de saliências e reentrâncias. Essa superfície permitirá um contato perfeito com a base de macadame betuminoso selado, evitando-se toda e qualquer possibilidade de escorregamento.

6- CONDIÇÕES AMBIENTAIS

6.1 Obrigações da Contratada na execução da obra

- a) Atender às recomendações contidas nas licenças ou autorizações ambientais;
- b) Seguir as recomendações dos Planos de Controle Ambiental (PCA), quando existir;



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

- c) Implantar sinalização de segurança de acordo com as normas pertinentes aos serviços;
- d) Em caso de necessidade de corte de árvores, deve ser obtida autorização do órgão ambiental competente e quando da execução dos serviços deve-se atender aos critérios estipulados pelo órgão ambiental constante na autorização;
- e) Canteiros de obras, estradas de serviço, entre outros, devem ser dispostos em áreas próprias, evitando-se a execução em áreas de preservação permanente ou áreas de proteção ambiental;
- f) Resíduos de lubrificantes ou combustíveis utilizados pelos equipamentos, seja na manutenção ou operação, devem ser recolhidos em recipientes adequados e ter destinação apropriada;
- g) Apresentar plano de resíduos de construção e providenciar destino final adequado aos resíduos produzidos na obra.

6.2 Obrigações da Contratada na exploração de jazidas

- a) o material somente será aceito após a executante apresentar licença de operação vigente da jazida de cascalho ou areal;
- b) em caso de exploração de jazida licenciada pela NOVACAP, a Contratada responsabiliza-se pela exploração da jazida de acordo com as condicionantes da licença ambiental.

7- CONTROLE

7.1. Controle Tecnológico do Materiais

Este controle abrange os ensaios e determinações para verificar se as condições dos materiais estão sendo atendidos. Serão procedidos os seguintes ensaios:

- a) Um ensaio de granulometria (DNER ME 083/98) do agregado graúdo, a cada 500 metros de pavimento, e no mínimo, dois ensaios por dia de trabalho;



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

- b) Um ensaio de Abrasão "Los Angeles" (DNER ME 035/98) do agregado graúdo sempre que, visualmente, se observar alterações mineralógicas no agregado, e no mínimo, um ensaio por semana.

7.2. Controle de Execução

- a) A principal atividade de controle de execução, para o serviço de Agulhamento do Subleito, será a inspeção visual, a qual deverá ser aplicada em todas as etapas, ou seja, nos estoques de agregados, na operação de carregamento, nas operações de pista como espalhamento, irrigação, compactação e acabamento;
- b) A verificação da eficiência da compactação deverá ser feita avaliando-se o nível de cravamento dos agregados;
- c) As condições de acabamento da superfície serão apreciadas visualmente pela Fiscalização.

8- ACEITAÇÃO

8.1. Recebimento Baseado no Controle Tecnológico

Os serviços executados serão aceitos, sob o ponto de vista tecnológico, desde que sejam atendidas as seguintes tolerâncias:

- a) A granulometria dos materiais utilizados se enquadrem na faixa especificada no item 3a;
- b) Os valores individuais obtidos nos ensaios de Abrasão "Los Angeles" se enquadrem nos limites fixados no item 3c.

8.2. Recebimento com Base no Controle de Execução

Para que o serviço seja aceito, deverão ser obedecidos os seguintes aspectos, avaliados em bases visuais, pela Fiscalização:

- a) O material pétreo a ser utilizado, deverá apresentar aspecto são e homogêneo, evitando-se o emprego de alterações ou de aspecto suspeito.
- b) As condições de estocagem dos agregados deverão ser consideradas satisfatórias, tendo em vista a não contaminação com materiais estranhos;



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

- c) As operações de espalhamento e compressão do agregado graúdo deverão ter sido consideradas adequadas, tendo em vista a obtenção de uma camada acabada homogênea e com bom nível de cravamento.

9- CRITÉRIO DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

A medição só será aceita pela fiscalização quando os laudos do laboratório da NOVACAP atestarem as características do material de acordo com esta especificação.

A camada de Agulhamento do Subleito, executada e recebida na forma descrita, será medida por área de material compactado na pista, expresso em metros quadrados, e segundo a seção transversal de projeto, conforme Critério de Medição e Pagamento da NOVACAP.

O pagamento será feito após a aceitação dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, incluindo todas as operações de carga, transporte, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, encargos e outros gastos eventuais necessários à sua completa execução.

10- BIBLIOGRAFIA

DNER – DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. Especificações gerais para obras rodoviárias do DNER: pavimentos flexíveis. Rio de Janeiro: DNER, 1997.

_____.DNER ME 035/98:agregados: determinação de abrasão Los Angeles. Rio de Janeiro, 1998.

_____.DNER ME 083/98: Agregado – análise granulométrica: método de ensaio. Rio de Janeiro, IPR, 1998.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA EXECUÇÃO DE SUB-BASE E BASE DE BRITA GRADUADA (BGS) – ESP 05



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

1. INTRODUÇÃO

Esta especificação de serviço, define os critérios que orientam a execução de Bases de Brita Graduada (BGS) em obras sob a jurisdição da NOVACAP e substitui qualquer especificação ou norma anterior sobre o assunto.

2. DESCRIÇÃO

Os serviços consistem no fornecimento, carga, transporte, descarga e a mistura (quando necessária), desagregação dos materiais necessários à obtenção de camadas de sub-bases e bases de brita graduada e compreendem também a mão-de-obra e os equipamentos indispensáveis à execução e ao controle de qualidade das camadas, em conformidade com a especificação apresentada a seguir e detalhes executivos contidos no projeto.

Para fins desta especificação, considera-se como Brita Graduada (BGS) a camada de sub-base ou base composta por mistura em usina de produtos de britagem de rocha sã, enquadradas em uma faixa granulométrica contínua.

3. MATERIAIS

3.1 Agregado

Os agregados deverão satisfazer aos seguintes requisitos:

- a) devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração;
- b) desgaste no ensaio de Abrasão Los Angeles inferior a 50% (DNER ME 035/98);
- c) equivalente de areia do agregado miúdo, superior a 55% (DNER-ME 54/97);
- d) índice de forma superior a 0,5 e porcentagem de partículas lamelares inferior a 10% (NBR 6954);
- e) perda no ensaio de durabilidade, em cinco ciclos, com solução de sulfato de sódio inferior a 20% e com sulfato de magnésio inferior a 30% (DNER ME 89/94).



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

3.2 Mistura

O projeto de mistura dos agregados deve atender aos seguintes requisitos:

- A curva de projeto da mistura de agregados deve apresentar granulometria contínua e se enquadrar em uma das faixas granulométricas especificadas na Tabela 1;
- A faixa de trabalho, definida a partir da curva granulométrica de projeto, deve obedecer à tolerância indicada para cada peneira na Tabela 1, porém, respeitando os limites da faixa granulométrica adotada;
- O índice de Suporte Califórnia (ISC) deverá obedecer aos seguintes valores, relacionados ao número "N" de operação do eixo simples padrão de 8.2t, para o período de projeto (P=10 anos), de acordo com a DNER ME 049/94.

Sub-base - $ISC \geq 40\%$;

Base - $ISC \geq 60\%$ para $N \leq 1,4 \times 10^5$

- $ISC \geq 80\%$ para $1,4 \times 10^5 < N \leq 3,1 \times 10^6$

- $ISC \geq 100\%$ para $N > 3,1 \times 10^6$

O material será compactado no laboratório, conforme ensaios DNER ME 129/94, na energia intermediária ($N \leq 3,1 \times 10^6$) ou modificada ($N > 3,1 \times 10^6$), para atender os valores fixados no item "c".

- A porcentagem de material que passa na peneira nº 200 não deve ultrapassar 2/3 da porcentagem que passa na peneira nº 40.

Tabela 1 – Faixas Granulométricas Brita Graduada

| Peneira de Malha Quadrada | | % em Massa passando | | | | |
|---------------------------|-------|---------------------|-------|-------|--------|------------|
| ASTM | mm | A | B | C | D | Tolerância |
| 2" | 50,0 | 100 | 100 | - | - | ±7 |
| 1½" | 37,5 | 90-100 | - | - | - | ±7 |
| 1" | 25,0 | - | 82-90 | 100 | 100 | ±7 |
| ¾" | 19,0 | 50-68 | - | - | - | ±7 |
| 3/8" | 9,5 | 30-46 | 60-75 | 50-85 | 60-100 | ±7 |
| Nº 4 | 4,8 | 20-34 | 45-60 | 35-65 | 50-85 | ±5 |
| Nº 10 | 2,0 | - | 32-45 | 25-50 | 40-70 | ±5 |
| Nº 40 | 0,42 | 4-12 | 22-30 | 15-30 | 25-45 | ±5 |
| Nº 200 | 0,075 | 1-4 | 10-15 | 5-15 | 5-20 | ±2 |



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

4. EQUIPAMENTOS

O conjunto de equipamentos deverá ser capaz de executar os serviços desta norma nos prazos fixados no cronograma contratual e deverá compreender, no mínimo:

- a) Caminhões basculantes;
- b) Pá carregadeira;
- c) Irrigadeira de no mínimo 5.000 litros, equipada com motobomba, capaz de distribuir água sob pressão regulável e uniformemente;
- d) motoniveladora com escarificador;
- e) Vibro-acabadora;
- f) Equipamentos de compactação, constituídos por rolos compactadores do tipo liso vibratório, pneumáticos de pressão regulável,
- g) Régua de madeira ou metálica, com arestas vivas e 3,0 metros de comprimento;
- k) Pequenas ferramentas, tais como pás, enxadas, garfos, rastelos, etc.

Outros equipamentos, desde que aprovados pela fiscalização, poderão ser utilizados.

5. EXECUÇÃO

5.1 Condições físicas da camada de Apoio da Base

- a) A camada sobre a qual será executada a Sub-base ou Base de Brita graduada deverá ter sido executada de acordo com as condições fixadas pelas especificações da NOVACAP;
- b) Caso a execução da camada de sub-base ou base de Brita graduada não se efetue logo após a execução da camada de apoio subjacente e de modo especial, quando a mesma estiver exposta à chuvas, devem ser efetuadas nesta camada de apoio, as seguintes determinações:



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

- b1) Teor de umidade, deverá ser em torno do teor de umidade ótimo (hot) de compactação, extrapolando o intervalo de: $\pm 2,0\% w_{ot}$. Se o teor de umidade for superior, a camada deverá secar até que as condições de umidade satisfaçam o indicado;
- b2) Grau de compactação deverá atender as exigências indicadas no controle de recebimento dessa camada. As regiões, nas quais o grau de compactação for inferior ao limite necessário, deverão ser reconstituídas antes da execução da camada de base.
- b3) Após a execução da camada de apoio da base e sua aprovação pelo laboratório da NOVACAP, esta deverá ser forrada.
- c) O grau de compactação da camada de apoio da base é de 100%, de acordo com a energia de compactação da camada executada, ou seja, se de regularização e compactação do subleito, de reforço ou de sub-base.

5.2 Considerações Gerais

As seguintes recomendações de ordem geral são aplicadas a execução de camada de Sub-base ou Base:

- a) Não será permitida a execução dos serviços durante dias de chuva;
- b) O confinamento lateral da camada de base é dado pela “caixa existente” na profundidade correspondente à sua posição.

5.3 Preparo da Superfície

Eventuais defeitos da superfície da camada subjacente deverão ser necessariamente reparados antes da execução da base, assim como esta superfície deverá estar perfeitamente limpa, isenta de pó, lama e demais agentes prejudiciais, desempenada e com as declividades estabelecidas no projeto, além de ter sido aprovada pelo laboratório e fiscalização da NOVACAP.

5.4 Execução da Camada de Sub-base ou Base de Brita Graduada

A distribuição da brita graduada deve ser feita com vibro-acabadora, capaz de distribuir a brita graduada em espessura uniforme, sem produzir segregação, e de forma a evitar conformação adicional da camada.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

A compactação será executada com o teor de umidade dentro dos limites para os quais se verifica o valor mínimo do ISC especificado pelo projeto. As tolerâncias admitidas para o teor de umidade de compactação serão de $\pm 2\%$ da umidade ótima.

A espessura mínima da camada de base será de 10cm, após a compactação. Quando o projeto fixar a camada de base com espessura final superior a 20cm, esta será subdividida em camadas parciais, desde que nenhuma delas tenha espessura, após compactada, menor que 10 cm.

Para cada 100m de pista deve-se verificar o teor de umidade (DNER ME 052/94) do material, para início da compactação, sendo que é admitida a variação de $\pm 2\%$ em relação à umidade ótima de compactação.

A energia de compactação a ser adotada deve ser a intermediária para $N \leq 3,1 \times 10^6$ e a modificada para $N \geq 3,1 \times 10^6$ e deve ser adotada na determinação da densidade seca máxima e umidade ótima de compactação, conforme DNER ME 049/94. O grau de compactação deverá ser, no mínimo, 100% em relação à massa específica aparente seca máxima, obtida segundo o método adotado.

O acabamento deve ser executado pela ação conjunta de motoniveladora e de rolos de pneus e liso vibratório.

A sub-base ou base de brita graduada não deve ser submetida à ação do tráfego, devendo ser imprimada imediatamente após sua liberação, de forma que a camada já liberada não fique exposta à ação de intempéries que prejudiquem a sua qualidade.

6- CONDIÇÕES AMBIENTAIS

6.1 Obrigações da Contratada na execução da obra

- a) Atender às recomendações contidas nas licenças ou autorizações ambientais;
- b) Seguir as recomendações dos Planos de Controle Ambiental (PCA), quando existir;
- c) Implantar sinalização de segurança de acordo com as normas pertinentes aos serviços;



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

- d) Em caso de necessidade de corte de árvores, deve ser obtida autorização do órgão ambiental competente e quando da execução dos serviços deve-se atender aos critérios estipulados pelo órgão ambiental constante na autorização;
- e) Canteiros de obras, estradas de serviço, entre outros, devem ser dispostos em áreas próprias, evitando-se a execução em áreas de preservação permanente ou áreas de proteção ambiental;
- f) Resíduos de lubrificantes ou combustíveis utilizados pelos equipamentos, seja na manutenção ou operação, devem ser recolhidos em recipientes adequados e ter destinação apropriada;
- g) Apresentar plano de resíduos de construção e providenciar destino final adequado aos resíduos produzidos na obra.

6.2. Obrigações da Contratada na exploração de jazidas

- a) O material utilizado deverá ser de jazida licenciada.

7. CONTROLE

7.1. Controle dos Materiais

- a) desgaste no ensaio de Abrasão Los Angeles inferior a 50% (DNER –ME 035/98) – um ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material;
- b) equivalente de areia do agregado miúdo, superior a 55% (DNER-ME 54/97) - um ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material;
- c) índice de forma superior a 0,5 e porcentagem de partículas lamelares inferior a 10% (NBR 6954) - um ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material;
- d) perda no ensaio de durabilidade, em cinco ciclos, com solução de sulfato de sódio inferior a 20% e com sulfato de magnésio inferior a 30%;



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

- e) Um ensaio de compactação, (DNER ME 129/94) segundo o método adotado para a determinação da massa específica aparente seca máxima, para no máximo 500m de pista, em qualquer ponto da seção transversal, desde que não haja alteração de material;
- f) Granulometria (NBR NM 248/2003) com espaçamento máximo de 500m ou quando houver variação do material;
- g) Um ensaio de ISC (DNER ME 049/94) com espaçamento máximo de 500m, na energia indicada no projeto. Caso os materiais sejam homogêneos, a frequência poderá ser reduzida para uma amostra para cada 1000 m.

7.2. Controle de execução dos serviços

- a) Verificação do teor de umidade pelo método DNER ME 052/94 , com umidímetro Speedy ou similar, em cada camada, à razão de uma determinação para cada 100 m de pista, ou no mínimo 3 determinações em amostras representativas de toda a espessura da camada e colhidas após conclusão das operações de umedecimento e homogeneização, para decidir se é possível, ou não iniciar a compactação;
- b) Determinação da massa específica aparente seca, obtida "in situ", pelo processo do frasco de areia e segundo o método DNER ME 092/94, amostras retiradas na profundidade de, no mínimo, 75% da espessura da camada, à razão de, no mínimo, uma determinação para cada 100m de extensão de camada compactada ou no mínimo 3 determinações, e referido à massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio de compactação realizado pelo método DNER ME 129/94;
- c) Registro do número de passadas dos rolos compactadores, de modo a assegurar a obtenção do grau de compactação;

8. ACEITAÇÃO

As bases sub-base de brita graduada, serão recebidas:



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

- a) No que respeita à espessura e à conformação final da superfície, se não forem encontradas diferenças maiores que 15% da espessura do projeto, em qualquer ponto da base;
- b) No que respeita ao grau de compactação, calculado com base na massa específica aparente seca "in situ", determinada pelo método DNER ME 092/94, se não for obtido nenhum valor menor que 100%.

Os trechos da base que não apresentarem devidamente compactados, deverão ser escarificados e os materiais pulverizados e recompactados.

9. MEDIÇÃO E PAGAMENTO

A medição só será aceita pela fiscalização quando os laudos do laboratório da NOVACAP atestarem que as espessuras, densidades e graus de compactação e outros itens estiverem em conformidade com esta especificação e com o projeto.

A camada de base será medida por metro cúbico de material compactado, na pista, e segundo, a seção transversal do projeto, conforme Critério de Medição e Pagamento da NOVACAP. A espessura, a densidade e grau de compactação da camada deverão ser calculadas pela média verificada em campo, e será determinada pelo laboratório da NOVACAP.

Para fins de pagamento, quando a média for inferior à espessura de projeto, será considerado como espessura da camada a média determinada e quando a média for superior será considerada a espessura do projeto.

O pagamento será feito com base no preço unitário apresentado para esse serviço, incluindo as operações de limpeza e expurgo de ocorrência de materiais, escavação, transporte, espalhamento, mistura e pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento da camada de base, conforme Critério de Medição e Pagamento da NOVACAP.

10. BIBLIOGRAFIA



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

ABNT NBR NM 248:2003 Agregados - Determinação da composição granulométrica.

_____. NBR 6954. Lastro – Padrão – Determinação da forma do material. Rio de Janeiro, 1989.

DNER – DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. Especificações gerais para obras rodoviárias do DNER: pavimentos flexíveis. Rio de Janeiro: DNER, 1997.

_____.DNER ME 089. Agregados – avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio. Rio de Janeiro, 1994.

_____.DNER ME 035/98:agregados: determinação de abrasão Los Angeles. Rio de Janeiro, 1998.

_____.DNER ME 049/94: Solos – determinação do índice de suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas

_____.DNER ME 052/94 – Solos e agregados miúdos – determinação da umidade com emprego do “Speedy”: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994.

_____.DNER ME 054/97: equivalente de areia. Rio de Janeiro 1997.

_____.DNER ME 129/94: Solos – compactação utilizando amostras não trabalhadas: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA IMPRIMAÇÕES BETUMINOSAS – ESP 06



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

1- INTRODUÇÃO

Esta especificação de serviço define os critérios da utilização de imprimações betuminosas em camadas de pavimentos, de obras sob a jurisdição da NOVACAP e e substitui qualquer especificação ou norma anterior sobre o assunto.

2. DESCRIÇÃO

Os serviços aos quais se refere a presente especificação consistem no fornecimento, carga, transporte e descarga do material betuminoso, eventualmente de melhorador de adesividade, de mão-de-obra e equipamentos necessários à execução e controle de qualidade de imprimações betuminosas de diversos tipos, de conformidade com a norma apresentada a seguir e detalhes executivos contidos no projeto ou em instruções da Fiscalização.

As imprimações podem ser de dois tipos:

- a) Impermeabilizante - consiste na aplicação de uma camada de material betuminoso sobre a superfície de uma camada de pavimento concluída, objetivando: aumentar a coesão da superfície, pela penetração do material betuminoso; impermeabilizar a camada e, promover condições de aderência entre a base e a camada asfáltica a ser sobreposta.
Deve ser executada com materiais que possuem baixa viscosidade na temperatura de aplicação, e cura suficientemente demorada;
- b) Ligante - consiste na aplicação de uma camada de material betuminoso sobre a superfície de uma camada de pavimento, antes da execução de um revestimento betuminoso, objetivando: promover a aderência entre este revestimento e a camada imprimada.
Deve ser executada com materiais que possuem alta viscosidade, na temperatura de aplicação e cura ou ruptura rápida.

3. MATERIAIS

3.1. Materiais para Imprimação Impermeabilizante

Deverão ser empregados asfaltos diluídos de cura média, dos tipos CM-30 e CM-70, satisfazendo as exigências contidas na ANP (2007).



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

A temperatura de aplicação deverá ser escolhida de modo a ser obtida viscosidade Saybolt-Furol entre 20 e 60 segundos (DNER ME 004/94).

3.2. Materiais para Imprimação Ligante

Poderão ser empregados:

- a) Emulsões betuminosas catiônicas, tipo RR-1C, RR-2C, RM-1C e RM-2C satisfazendo as exigências contidas na ANP (2007);
- b) Outros materiais, desde que autorizados pela Fiscalização e atestado pelo laboratório da NOVACAP.

A temperatura de aplicação deverá ser escolhida de modo a ser obtida viscosidade Saybolt-Furol entre 25 e 100 segundos (DNER ME 004/94).

3.3. Taxas de Aplicação

Para fins orientativos de aplicação admitir-se-á o consumo de materiais indicados no quadro a seguir:

Quadro I – Tipos e Taxas de Imprimação

| TIPO DE IMPRIMAÇÃO | QUANTIDADES (l/m ²) |
|--------------------|---------------------------------|
| Impermeabilizante | 0,8 a 1,2 |
| Ligante Residual | 0,4 a 0,6 |

Para cada caso específico de material a ser utilizado e tipo de superfície sobre a qual será executada a imprimação, as taxas de projeto deverão ser fixadas através de dosagem nos primeiros panos.

4. EQUIPAMENTO

O equipamento deverá ser capaz de executar os serviços especificados nesta norma dentro dos prazos fixados no cronograma contratual, e deverá compreender:

- a) Recipientes para armazenamento de material betuminoso. No caso de asfaltos diluídos os recipientes devem ser equipados com dispositivos para aquecimento e instalados de modo a evitar a entrada de água;
- b) Equipamento de limpeza consistindo em vassouras manuais e mecânicas e equipamentos capazes de produzir jatos de ar e de água;



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

- c) Distribuidores de material betuminoso, com sistema de aquecimento, bomba de pressão regulável, barra de distribuição com circulação plena e dispositivos para regulagem horizontal e vertical, bicos de distribuição calibrados para aspersão em leque, tacômetro, manômetros de fácil leitura, mangueira de operação manual para aspersão em lugares inacessíveis à barra;
- d) Pequenas ferramentas e utensílios tais como, regadores tipo "bico de pato", bandejas, etc.

Se o equipamento não satisfizer as condições mínimas para sua utilização, será rejeitado pela Fiscalização.

Outros equipamentos, a critério da Fiscalização, poderão ser utilizados, desde que aprovados pela mesma.

5. EXECUÇÃO

5.1. Serviços Preliminares

Antes de iniciar a distribuição do material betuminoso, o empreiteiro deverá providenciar, o que for necessário, para evitar que o material espargido atinja guias, sarjetas, guarda-rodas, calçadas, guarda-corpos, etc.

Durante todo o tempo que durar os serviços, até o recebimento da camada de rolamento, a imprimadura será protegida contra ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-la. É obrigação da empreiteira a responsabilidade desta conservação.

Não será permitido nenhum trânsito sobre a imprimadura concluída, enquanto ela não estiver seca.

Toda a sinalização de trânsito para eventuais desvios de tráfego ou interrupção de vias, exigidas pela Fiscalização visando a segurança, serão de responsabilidade da empreiteira.

5.2. Limpeza de Superfície

A superfície sobre a qual será executada a imprimação deverá ser varrida com vassoura manuais ou mecânicas, de modo a remover materiais estranhos, tais como solos, poeira e materiais orgânicos. Se ainda existir poeira após a varredura, a limpeza



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

deverá prosseguir com jatos de ar ou de água desde que não existam fendas ou depressões capazes de recolher e reter a água utilizada. Por esse motivo, a Fiscalização deverá ser consultada sobre o procedimento a adotar.

5.3. Condições Atmosféricas

A aplicação do material betuminoso não deverá ser executada, quando as condições atmosféricas forem desfavoráveis.

5.4. Regulagem da Barra de Distribuição

Antes de iniciar a distribuição do material betuminoso, deverão ser medidas, e comparadas entre si, as vazões dos bicos da barra de distribuição.

Recomenda-se o emprego de caixas metálicas de base retangular e cerca de 15 cm de altura. O comprimento das caixas será igual à distância entre os bicos. A largura será de cerca de 30 cm. Serão utilizadas tantas caixas quanto forem os bicos. A barra será fixada na altura provável de operação normal. As caixas serão apoiadas no solo e encostadas umas às outras, de modo que os centros coincidam com as verticais que passam pelos bicos.

O material betuminoso será espargido sobre as caixas até que na caixa mais cheia, atinja a altura de cerca de 10 cm. Medem-se as alturas de material betuminoso em todas as caixas. Calcula-se a média aritmética das alturas das medidas. Substituem-se os bicos responsáveis pelo enchimento das caixas nas quais forem medidas alturas que difiram de mais de 10%, para mais ou menos, da altura média calculada. Repete-se o teste com os novos bicos e procede-se da forma descrita, até que se obtenha um conjunto de bicos que satisfaça a condição de uniformidade de aspersão acima estabelecida. A critério do empreiteiro, as caixas poderão ser subdivididas em compartimentos iguais e estanques, de modo a facilitar a identificação dos bicos responsáveis pelas desuniformidades de distribuição.

5.5. Aquecimento do Material Betuminoso

A distribuição do material betuminoso não poderá ser iniciada enquanto não for atingida e mantida, no material existente dentro do veículo distribuidor, a temperatura necessária à obtenção da viscosidade adequada à distribuição.

5.6. Distribuição



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

O veículo distribuidor deverá percorrer a extensão a ser imprimada em velocidade uniforme, segundo trajetória eqüidistante do eixo da pista. O tacômetro, os manômetros e os termômetros deverão estar em perfeitas condições de funcionamento. Os operadores do veículo e da barra de distribuição deverão estar devidamente treinados.

A distribuição será executada com a mangueira de operação manual, sempre que a superfície a imprimir, em virtude da sua forma (trechos de largura variável) ou de suas dimensões, não permitir a utilização da barra de distribuição. Nas fendas a aplicação será executada com o regador tipo "bico de pato".

5.7. Proteção dos Serviços

Durante todo o tempo necessário às operações construtivas, à cura ou ruptura do material betuminoso e até o recobrimento da imprimação com outra camada de pavimento, os serviços executados ou em execução deverão ser protegidos, por responsabilidade da Empreiteira, contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los.

5.8. Abertura ao Trânsito

As imprimações impermeabilizantes e ligantes não deverão ser submetidas à ação direta das cargas e da abrasão do trânsito. No entanto, a Fiscalização poderá, a seu critério e excepcionalmente, autorizar o trânsito sobre:

a) Imprimações impermeabilizantes curadas;

b) Imprimações ligantes, em locais de cruzamento com outras vias, desde que a imprimação seja coberta por espessa camada de areia, capaz de evitar o afloramento e a conseqüente remoção do material ligante.

6- CONDIÇÕES AMBIENTAIS

6.1 Obrigações da Contratada na execução da obra

a) Atender às recomendações contidas nas licenças ou autorizações ambientais;

b) Implantar sinalização de segurança de acordo com as normas pertinentes aos serviços;



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

- c) Deve-se evitar que o material betuminoso atinja guias, sarjetas, guarda-rodas e o sistema de drenagem pluvial;
- d) Resíduos de lubrificantes ou combustíveis utilizados pelos equipamentos, seja na manutenção ou operação, devem ser recolhidos em recipientes adequados e ter destinação apropriada;
- e) Na desmobilização da atividade, remover os depósitos de ligante, efetuar a limpeza do local e recompor a área afetada pelas atividades.

7-CONTROLE

7.1. Controle Tecnológico dos Materiais para cada carregamento

- a) Ensaio de viscosidade Saybolt Furol (DNER ME 004/94), a diferentes temperaturas para o estabelecimento da relação viscosidade x temperatura;
- b) ensaio do ponto de fulgor e combustão (DNER ME 148/94);
- c) ensaio de destilação para os asfaltos diluídos (DNER ME 012/94) para verificação da quantidade de solvente.

7.2. Controle de Execução

- a) Controle da temperatura do ligante asfáltico antes da aplicação, a fim de verificar se satisfaz ao intervalo de temperatura definido pela relação viscosidade x temperatura;
- b) Controle de quantidade de material aplicado consistindo na determinação e no registro das taxas de aplicação dos materiais betuminosos (l/m^2), com área no máximo de $4000m^2$ devem ser feitas 5 determinações. As quantidades de aplicação poderão ser determinadas de acordo com as seguintes alternativas:
 - Pesando o veículo distribuidor, antes e depois da aplicação;
 - Determinando a quantidade de material consumida, por intermédio da diferença de leitura da régua, aferida e graduada em litros, que acompanha o veículo distribuidor;



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

- Pelo método da bandeja que deve ser utilizado somente nos locais em que a distribuição do material se realizou com a barra espargidora.

8 - ACEITAÇÃO

As imprimações dos diversos tipos, executadas de conformidade com as especificações contidas nesta norma e no projeto, serão recebidas no que diz respeito a distribuição e ao alinhamento, se não existirem falhas nem diferenças de taxas de aplicações, relativamente às especificadas maiores que $0,1 \text{ l/m}^2$.

9- MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Os serviços recebidos serão medidos em metros quadrados de imprimação, conforme Critério de Medição e Pagamento da NOVACAP.

O pagamento será feito, após a aceitação e medição dos serviços executados, com base nos preços unitários contratuais, os quais representarão a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

10- BIBLIOGRAFIA

ANP 2007. Especificação Brasileira de Asfalto Diluído.

DNER – DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. Especificações gerais para obras rodoviárias do DNER: pavimentos flexíveis. Rio de Janeiro: DNER, 1997.

_____. DNER ME 004/94: Material Betuminoso. Determinação da Viscosidade Saybolt Furol a alta temperatura – Método da Película delgada – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1998.

_____. DNER ME 012/94: Asfalto Diluído – destilação – Método de Ensaio, Rio de Janeiro, 1994.

DNER ME 148/94 Material Betuminoso – Determinação do Ponto de Fulgor e Combustão.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL



GDF

Juntos por um novo DF

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA EXECUÇÃO DE CAPA SELANTE – ESP 10



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL



GDF

Juntos por um novo DF

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

1 - INTRODUÇÃO

Esta especificação de serviço define os critérios que orientam a execução da Capa Selante em obras sob a jurisdição da NOVACAP e substitui qualquer especificação ou norma anterior sobre o assunto.

2 – DESCRIÇÃO

Os serviços consistem no fornecimento, carga, transporte e aplicação dos materiais, compreendendo agregado mineral (areia/pó oriundos de britagem mineral) e material betuminoso e compreendem também a mão de obra e os equipamentos indispensáveis a execução e controle de qualidade da capa selante, de conformidade com a especificação apresentado a seguir e detalhes executivos, contidos no projeto.

A camada de capa selante, consiste no espalhamento uniforme do material (agregado mineral miúdo) areia lavada e/ou pó de pedra proveniente de britagem, sobre a pintura de material betuminoso (aplicada diretamente sobre um revestimento betuminoso de textura aberta, desgastada ou recém construído como por exemplo tratamento superficial.

Todo o carregamento de ligante betuminoso que chegar à obra deve apresentar por parte do fabricante/distribuidor certificado de resultados de análise dos ensaios de caracterização exigidos pela especificação, além de indicação clara da procedência, do tipo e quantidade do seu conteúdo.

3- MATERIAIS

3.1. Materiais Betuminosos

É recomendável o emprego dos seguintes materiais:

- Emulsão asfáltica de ruptura rápida tipo RR-2C (DNER EM 369/97)
- Emulsão asfáltica polimerizada por SBR (DNER EM 369/99).

O emprego de outros ligantes pode ser admitido desde que tecnicamente justificado e com aprovação da NOVACAP.

3.2. Agregados

Os agregados minerais podem ser areia lavada de rio e/ou oriunda de produtos de britagem. Devem constituir de partículas limpas, duras, duráveis, isentas de matéria orgânica e torrões de argila, apresentando as seguintes características:

- a) O equivalente de areia (DNER-ME 54-97) de cada fração componente do agregado miúdo (pó-de-pedra e/ou areia) deverá ser igual ou superior a 60%;

**DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO*****Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.***

- b) Apresentar desgaste abrasão Los Angeles igual ou inferior a 50% (DNER ME 035/98);
- c) Apresentar adesividade satisfatória (DNER ME 059/94).

De acordo com as rochas matrizes principais e em função dos tipos de conjuntos de britagem, instalados nas pedreiras, usualmente, os produtos britados apresentam as seguintes características:

Quadro I – Composição granulométrica dos produtos de britagem

| Peneiras de malha quadrada | | Porcentagem passando, em peso | | |
|----------------------------|---------------|-------------------------------|-------------|-----------------------|
| ABNT | Abertura (mm) | Pedrisco | Pó de pedra | Pedrisco+ pó de pedra |
| 3/8" | 9,5 | 100 | 100 | 100 |
| Nº 4 | 4,8 | 40-50 | 95-100 | 80-100 |
| Nº 10 | 2,0 | 5-10 | 65-80 | 60-80 |
| Nº 40 | 0,42 | 2-8 | 30-40 | 15-30 |
| Nº 80 | 0,18 | 2-5 | 18-30 | 10-20 |
| Nº 200 | 0,074 | 0-2 | 12-25 | 5-12 |

Quadro II – Composição granulométrica das areias média e grossa

| Peneiras de malha quadrada | | Porcentagem passando, em peso | |
|----------------------------|---------------|-------------------------------|--------------|
| ABNT | Abertura (mm) | Areia média | Areia grossa |
| Nº 4 | 4,8 | 95-100 | 95-100 |
| Nº 10 | 2,0 | 85-100 | 60-70 |
| Nº 40 | 0,42 | 40-60 | 18-30 |
| Nº 80 | 0,18 | 0-10 | 5-12 |
| Nº 200 | 0,074 | 0-2 | 0-2 |

3.3. Dosagem

Não é possível uma dosagem racional da capa selante, por método direto ou indireto, devido a sua natureza e a influência preponderante das características da superfície a ser tratada. Geralmente, usam-se taxas de agregado e de ligante asfáltico estabelecidos pela experiência, conforme valores demonstrados a seguir:

Quadro III: Taxas aplicadas e materiais utilizados

| Taxas | Tratamentos superficiais recém construídos | Misturas asfálticas densas, desgastadas superficialmente e moderadamente trincadas | Misturas asfálticas a frio abertas ou semi densas | Misturas asfálticas, muito desgastadas superficialmente e moderadamente trincadas |
|---------------------------------------|--|--|---|---|
| Agregado miúdo | 2 a 4 kg/m ² | 2 a 3 kg/m ² | 3 a 5 kg/m ² | 4 a 6 kg/m ² |
| RR-2C, pura | 0,5 l/m ² | - | 0,8 l/m ² | - |
| RR-2C, diluída em água para aplicação | 1,01 l/m ² | - | 1,0 l/m ² | - |
| RR com polímero | - | 0,6 a 0,7 l/m ² | 0,7 l/m ² | 0,8 a 1,0 l/m ² |



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL



GDF

Juntos por um novo DF

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

A Contratada, antes de iniciar os serviços, apresentará traço de dosagem ao laboratório da NOVACAP, especificando taxas e materiais a serem utilizados. A Contratada executará trecho experimental, para que a fiscalização e o laboratório da NOVACAP possam conferir a execução e a qualidade do traço de dosagem apresentado.

4. EQUIPAMENTOS

Todo o equipamento, antes do início da execução da obra, deverá ser examinado pela fiscalização, devendo estar com esta especificação, sem o que não será dada a ordem de serviço.

Os carros distribuidores do material betuminoso, especialmente construídos para esse fim, devem ser providos de dispositivos de aquecimento e de rodas pneumáticas, dispor de tacômetro, calibradores e termômetros, em locais de fácil acesso, e, ainda, disporem de um espargidor manual, para o tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas. Os rolos compressores devem ser do tipo tandem ou, de preferência, pneumáticos, autopropulsores. Os rolos compressores tipo tandem devem ter uma carga, por centímetro de largura de roda, não inferior a 25 kg e não superior a 45 kg. Seu peso total não será superior a 10 toneladas. Os rolos pneumáticos, autopropulsores, deverão ser dotados de pneus que permitem a calibragem de 35 a 120 libras por polegadas quadrada.

Os distribuidores de agregados, rebocáveis ou automotrizes, devem possuir dispositivos que permitam uma distribuição homogênea da quantidade de agregados fixados na projeto.

5. EXECUÇÃO

Não será permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação, durante os dias de chuvas, nem quando a temperatura ambiente for inferior a 10°C.

O material betuminoso não deve ser aplicado sobre superfícies com excesso de água.

A temperatura de aplicação do material betuminoso deverá ser determinada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura-viscosidade. Será escolhida a temperatura que proporcionará a melhor viscosidade para o espalhamento. No espargimento, devem ser observados os seguintes limites: emulsão asfáltica RR-2C: viscosidade Saybolt-Furol na faixa de 150 a 300 segundos, na temperatura de ensaio de 50°C; emulsão asfáltica polimerizada: viscosidade Saybolt-Furol de 35 a 80 segundos, na temperatura de ensaio de 50°C.

No caso de utilização de melhorador de adesividade, exige-se que este seja adicionado ao ligante betuminoso, no canteiro da obra, obrigando-se sempre a circulação



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL



DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

Juntos por um novo DF

da mistura ligante betuminoso-ativo. Preferencialmente, deve-se fazer esta mistura com a circulação do ligante betuminoso, no caminhão.

Antes de serem iniciadas as operações de execução da capa selante, proceder-se-á a uma varredura da pista, eliminando-se todas as partículas de pó.

Os materiais betuminosos são aplicados de uma só vez em toda a largura a ser tratada, ou, no máximo, em, duas faixas. A aplicação será feita de modo a assegurar uma boa junção entre duas aplicações adjacentes. O distribuidor deve ser ajustado e operado, de modo a distribuir o material uniformemente sobre a largura determinada. Depósitos excessivos de material betuminoso devem ser prontamente eliminados.

Imediatamente após a aplicação do material betuminoso, o agregado especificado deve ser uniformemente espalhado será realizado pelo equipamento especificado. Quando necessário, para garantir uma cobertura uniforme, a distribuição poderá ser completada por processo manual adequado. Excesso de agregado deve ser removido antes da compressão.

A extensão de material betuminoso aplicado deve ficar condicionada à capacidade de cobertura imediata com agregado. No caso de paralisação súbita e imprevista do carro- distribuidor de agregados, o agregado será espalhado na superfície já coberta com o material betuminoso.

O agregado deve ser comprimido em sua largura total, o mais rápido possível após a sua aplicação. A compressão deve começar pelos bordos e progredir para o eixo nos trechos em tangente e, nas curvas, deverá progredir sempre do bordo mais baixo para o bordo mais alto, sendo cada passagem do rolo coberta, na vez subsequente de, pelo menos, a metade da largura deste. O trânsito pode ser permitido, sob controle, após a compressão do agregado.

O trânsito não será permitido quando da aplicação do material. Só deverá ser aberto após a compressão terminada. De 5 a 10 dias, após abertura ao trânsito, deverá ser feita uma varredura dos agregados não fixados pelo ligante.

6. CONDIÇÕES AMBIENTAIS

6.1 Obrigações da Contratada na execução da obra

- a) Atender às recomendações contidas nas licenças ou autorizações ambientais;
- b) Implantar sinalização de segurança de acordo com as normas pertinentes aos serviços;
- c) Deve-se evitar que o material betuminoso atinja guias, sarjetas, guarda-rodas e o sistema de drenagem pluvial;



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL



DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

- d) Resíduos de lubrificantes ou combustíveis utilizados pelos equipamentos, seja na manutenção ou operação, devem ser recolhidos em recipientes adequados e ter destinação apropriada;
- e) Os depósitos de CAP devem estar afastados de cursos d'água.

6.2 Obrigações da Contratada na exploração de jazidas

- a) o material somente será aceito após a executante apresentar licença de operação vigente da jazida.

7- CONTROLE

Todos os materiais deverão ser examinados em laboratório, obedecendo à metodologia indicada e satisfazer as especificações em vigor.

7.1. Controle de qualidade do Material Betuminoso

O controle de qualidade da emulsão asfáltica RR-2C para cada carregamento que chegar a obra, constará do seguinte:

- a) 1 ensaio de viscosidade Saybolt-Furol, (DNER ME 004/94);
- b) 1 ensaio de resíduo por evaporação, (NBR 14376/99);
- c) 1 ensaio de peneiramento (DNER ME 005/94).

O controle de qualidade da emulsão polimerizada com SBS ou SBR para cada carregamento que chegar a obra, constará do seguinte:

- a) 1 ensaio de viscosidade Saybolt-Furol, 25⁰C,s (DNER ME 004/94);
- b) 1 ensaio de resíduo a seco por evaporação, % em peso (NBR 14896/02);
- c) 1 ensaio de peneiramento, % em peso; (DNER ME 005/94);
- d) 1 ensaio de sedimentação, cinco dias, % em peso;
- e) 1 ensaio de penetração(DNER ME 003/94);
- f) 1 ensaio de recuperação elástica (NBR 15086/04).

7.2. Controle de Qualidade dos Agregados

O controle de qualidade dos agregados constará do seguinte:



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL



DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

Juntos por um novo DF

- a) Granulometria de acordo com a faixa apresentada a cada 500m de pista (DNER 083/94);
- b) O equivalente de areia (DNER-ME 54-97) de cada fração componente do agregado miúdo (pó-de-pedra e/ou areia) deverá ser igual ou superior a 60%, a cada 1000m de pista;
- c) Apresentar desgaste abrasão Los Angeles igual ou inferior a 50% (DNER ME 035/98);
- d) Apresentar adesividade satisfatória (DNER ME 059/94).

7.3. Controle de Temperatura de Aplicação do Ligante Betuminoso

A temperatura de aplicação deve ser a especificada para o tipo de material betuminoso em uso.

7.4. Controle de quantidade do Ligante Betuminoso

O controle de quantidade do material betuminoso, será feito mediante a pesagem do cano distribuidor, antes e depois da aplicação do material betuminoso. Não sendo possível a realização do controle por esse método admite-se as seguintes modalidades.

- a) Coloca-se na pista uma bandeja, de peso e área conhecidos. Mediante uma pesagem, após a passagem do carro distribuidor, tem-se a quantidade de material betuminoso usada;
- b) Utiliza-se uma régua de madeira, pintada e graduada, tal que forneça diretamente, por diferença de alturas do material betuminoso no tanque do carro distribuidor, antes e depois da operação, a quantidade do material consumido.

7.5. Controle da Qualidade e Uniformidade do Agregado

Devem ser feitos, para cada dia de operação, pelo menos dois controles da quantidade de agregado aplicado. Este controle é feito colocando-se na pista, alternadamente, recipientes de peso e área conhecidos. Por simples pesadas, após a passagem do distribuidor, ter-se-á quantidade de agregado realmente espalhada.

7.6. Controle de Uniformidade de Aplicação do Material Betuminoso

Deve ser feita uma descarga de 15 a 30 segundos, para que se possa controlar a uniformidade de distribuição. Esta descarga pode ser efetuar fora da pista, ou na própria pista, quando o carro distribuidor estiver dotado de uma calha, colocada abaixo da barra, para recolher o ligante betuminoso.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL



DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

Juntos por um novo DF

8- ACEITAÇÃO

Todos os ensaios devem atender aos requisitos especificados no item 7 desta especificação.

A superfície apresente-se desempenada e homogênea.

A quantidade de ligante, por aplicação, situe-se no intervalo de $\pm 15\%$, em relação à taxa de dosagem. Para a taxa total, admite-se de $\pm 8\%$ em relação ao projeto.

A quantidade total do agregado mineral situe-se no intervalo de $\pm 15\%$, em relação à taxa de dosagem.

9- MEDIÇÃO

A medição só será aceita pela fiscalização quando os laudos da NOVACAP atestarem que as taxas de ligantes e agregados e outros itens estiverem em conformidade com esta especificação e com o traço da dosagem apresentada pela Contratada.

A capa selante será medida através da área executada, em metros quadrados, conforme Critério de Medição e Pagamento da NOVACAP.

O preço remunera os custos unitários de todas as operações e encargos para a execução da capa selante, incluindo o armazenamento, perdas e transporte do material betuminoso, dos tanques de estocagem à pista, bem como a produção e o transporte dos agregados.

O material betuminoso será pago por tonelada aplicada, de acordo com a medição e/ou incluso no serviço por metro quadrado executado, a critério da fiscalização.

O pagamento será feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representará a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

10- BIBLIOGRAFIA

ABNT NBR 14736/99. Emulsões asfálticas – Determinação do resíduo por evaporação.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL



DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

Juntos por um novo DF

DNER – DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. Especificações gerais para obras rodoviárias do DNER: pavimentos flexíveis. Rio de Janeiro: DNER, 1997.

_____. DNER ME 004/94: Material asfáltico – determinação da viscosidade Saybolt-Furol a alta temperatura – método de ensaio, Rio de Janeiro, 1994.

_____. DNER ME 005/94 Emulsão asfáltica – determinação da peneiração.

_____. DNER ME 054/97: equivalente de areia. Rio de Janeiro 1997.

_____. DNER ME 083/98: Agregado – análise granulométrica: método de ensaio. Rio de Janeiro, IPR, 1998.

_____. DNER EM 369/97: Emulsões asfálticas catiônicas.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012. Juntos por um novo DF

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE SERVIÇOS DE LIMPEZA DO TERRENO – ESP 11



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012. Juntos por um novo DF

1 - INTRODUÇÃO

Esta especificação de serviço define os critérios que orientam os serviços de limpeza do terreno, em obras sob a jurisdição da NOVACAP e substitui qualquer especificação ou norma anterior sobre o assunto.

2- DESCRIÇÃO

Os serviços aos quais se refere a presente especificação consistem na remoção de todo material impróprio superficial para a construção de terraplenos ou de pavimentos, inclusive carga, transporte, descarga e esparrame deste material e compreendem também a mão-de-obra e os equipamentos indispensáveis à execução em conformidade com a especificação apresentada a seguir.

Os materiais impróprios que serão removidos consistem em arbustos, vegetação rasteira, capim, incluindo as raízes e os solos vegetais que as envolvem, além de entulhos que a fiscalização determinar. No caso em que o terreno seja constituído de grama ou capim, deverá ser realizada uma limpeza através da remoção do solo superficial numa espessura mínima de 10 cm.

3- EQUIPAMENTO

O conjunto de equipamentos deverá ser capaz de executar os serviços desta norma nos prazos fixados no cronograma contratual e deverá compreender, no mínimo:

- a) Caminhões para transporte dos materiais, com caçamba basculante;
- b) Pá carregadeira;
- c) Motoniveladora e/ou Trator de esteira;
- d) Pequenas ferramentas, tais como pás, enxadas, garfos, rastelos, etc.

Outros equipamentos, desde que aprovados pela fiscalização, poderão ser utilizados.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012. Juntos por um novo DF

4- EXECUÇÃO

A limpeza deverá ser realizada através de motoniveladora e/ou trator de esteira ou se possível diretamente através de pá carregadeira. O material impróprio resultante da limpeza deverá ser removido através de pá carregadeira e caminhões basculantes.

O material resultante da limpeza, com a terra vegetal, será depositado em local convenientemente designado pela fiscalização e, se necessário, reservando-o para sua reutilização futura no restabelecimento da vegetação nas áreas sujeitas a tratamento de revestimento vegetal.

5- CONDIÇÕES AMBIENTAIS

5.1. Obrigações da Contratada na execução da obra

- a) Atender às recomendações contidas nas licenças ou autorizações ambientais;
- b) Seguir as recomendações dos Planos de Controle Ambiental (PCA), quando existir;
- c) Implantar sinalização de segurança de acordo com as normas pertinentes aos serviços;
- d) Em caso de necessidade de corte de árvores, deve ser obtida autorização do órgão ambiental competente e quando da execução dos serviços deve-se atender aos critérios estipulados pelo órgão ambiental constante na autorização;
- e) Canteiros de obras, estradas de serviço, entre outros, devem ser dispostos em áreas próprias, evitando-se a execução em áreas de preservação permanente ou áreas de proteção ambiental;
- f) Resíduos de lubrificantes ou combustíveis utilizados pelos equipamentos, seja na manutenção ou operação, devem ser recolhidos em recipientes adequados e ter destinação apropriada;
- g) Apresentar plano de resíduos de construção e providenciar destino final adequado aos resíduos produzidos na obra.

6- CONTROLE



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012. Juntos por um novo DF

A principal atividade de controle para o serviço de limpeza será a inspeção visual, a qual deverá ser aplicada em todas as áreas.

Durante todo o tempo que durar os serviços, até o recebimento do aterro ou camadas do pavimento, eles serão protegidos contra ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da empreiteira a responsabilidade desta conservação.

Toda a sinalização de trânsito para eventuais desvios de tráfego ou interrupção de vias, exigidas pela fiscalização visando a segurança, serão de responsabilidade da empreiteira.

7- ACEITAÇÃO

O serviço será aceito caso satisfaça as exigências contidas nesta especificação.

8- MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Os serviços de limpeza do terreno serão medidos em metros quadrados sobre o plano horizontal de superfície na qual tenham sido efetivamente executados, conforme Critério de Medição e Pagamento da NOVACAP.

No preço unitário deverão estar incluídas todas as despesas de escavação, carga, transporte, descarga e esparramação, bem como as de administração, despesas indiretas, encargos diversos, etc.

9- BIBLIOGRAFIA

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DA NOVACAP.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



GDF

Juntos por um novo DF

Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA EXECUÇÃO DE CAMADA DE ATERRO PARA PAVIMENTO – ESP 13



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

1 - INTRODUÇÃO

Esta especificação de serviço define os critérios que orientam o fornecimento, escavação, transporte e compactação de solo selecionado para terraplenagem, aterro ou para troca de solo em pavimentos de obras sob a jurisdição da NOVACAP e substitui qualquer especificação ou norma anterior sobre o assunto.

2- DESCRIÇÃO

Os serviços aos quais se refere a presente especificação consistem no fornecimento, escavação, carga, transporte, descarga e compactação do solo selecionado, e compreendem também a mão-de-obra e os equipamentos indispensáveis à execução dos serviços em conformidade com a especificação apresentada a seguir e com detalhes executivos contidos no projeto.

3- MATERIAIS

Os solos empregados devem ser isentos de matéria orgânica e impurezas e possuir características superiores ou similares às do solo da superfície que irá receber o aterro, sendo imprescindível que:

- a) O índice de Suporte Califórnia (ISC), na energia normal ou de projeto, deve ser, no mínimo, similar ao ISC de projeto, relacionados ao número "N" de operação do eixo simples padrão de 8.2t, para o período de projeto (P=10 anos), de acordo com a DNER ME 049/94. O material será compactado no laboratório, conforme ensaios DNER ME 129/94.
- b) Possuam expansão máxima de 1% .

4- EQUIPAMENTOS

O conjunto de equipamentos deverá ser capaz de executar os serviços desta norma nos prazos fixados no cronograma contratual e deverá compreender, no mínimo:

- a) Caminhões para transporte dos materiais, com caçamba basculante;
- b) Pá carregadeira;
- c) Motoniveladora;



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

- d) Irrigadeira de no mínimo 5.000 litros, equipada com motobomba, capaz de distribuir água sob pressão regulável e uniformemente;
- e) Pulvimisturadora rebocável ou autopropelida ou grade de discos;
- f) Escarificador e grade de disco equipados com dispositivos para controle da profundidade de trabalho;
- g) Rolos compactadores capazes de produzir o grau de compactação e o acabamento especificado;
- h) Compactador vibratório portátil ou sapos mecânicos;
- i) Régua de madeira ou metálica, com arestas vivas e 3,0 metros de comprimento;
- j) Pequenas ferramentas, tais como pás, enxadas, garfos, rastelos, etc.

Outros equipamentos, desde que aprovados pela Fiscalização, poderão ser utilizados.

5- EXECUÇÃO

5.1. Condições Físicas da Superfície de Apoio

- a) Deve ser executada a limpeza do terreno da fundação do aterro produzindo uma superfície que esteja de acordo com a especificação NOVACAP ES-P 11;
- b) Mediante ordem da fiscalização, os serviços de aterro poderão ser precedidos de escavação, visando:
 - b.1) Formar degraus de apoio, se o terreno de fundação for inclinado e houver risco de escorregamento;
 - b.2) Formar degraus de apoio no talude de aterro, em caso de alargamento de aterros antigos.
- c) O teor de umidade, deverá ser menor em até 3% que o teor de umidade ótimo de compactação da camada superficial do subleito. Se o teor de umidade for superior, a camada deverá secar até que as condições de umidade satisfaçam o limite indicado;



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

- d)** O grau de compactação da camada de apoio do aterro deverá ser superior a 95%, com referência à densidade máxima do proctor normal.

As áreas cujo o grau de compactação for inferior ao limite necessário, deverão ser escarificadas e compactadas até que se atinja a densidade desejada antes da execução da primeira camada de aterro.

5.2. Distribuição

- a)** Não será permitida a execução dos serviços em dias de chuva;
- b)** A empreiteira executará as operações construtivas, de modo a evitar que os aterros ultrapassem as dimensões do projeto. A aplicação de material destinado ao aterro, fora dos seus limites, para quaisquer fins, tal como regularização do terreno, poderá ser executada, desde que autorizada pela fiscalização;
- c)** Desde as primeiras camadas do aterro, o material deverá ser distribuído uniformemente, em camadas de no máximo 20 centímetros de espessura de material solto;
- d)** Caso o teor de umidade de compactação não esteja dentro do limite $\pm 2\%$, sendo "hot" o teor ótimo determinado pelo ensaio de compactação executado de acordo com método DNER ME 129/94, na energia NORMAL, proceder as seguintes operações:
- d.1)** Quando o teor for superior, proceder-se-á a aeração do mesmo com equipamento adequado, até reduzi-lo àquele limite;
- d.2)** Quando o teor de umidade for inferior, será procedida a irrigação até alcançar aquele valor. Concomitantemente com a irrigação deverá ser executada a homogeneização do material a fim de garantir uniformidade de umidade.
- e)** O material umedecido e homogeneizado será distribuído de forma regular e uniforme em toda a largura do leito, de tal forma que após a compactação, sua espessura não exceda 20 cm;
- f)** Durante todo o tempo que durar a construção, até o recebimento do aterro, os materiais e os serviços serão protegidos contra ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da empreiteira a responsabilidade desta conservação;



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

- g) Toda a sinalização de trânsito para eventuais desvios de tráfego ou interrupção de vias, exigidas pela fiscalização visando a segurança, serão de responsabilidade da empreiteira.

5.3. Compactação e Acabamento

- a) A compactação deverá ser realizada através de equipamentos adequados ao tipo de solo, tais como: rolo pé-de-carneiro, pneumático ou vibratório e deverá progredir das bordas para o centro nos trechos retos e da borda mais baixa para a mais alta nas curvas, paralelamente ao eixo da faixa a ser implantada;
- b) Concluída a compactação do aterro, sua superfície deverá ser conformada com motoniveladora de modo que assuma a forma determinada pela seção transversal e demais elementos do projeto. Após obter seu acabamento através de equipamentos adequados, sua superfície final deve se apresentar isenta de partes soltas e fendas.

6- CONDIÇÕES AMBIENTAIS

6.1 Obrigações da Contratada na execução da obra

- a) Atender às recomendações contidas nas licenças ou autorizações ambientais;
- b) Seguir as recomendações dos Planos de Controle Ambiental (PCA), quando existir;
- c) Implantar sinalização de segurança de acordo com as normas pertinentes aos serviços;
- d) Em caso de necessidade de corte de árvores, deve ser obtida autorização do órgão ambiental competente e quando da execução dos serviços deve-se atender aos critérios estipulados pelo órgão ambiental constante na autorização;
- e) Canteiros de obras, estradas de serviço, entre outros, devem ser dispostos em áreas próprias, evitando-se a execução em áreas de preservação permanente ou áreas de proteção ambiental;
- f) Resíduos de lubrificantes ou combustíveis utilizados pelos equipamentos, seja na manutenção ou operação, devem ser recolhidos em recipientes adequados e ter destinação apropriada;



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

- g) Apresentar plano de resíduos de construção e providenciar destino final adequado aos resíduos produzidos na obra.

6.2 Obrigações da Contratada na exploração de jazidas

- a) o material somente será aceito após a executante apresentar licença de operação vigente da jazida de solo;
- b) em caso de exploração de jazida licenciada pela NOVACAP, a Contratada responsabiliza-se pela exploração da jazida de acordo com as condicionantes da licença ambiental.

7- CONTROLE

7.1. Controle Tecnológico do Solo Utilizado na Execução da Camada de Aterro

O solo deverá obedecer os seguintes requisitos:

$$\text{ISC} \geq \text{ISC}_{\text{PROJETO}}$$

$$\text{Expansão} \leq 1\%;$$

onde:

ISC projeto : valor do suporte preconizado no projeto para o aterro;

ISC : valor do ISC obtido para o solo do aterro.

Caso estas condições não sejam atendidas a Fiscalização deverá suspender os serviços.

7.2. Controle de Execução

7.2.1. Controle Geotécnico

- a) Três ensaios de compactação pelo método DNER ME 129/94, na energia normal, para cada 500 m de pista ou jazida de solo a ser utilizada no aterro, para determinação dos seguintes parâmetros: massa específica aparente seca máxima (γ máx.); umidade ótima (H_o).

No caso de ser observada a mudança das características do solo ao longo da jazida, proceder a execução de novos ensaios, para cada variação do solo.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

- b) Determinação do teor de umidade pelo método DNER ME 052/94, com umidímetro Speedy ou similar, em cada camada, à razão de uma determinação para cada 100m de pista, ou no mínimo 3 determinações em amostras representativas de toda a espessura da camada e colhidas após conclusão das operações de umedecimento e homogeneização, para decidir se é possível ou não, iniciar a compactação;
- c) Determinação da massa específica aparente seca, obtida "in situ", pelo processo do frasco de areia e segundo o método DNER ME 092/94, em amostras retiradas na profundidade de, no mínimo, 75% da espessura da camada, à razão de, no mínimo, uma determinação para cada 100m de extensão de camada compactada ou no mínimo 3 determinações.
- d) Ensaios de limite de liquidez, limite de plasticidade e de granulometria respectivamente, segundo os métodos DNER-ME 122/94, DNER-ME 82/96 e DNER-ME 80/94 com espaçamento máximo de 500m de pista.
- e) Um ensaio de ISC com espaçamento máximo de 500m, na energia indicada no projeto. Caso os materiais sejam homogêneos, a frequência poderá ser reduzida para uma amostra para cada 1000 m.

7.2.2. Controle Geométrico

- a) Determinação das cotas do eixo longitudinal do aterro, com medidas a cada 20 m;
- b) Determinação das cotas de projeto das bordas das seções transversais do aterro, com medidas a cada 20 m.

8- ACEITAÇÃO

O aterro executado em conformidade com esta especificação será recebido quando:

8.1. Recebimento com Base no Controle Tecnológico da Camada Executada

- a) O teor de umidade da camada executada deverá ser igual a $\pm 2\%$ do teor ótimo (hot) de compactação, obtido na energia de projeto;
- b) O grau de compactação, calculado a partir dos resultados obtidos nos ensaios referidos no item 5.2. alínea, a) e c), deverá atender ao seguinte requisito:



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

- não for obtido nenhum valor menor que 100%

Os trechos do aterro que não se apresentarem devidamente compactados, deverão ser escarificados, umidificados e recompactados.

8.2. Recebimento Com Base no Controle Geométrico

As cotas de projeto do eixo longitudinal do aterro não deverão apresentar variações superiores a 1,5 cm.

9- MEDIÇÃO

A medição só será aceita pela fiscalização quando os laudos do laboratório da NOVACAP atestarem que as espessuras, densidades e graus de compactação e o material utilizado no aterro estão em conformidade com o especificado nos itens 7.1 e 7.2 desta especificação e no projeto.

O aterro de solo importado devidamente acabado e na espessura determinada pela nota de serviço de terraplenagem, será medida e paga por preço unitário de metro cúbico executado, conforme Critério de Medição e Pagamento da NOVACAP.

No preço unitário deverão estar incluídas todas as despesas de aquisição, escavação, carga, transporte, descarga, espalhamento e compactação, bem como as de administração, despesas indiretas, encargos diversos, etc.

10- BIBLIOGRAFIA

DNER – DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. Especificações gerais para obras rodoviárias do DNER: pavimentos flexíveis. Rio de Janeiro: DNER, 1997.

_____.DNER ME 049/94: Solos – determinação do índice de suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas

_____.DNER ME 052/94 – Solos e agregados miúdos – determinação da umidade com emprego do “Speedy”: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994.

_____. DNER ME 080:solos – análise granulométrica por peneiramento: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

_____. DNER ME 082:solos – determinação do limite de plasticidade: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994.

_____. DNER ME 122:solos – determinação do limite de liquidez - método de referência e expedito do álcool: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994.

_____. DNER ME 129/94: Solos – compactação utilizando amostras não trabalhadas: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994.

_____. DNER ME 092:solos – determinação da massa específica aparente in situ, com emprego do frasco de areia: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



GDF

Juntos por um novo DF

Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SUBLEITO - ESP 14



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

1- INTRODUÇÃO

Esta especificação de serviço define os critérios de execução da camada de regularização e compactação do subleito do pavimento de obras sob a jurisdição da NOVACAP e substitui qualquer especificação ou norma anterior sobre o assunto.

2. DESCRIÇÃO

A presente especificação compreende as operações necessárias para a execução da regularização e compactação do subleito do pavimento, que consiste nos serviços de terraplenagem através de cortes e a conformação e compactação da camada final. Visa a obtenção da superfície final do subleito em condições adequadas para receber as demais camadas do pavimento, obedecendo as condições geométricas caracterizadas pelo alinhamento, perfis e seções transversais do projeto.

3. MATERIAIS

Antes da execução das camadas do pavimento, deve-se proceder à regularização do subleito e à sua compactação.

Em caso de aterro, os solos a serem utilizados deverão ter características uniformes e possuir qualidades iguais ou superiores às do material do subleito existente. Em qualquer caso, não será admitida a utilização de solos turfosos, micáceos ou que contenham substâncias orgânicas, ou que apresentem expansão superior à 1%.

As exigências acima não eximirão as firmas empreiteiras das responsabilidades futuras com relação às condições mínimas de resistência e estabilidade que o solo deverá satisfazer.

4. EQUIPAMENTOS

O conjunto de equipamentos deverá ser capaz de executar os serviços desta norma nos prazos fixados no cronograma contratual e deverá compreender, no mínimo:

- a)** Caminhões para transporte dos materiais, com caçamba basculante;
- b)** Pá carregadeira;
- c)** Motoniveladora ;



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

- d) Irrigadeira de no mínimo 5.000 litros, equipada com moto bomba, capaz de distribuir água sob pressão regulável e uniformemente;
- e) Pulvimisturadora rebocável ou autopropelida com grade de discos;
- f) Escarificador e grade de disco equipados com dispositivos para controle da profundidade de trabalho;
- g) Rolo compactador compatível com as características do material a ser compactado capaz de produzir o grau de compactação e o acabamento especificado;
- h) Compactador vibratório portátil ou sapos mecânicos;
- i) Régua de madeira ou metálica, com arestas vivas e 3,0 metros de comprimento;
- j) Pequenas ferramentas, tais como pás, enxadas, garfos, rastelos, etc.

Outros equipamentos, desde que aprovados pela Fiscalização, poderão ser utilizados.

5. EXECUÇÃO

5.1 Condições Físicas da Camada de Apoio

- a) Quando a elevação do greide se fizer em aterro inferior a 20 cm de espessura, a superfície do leito existente deverá ser previamente escarificada, de maneira a garantir uma perfeita ligação com a camada sobrejacente.
- b) A camada inferior ao subleito que será preparado não pode estar com excesso de umidade. Se o teor de umidade da superfície for superior a 3% em relação à umidade ótima, a camada superficial deverá ser escarificada para secar até que as condições de umidade satisfaçam o limite indicado. Se essa umidade for causada por contribuição de lençol freático deverá ser executada uma drenagem profunda antes de se executar a camada de regularização e compactação do subleito.

5.2 Condições Gerais

A terraplenagem do subleito, limitada lateralmente na maioria das vezes pelas faces contínuas das sarjetas, consistirá em serviços de corte, carga, transporte, descarga



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

e aterro, assim como substituição de materiais instáveis, por materiais apropriados, de acordo com o projeto do pavimento.

Durante todo o tempo que durar a construção, até o recebimento da camada de regularização e compactação do subleito, os materiais e os serviços serão protegidos contra ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da empreiteira a responsabilidade desta conservação.

A camada de regularização e compactação não deve ser submetida à ação direta das cargas e da abrasão do trânsito. No entanto, a fiscalização poderá autorizar a seu critério, caso os danos que venham a ser causados à superfície acabada, não prejudiquem a qualidade da camada do pavimento que será construída sobre a melhoria em questão.

Toda a sinalização de trânsito para eventuais desvios de tráfego ou interrupções de vias visando a segurança, serão de responsabilidade da empreiteira.

5.3. Compactação

5.3.1. Os serviços de compactação deverão obedecer às seguintes operações:

- a) Determinação da massa específica aparente seca máxima e do teor de umidade ótima do material a ser compactado, obtida em ensaio de compactação na energia normal, de conformidade com o método DNER ME 129/94;
- b) Compactação do material mediante equipamentos adequados;
- c) Controle da massa específica aparente seca máxima alcançada, a fim de comprovar se o material foi devidamente compactado.

5.3.2. No caso de cortes deverão ser atendidos os seguintes requisitos:

- a) A camada superficial final do subleito resultante após o corte deverá ser escarificada e destorroada numa espessura mínima de 15 cm;
- b) Caso o teor de umidade do material destorroado seja superior em 2% ao teor ótimo determinado pelo ensaio de compactação executada de acordo com o método DNER ME 129/94, proceder a aeração do mesmo com equipamento adequado, até reduzi-lo àquele limite. Se o teor de umidade do solo destorroado for inferior em mais de 2% ao teor ótimo de umidade acima referido, será procedida a irrigação até alcançar aquele valor. Concomitantemente com a



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

irrigação deverá ser executada a homogeneização do material a fim de garantir uniformidade de umidade;

- c) O material aerado ou umedecido e homogeneizado em toda a largura do leito deverá, após a compactação, ter uma espessura da ordem de 15 cm.

5.3.3. No caso dos aterros deverão ser atendidos os seguintes requisitos:

- a) O solo importado para o aterro será distribuído uniformemente sobre o subleito, devendo ser destorroado, nos casos de correção de umidade;
- b) Para o ajuste do teor de umidade do material destorroado procede-se como no item 4.3.2., alínea b).
- c) O material aerado ou umedecido e homogeneizado será distribuído de forma regular e uniforme em toda a largura do leito, de tal forma que após a compactação, sua espessura máxima seja de 20 cm;

5.3.4. Processo de Compactação

- a) A compactação deverá ser realizada através de equipamentos adequados ao tipo de solo, tais como: rolo pé-de-carneiro, pneumático ou vibratório e deverá progredir das bordas para o centro nos trechos retos e da borda mais baixa para a mais alta nas curvas, paralelamente ao eixo a ser pavimentado;
- b) Para auxiliar a compactação no caso em que não se tenha rolo de pressão variável no serviço, recomenda-se passar com caminhões carregados sobre as bordas, próximo às sarjetas. Esse procedimento permite identificar áreas mal compactadas, que dariam problemas após a construção do pavimento.
- c) Sugere-se o uso de compactadores tipo pé-de-carneiro, estático ou vibratório, quando o solo a ser compactado tenha características argilosas. No caso de solos siltosos e arenosos recomenda-se o uso de rolo pneumático e/ou liso vibratório.

5.4. Conformação e Acabamento

- a) Concluída a compactação do subleito, a superfície deverá ser conformada com motoniveladora, de modo que assuma a forma determinada pela seção transversal e demais elementos do projeto. No caso de pavimento de macadame betuminoso selado, diretamente sobre o subleito, a superfície deverá ser conformada sempre operando em corte, para evitar lamelas de complementação.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

- b) O acabamento da superfície deverá ser obtido através de equipamentos tipo rolo pneumático de pressão variável e/ou rolo liso, até que se apresente lisa, sem sulcos e isenta de partes soltas.

6- CONDIÇÕES AMBIENTAIS

6.1 Obrigações da Contratada na execução da obra

- a) Atender às recomendações contidas nas licenças ou autorizações ambientais;
- b) Seguir as recomendações dos Planos de Controle Ambiental (PCA), quando existir;
- c) Implantar sinalização de segurança de acordo com as normas pertinentes aos serviços;
- d) Em caso de necessidade de corte de árvores, deve ser obtida autorização do órgão ambiental competente e quando da execução dos serviços deve-se atender aos critérios estipulados pelo órgão ambiental constante na autorização;
- e) Canteiros de obras, estradas de serviço, entre outros, devem ser dispostos em áreas próprias, evitando-se a execução em áreas de preservação permanente ou áreas de proteção ambiental;
- f) Resíduos de lubrificantes ou combustíveis utilizados pelos equipamentos, seja na manutenção ou operação, devem ser recolhidos em recipientes adequados e ter destinação apropriada;
- g) Apresentar plano de resíduos de construção e providenciar destino final adequado aos resíduos produzidos na obra.

6.2 Obrigações da Contratada na exploração de jazidas

- a) Em caso de necessidade de aterro, o material somente será aceito após a executante apresentar licença de operação vigente da jazida de solo;
- b) em caso de exploração de jazida licenciada pela NOVACAP, a Contratada responsabiliza-se pela exploração da jazida de acordo com as condicionantes da licença ambiental.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

7- CONTROLE

7.1. Controle de Execução

- a) Um ensaio de compactação do solo a ser efetuado pelo método DNER ME 129/94, com energia normal, a cada 500m de pista, com um mínimo de 3 ensaios para cada trecho, ou para cada jazida de solo a ser utilizada, para determinação dos seguintes parâmetros: massa específica aparente seca máxima ($\gamma_{m\acute{a}x.}$) e umidade ótima (w_{ot}).
- b) Determinação do teor de umidade pelo método DNER ME 052/94, com umidímetro Speedy ou similar, em cada camada, à razão de uma determinação para cada 100m de pista, ou no mínimo 3 determinações, em cada trecho, com amostras representativas de toda a espessura da camada e colhidas após conclusões de umedecimento e homogeneização, para decidir se é possível, ou não iniciar a compactação;
- c) Determinação da massa específica aparente do solo "IN SITU", com emprego do frasco de areia, pelo método DNER ME 092/94, com amostras retiradas na profundidade de, no mínimo, 75% da espessura da camada, à razão de, no mínimo, uma determinação para cada 100m de extensão de camada compactada ou no mínimo 3 determinações para cada trecho.
- d) Ensaio de limite de liquidez, limite de plasticidade e de granulometria respectivamente, segundo os métodos DNER-ME 122/94, DNER-ME 82/96 e DNER-ME 80/94 com espaçamento máximo de 500m de pista.
- e) Um ensaio de ISC com espaçamento máximo de 500m, na energia indicada no projeto. Caso os materiais sejam homogêneos, a frequência poderá ser reduzida para uma amostra para cada 1000 m.

7.2. Controle Geométrico

O controle geométrico deverá atender:

- a) Determinação das cotas de eixo longitudinal do subleito, com medidas a cada 20 m;
- b) Determinação das cotas de projeto das bordas das seções transversais do subleito, com medidas a cada 20 m.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

8- ACEITAÇÃO

O preparo do subleito, executado de conformidade com esta especificação será recebido quando atender os requisitos a seguir:

8.1. Recebimento com Base no Controle Tecnológico da Camada Executada

- a) O teor de umidade da camada executada deverá ser $\pm 2\%$ do teor ótimo (w_{ot}) de compactação, obtido na energia de projeto;
- b) O grau de compactação, calculado a partir dos resultados obtidos nos ensaios referidos no item 7.1. alíneas, a) e c), deverá atender ao seguinte requisito:
 - não for obtido nenhum valor menor que 100%

Os trechos do subleito que não se apresentarem devidamente compactados, deverão ser escarificados e os materiais pulverizados e recompactados.

9- MEDIÇÃO

A medição só será aceita pela fiscalização quando os laudos do laboratório da NOVACAP atestarem que as espessuras, densidades e graus de compactação e outros itens estiverem em conformidade com esta especificação e com o projeto.

Para fins de pagamento, medido pela área trabalhada, conforme Critério de Medição e Pagamento da NOVACAP. Quando a média for inferior à espessura de projeto, será considerado como espessura da camada a média determinada e quando a média for superior será considerada a espessura do projeto.

No preço unitário deverão estar incluídas todas as despesas de aquisição,, escavação, carga, transporte, descarga, espalhamento e compactação, bem como as de administração, despesas indiretas, encargos diversos, etc.

10- BIBLIOGRAFIA

DNER – DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. Especificações gerais para obras rodoviárias do DNER: pavimentos flexíveis. Rio de Janeiro: DNER, 1997.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL
DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO



Aprovada em Decisão da Diretoria Colegiada, Sessão nº 4.024ª de 20/09/2012.

_____.DNER ME 049/94: Solos – determinação do índice de suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas

_____.DNER ME 052/94 – Solos e agregados miúdos – determinação da umidade com emprego do “Speedy”: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994.

_____. DNER ME 080:solos – análise granulométrica por peneiramento: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994.

_____. DNER ME 082:solos – determinação do limite de plasticidade: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994.

_____. DNER ME 122:solos – determinação do limite de liquidez - método de referência e expedito do álcool: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994.

_____. DNER ME 129/94: Solos – compactação utilizando amostras não trabalhadas: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994.

_____. DNER ME 092:solos – determinação da massa específica aparente in situ, com emprego do frasco de areia: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994.

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

ESPECIFICAÇÕES, NORMAS E ENCARGOS GERAIS PARA EXECUÇÃO DE OBRAS PÚBLICAS DE URBANIZAÇÃO NO DISTRITO FEDERAL

(Aprovado na 2.971ª Reunião da Diretoria Colegiada, em 19.10.1995)

2 - SERVIÇOS DE IMPLANTAÇÃO DE MEIOS-FIOS.

2.1 - MEIOS-FIOS

a - Sempre que não houver especificação em contrário o serviço compreenderá o fornecimento, o transporte e o assentamento das pedras de meio-fio, incluindo todos os serviços preliminares, como escavações, aterros, acabamentos e limpeza final, de acordo com o disposto nesta Norma.

b - **Fabricação das peças**

b1 - Desenho do meio-fio

As pedras terão 30 centímetros de altura, 15 cm de espessura na base, 12 cm de espessura no topo e canto externo arredondado, de acordo com o Desenho nº 01/67-DeU.

b2 - Fabricação

As fôrmas deverão ser metálicas, de acordo com o desenho acima indicado. A vibração será mecânica, aplicada de modo a evitar a segregação dos agregados, a formação de bolhas e os defeitos superficiais. As pedras deverão permanecer um mínimo de 24 horas nas fôrmas, antes da desmoldagem.

É absolutamente vedado o uso de massa para correção de defeitos nas superfícies das peças.

Cada pedra será identificada, na parte traseira, com o nome do fabricante, o código do lote e a data de fabricação.

b3 - Aceitação

As peças, para serem aceitas pela Fiscalização, deverão ser previamente submetidas a:

- prova de carga, para verificação da resistência à ruptura, a ser realizada pelo Laboratório de Concreto da Divisão de Tecnologia do Departamento de Urbanização, DITE/DEURB/DU;

- exame dos agregados, para verificação de sua resistência ao desgaste, de acordo com as Normas da ABNT.

b3.1 - Para fins de controle da Fiscalização e do Laboratório, o fornecimento será dividido em lotes de, no máximo, 500 pedras, correspondendo cada lote a um certo número de dias de produção.

b3.2 - Caberá à firma Contratada comunicar à NOVACAP a cada vez que tiver um ou mais lotes prontos para entrega, com o objetivo de serem os mesmos submetidos às provas de carga. A comunicação será feita por escrito, com a antecedência possível, indicando-se a data em que as pedras estarão disponíveis para os testes. Essas datas serão fixadas pela Contratada, de acordo com o traço empregado e o processo de cura.

b3.3 - A Fiscalização escolherá aleatoriamente três pedras de cada lote, as quais serão remetidas pela firma ao Laboratório da NOVACAP para serem submetidas a uma prova de carga à flexão. A prova consistirá em apoiar-se a pedra, deitada e com sua dimensão menor na vertical, sobre dois apoios, distantes entre si de 80 cm, submetendo-a a cargas concentradas e sucessivas de, respectivamente, 1.600, 1.700 e 1.800 kilogramas. Os resultados serão considerados satisfatórios quando:

- uma das pedras tiver resistido à carga de 1.600 kg e as outras duas tiverem resistido à carga de 1.800 kg, ou quando:
- duas das pedras tiverem resistido à carga de 1.700 kg e a outra tiver resistido à carga de 1.800 kg.

A Contratada poderá solicitar repetição dos ensaios sobre um determinado lote recusado por insuficiência de resistência, mas a repetição só será realizada após decorridos pelo menos sete dias a partir da primeira prova. Para a repetição da prova serão escolhidas 6 (seis) pedras do lote sob suspeita e os resultados serão considerados satisfatórios quando:

- duas das seis pedras tiverem resistido à carga de 1.600 kg e as outras quatro a 1.800 kg, ou quando:
- quatro das seis pedras tiverem resistido à carga de 1.700 kg e as outras duas a 1.800 kg.

Se a segunda prova resultar ainda insatisfatória, a Contratada poderá voltar a solicitar, mais uma vez, a repetição dos ensaios, que serão realizados após decorridos pelo menos sete dias da segunda prova. Os procedimentos serão os mesmos aplicáveis à segunda prova, conforme descrito acima.

Se a terceira prova apresentar resultados ainda insatisfatórios, todo o lote será recusado em caráter definitivo.

b3.4 - Nenhuma peça de meio-fio poderá ser assentada na obra se o lote correspondente não tiver sido previamente aceito pelo Laboratório da NOVACAP. Além disso, A Fiscalização poderá recusar qualquer pedra,

que, mesmo pertencendo a um lote aprovado pelo Laboratório, apresente defeitos de acabamento ou defeitos visíveis de fabricação.

b3.4 - A Contratada é inteiramente responsável pela colocação na obra de pedras pertencentes a lotes recusados pelo Laboratório, ficando a seu cargo a substituição das mesmas, independentemente das cominações legais relativas ao descumprimento das condições contratuais.

b3.5 - Para o caso de haver necessidade, por parte da Contratada, de assentamento de pedras antes da realização das provas de carga, a firma deverá mencionar este fato em sua comunicação à NOVACAP para este fim, cabendo à Fiscalização a escolha das peças a serem testadas aos 28 dias após a data de fabricação.

b3.6 - Se um lote de pedras for colocado na obra sem que a Fiscalização tenha sido devidamente informada para a escolha das peças a serem submetidas aos testes, ou ainda, se o teste aos 28 dias resultar negativo, o lote será liminarmente recusado. As pedras do lote recusado não serão pagas, podendo a Fiscalização exigir sua retirada e substituição, às expensas da Contratada.

b4 - Colocação

O assentamento dos meios-fios será efetuado nos locais objeto do contrato. A Contratada deverá ter pessoal técnico capacitado para os serviços de locação e nivelamento, de acordo com os desenhos e as instruções fornecidos pela Fiscalização. A Contratada é integralmente responsável por quaisquer erros verificados nos serviços.

O trabalho compreende as seguintes etapas:

b4.1 - Escavação em qualquer tipo de terreno ou superfície, inclusive base estabilizada em cascalho ou capa asfáltica;

b4.2 - Assentamento das pedras;

b4.3 - Rejuntamento entre as pedras de meio-fio com massa de cimento e areia no traço 1:4;

b4.4 - Escoramento da linha de meios-fios assentados por meio de bolas de concreto no traço 1:2,5:5, correspondendo uma bola de concreto para cada pedra de meio-fio;

b4.5 - Enchimento da junta entre o meio-fio e o pavimento, para o caso de o assentamento ter sido realizado em área já pavimentada. Este

enchimento será feito com argamassa de cimento e areia no traço 1:4, preenchendo-se totalmente a junta em toda sua extensão e profundidade, formando um único plano com o pavimento existente e apresentando perfeito acabamento.

b4.6 - No caso de o assentamento ter sido realizado antes da execução do pavimento, a junta entre o meio-fio e o terreno, pelo lado da via de tráfego, deverá ser preenchida com argamassa magra de cimento e areia no traço 1:10.

b4.7 - A colocação de terra para escoramento, na parte de trás da linha de meios-fios não é exigida, em princípio. Quando este serviço for necessário, será medido e pago separadamente.

2.2 - **CORDÃO DE CONCRETO**

a - Sempre que não houver especificação em contrário o serviço compreenderá o fornecimento, o transporte e o assentamento das pedras de cordão de concreto, incluindo todos os serviços preliminares, como escavações, aterros, acabamentos e limpeza final, de acordo com o disposto nesta Norma.

b - **Fabricação das peças**

b1 - Desenho do cordão de concreto

As pedras terão 17 centímetros de altura, 10 cm de espessura na base, 8 cm de espessura no topo e canto externo arredondado, de acordo com o Desenho n^o 01/67-DeU.

b2 - Fabricação

As fôrmas deverão ser metálicas, de acordo com o desenho acima indicado. A vibração será mecânica, aplicada de modo a evitar a segregação dos agregados, a formação de bolhas e os defeitos superficiais. As pedras deverão permanecer um mínimo de 24 horas nas fôrmas, antes da desmoldagem.

É absolutamente vedado o uso de massa para correção de defeitos nas superfícies das peças.

Cada pedra será identificada, na parte traseira, com o nome do fabricante, o código do lote e a data de fabricação.

b3 - Aceitação

As peças, para serem aceitas pela Fiscalização, deverão ser previamente submetidas a:

- prova de carga, para verificação da resistência à ruptura, a ser realizada pelo Laboratório de Concreto da Divisão de Tecnologia do Departamento de Urbanização, DITE/DEURB/DU;

- exame dos agregados, para verificação de sua resistência ao desgaste, de acordo com as Normas da ABNT.

b3.1 - Para fins de controle da Fiscalização e do Laboratório, o fornecimento será dividido em lotes de, no máximo, 500 pedras, correspondendo cada lote a um certo número de dias de produção.

b3.2 - Caberá à firma Contratada comunicar à NOVACAP a cada vez que tiver um ou mais lotes prontos para entrega, com o objetivo de serem os mesmos submetidos às provas de carga. A comunicação será feita por escrito, com a antecedência possível, indicando-se a data em que as pedras estarão disponíveis para os testes. Essas datas serão fixadas pela Contratada, de acordo com o traço empregado e o processo de cura.

b3.3 - A Fiscalização escolherá aleatoriamente três pedras de cada lote, as quais serão remetidas pela firma ao Laboratório da NOVACAP para serem submetidas a uma prova de carga à flexão. A prova consistirá em apoiar-se a pedra, deitada e com sua dimensão menor na vertical, sobre dois apoios, distantes entre si de 80 cm, submetendo-a a cargas concentradas e sucessivas de, respectivamente, 960, 1.020 e 1.080 kilogramas. Os resultados serão considerados satisfatórios quando:

- uma das pedras tiver resistido à carga de 960 kg e as outras duas tiverem resistido à carga de 1.080 kg, ou quando:
- duas das pedras tiverem resistido à carga de 1.020 kg e a outra tiver resistido à carga de 1.080 kg.

A Contratada poderá solicitar repetição dos ensaios sobre um determinado lote recusado por insuficiência de resistência, mas a repetição só será realizada após decorridos pelo menos sete dias a partir da primeira prova. Para a repetição da prova serão escolhidas 6 (seis) pedras do lote sob suspeita e os resultados serão considerados satisfatórios quando:

- duas das seis pedras tiverem resistido à carga de 960 kg e as outras quatro a 1.080 kg, ou quando:
- quatro das seis pedras tiverem resistido à carga de 1.020 kg e as outras duas a 1.080 kg.

Se a segunda prova resultar ainda insatisfatória, a Contratada poderá voltar a solicitar, mais uma vez, a repetição dos ensaios, que serão realizados após decorridos pelo menos sete dias da segunda prova. Os procedimentos serão os mesmos aplicáveis à segunda prova, conforme descrito acima.

Se a terceira prova apresentar resultados ainda insatisfatórios, todo o lote será recusado em caráter definitivo.

b3.4 - Nenhuma peça de cordão de concreto poderá ser assentada na obra se o lote correspondente não tiver sido previamente aceito pelo Laboratório da NOVACAP. Além disso, a Fiscalização poderá recusar qualquer

pedra, que, mesmo pertencendo a um lote aprovado pelo Laboratório, apresente defeitos de acabamento ou defeitos visíveis de fabricação.

b3.4 - A Contratada é inteiramente responsável pela colocação na obra de pedras pertencentes a lotes recusados pelo Laboratório, ficando a seu cargo a substituição das mesmas, independentemente das cominações legais relativas ao descumprimento das condições contratuais.

b3.5 - Para o caso de haver necessidade, por parte da Contratada, de assentamento de pedras antes da realização das provas de carga, a firma deverá mencionar este fato em sua comunicação à NOVACAP para este fim, cabendo à Fiscalização a escolha das peças a serem testadas aos 28 dias após a data de fabricação.

b3.6 - Se um lote de pedras for colocado na obra sem que a Fiscalização tenha sido devidamente informada para a escolha das peças a serem submetidas aos testes, ou ainda, se o teste aos 28 dias resultar negativo, o lote será liminarmente recusado. As pedras do lote recusado não serão pagas, podendo a Fiscalização exigir sua retirada e substituição, às expensas da Contratada.

b4 - Colocação

O assentamento do cordão de concreto será efetuado nos locais objeto do contrato. A Contratada deverá ter pessoal técnico capacitado para os serviços de locação e nivelamento, de acordo com os desenhos e as instruções fornecidos pela Fiscalização. A Contratada é integralmente responsável por quaisquer erros verificados nos serviços.

O trabalho compreende as seguintes etapas:

b4.1 - Escavação em qualquer tipo de terreno ou superfície, inclusive base estabilizada em cascalho ou capa asfáltica;

b4.2 - Assentamento das pedras;

b4.3 - Rejuntamento entre as pedras de cordão de concreto com massa de cimento e areia no traço 1:4;

b4.4 - Escoramento da linha de cordão de concreto assentada por meio de colocação de terra na parte de trás da linha de cordão. O preço do

escoramento com terra está incluído do preço dos serviços de assentamento.

Brasília, abril de 2007.

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

ESPECIFICAÇÕES, NORMAS E ENCARGOS GERAIS PARA EXECUÇÃO DE

OBRAS PÚBLICAS DE URBANIZAÇÃO NO DISTRITO FEDERAL

(Aprovado na 2.971^a Reunião da Diretoria Colegiada, em 19.10.1995)

SERVIÇOS DE IMPLANTAÇÃO DE CALÇADAS, REVESTIMENTO DE TALUDES E BANCOS DE CONCRETO

3 - CALÇADAS EM CONCRETO

a - Sempre que não houver especificação em contrário as calçadas serão executadas em concreto de 5 cm (cinco centímetros) de espessura, sobre terreno previamente nivelado e compactado.

b - Locação e nivelamento

A Contratada é responsável pelos serviços de locação e nivelamento, de acordo com os desenhos e instruções fornecidos pela Fiscalização, devendo dispor de pessoal técnico necessário à correta execução dos trabalhos.

c - Compactação

Em princípio, todos os serviços de compactação serão executados por meios mecânicos. Excepcionalmente, e somente nos casos previamente reconhecidos e autorizados pela Fiscalização, será aceita e paga a compactação manual.

c1 - Os serviços de acerto do terreno e de compactação estão incluídos no preço das calçadas, com exceção dos casos de:

c1.1 - Escavação média superior a 30 cm de espessura, caso em que o que exceder aos 30 cm será medido e pago separadamente;

c1.2 - Aterros com altura média superior a 30 cm, caso em que o que exceder aos 30 cm será medido e pago separadamente;

c1.3 - Camadas a compactar a cada 20cm, em excesso, serão medidas e pagas em separado, de acordo com a tabela de compactação mecânica.

d - Execução das calçadas

O início dos trabalhos só poderá ocorrer depois de examinada e liberada a preparação do terreno pela Fiscalização, e depois de ter o Laboratório examinado e aprovado os materiais a empregar e o traço que a Contratada pretende utilizar. Para este fim, sempre que a firma pretender indicar um serviço novo, ou modificar os materiais destinados à confecção do concreto, ou ainda, pretender alterar o traço

previamente autorizado, deverá fazer comunicação escrita à NOVACAP, em três vias.

Uma das vias, depois de ter o Laboratório conferido os materiais e o traço, será devolvida à Contratada com o parecer correspondente. Este documento deverá ser mantido na obra, à disposição da Fiscalização. Qualquer modificação no traço ou substituição de materiais a utilizar sem prévia comunicação à NOVACAP implicará no embargo imediato dos serviços. Independentemente dessa providência a Contratada permanece responsável pela resistência e acabamento dos serviços.

- d1 - Fôrmas e juntas de madeira - as fôrmas externas, quando fôr o caso, terão espessura de 3/4", nos bordos retos, e de 1/2" nos bordos curvos; as juntas terão espessura de 1/2". Todas deverão estar perfeitamente alinhadas e escoradas, de forma a evitar deformações durante a concretagem. As estacas para fixação das juntas não deverão aparecer depois de concluída a calçada.
- d2 - Confeção, lançamento, adensamento e acabamento do concreto - a mistura deverá ser feita em betoneira mecânica, com controle do traço e da quantidade adequada de água; o lançamento será feito para uma única camada, sendo vedado o uso de massa para complementação da espessura especificada; o adensamento será mecânico, por meio de vibradores de mergulho ou de placa, até que seja verificado o perfeito adensamento do concreto, nem insuficiente, que permita a formação de bolhas e falhas, nem excessivo, que permita a fuga da água determinando uma cura inadequada; o acabamento será executado por desempenamento com ferramentas apropriadas; eventuais falhas de acabamento serão corrigidas na hora, com a utilização da massa que sobrar do mesmo concreto.
- d3 - O controle tecnológico do concreto será efetuado por meio de corpos de prova a serem recolhidos periodicamente, na proporção mínima de seis corpos para cada 1.000 m² de calçada executada, ou para cada nova frente de serviço em que tenham sido modificados os materiais ou o traço empregados. Os ensaios de ruptura poderão ser realizados em instituição especializada, pública ou privada, reconhecida oficialmente ou, preferencialmente pelo Laboratório da NOVACAP, dentro de suas disponibilidades e desde que solicitada sua intervenção em tempo hábil, que permita seja programado o trabalho. A resistência à compressão mínima é de 18,0 MPa.
 - d3.1 - Quando os resultados dos testes de rompimento aos 7 dias não alcançarem, no mínimo, 7/10 (sete décimos) da resistência prevista aos 28 dias, deverá ser confeccionada uma nova série de corpos de prova para garantir o atendimento dos resultados finais.
 - d3.2 - Quando os resultados dos testes de rompimento aos 7 dias não alcançarem, no mínimo, 5/10 (cinco décimos) da resistência prevista aos 28 dias, o serviço será suspenso e os traços e materiais reavaliados, com o objetivo de melhorar a qualidade do concreto.

- d3.3 - Sempre que não houver indicação em contrário, a resistência do concreto para calçadas, aos 28 dias, não poderá ser inferior a 180 mPa. O concreto que não alcançar este valor mínimo poderá ser recusado pela Fiscalização.
- d3.4 - Excepcionalmente, poderá ser aceito um concreto com resistência um pouco abaixo do acima especificado. Neste caso, a Fiscalização deverá obter a anuência da chefia do Departamento de Infraestrutura, DEINFRA/DU. Um desconto será efetuado na fatura correspondente, de acordo com a aplicação da seguinte fórmula:

$$D = 0,70 \left(1 - \frac{R28}{180} \right) C \quad \text{onde:}$$

D = desconto em Reais, a ser aplicado sobre o preço unitário da calçada;

R28 = resultado dos ensaios de resistência dos corpos de prova correspondendo a uma resistência média do concreto aos 28 dias sendo que, para o cálculo da média, todos os valores superiores a 18,0 MPa serão considerados iguais a 18,0 MPa.

C = preço unitário da calçada conforme contrato.

- d3.5 - Além do controle direto por meio dos ensaios de rompimento de corpos de prova, o Laboratório da NOVACAP poderá realizar outras provas sobre o concreto *in loco*, com a utilização de esclerômetro ou outros métodos de ensaio, com o fim de comparar a resistência do trecho de concreto, de onde foram retirados os corpos de prova, com outros trechos da obra. No caso de divergências significativas as diferenças constatadas serão levadas em consideração para avaliação da qualidade do concreto, tanto para fins de aceitação do serviço como para efeito de desconto, com a aplicação da fórmula antes mencionada.

- d4 - Proteção e cura do concreto

É de responsabilidade da firma Contratada a proteção da calçada concretada, por intermédio de cerca provisória que impeça a passagem de pedestres, ciclistas ou veículos sobre o passeio, até que o concreto tenha atingido resistência suficiente para suportar carga. Além disso, durante um mínimo de sete dias, a superfície do concreto deverá ser mantida umedecida por meio de rega com água ou, eventualmente, proteção com areia úmida ou produtos especiais para cura.

- d5 – Controle tecnológico da camada de apoio da calçada

A camada de apoio que recebe a calçada deve ser controlada. Nela, deve ser verificado o controle de compactação dessa camada. Sendo admitido o valor de 90% do resultado do ensaio de compactação na energia Proctor Normal.

4 - CALÇADAS EM PLACAS PRÉMOLDADAS DE CONCRETO

a - Fabricação

a1 - As placas pré-moldadas de concreto para calçadas terão, salvo especificação em contrário, a espessura de 05 (cinco) centímetros.

b - Execução

b1 - Fôrmas

Para a execução das placas de concreto deverão ser utilizadas fôrmas metálicas ou de madeira compensada. As fôrmas deverão ter dimensões internas exatas e os cantos em perfeito esquadro, tolerando-se um pequeno chanfro nas faces laterais para facilitar a desforma.

b2 - Características do concreto - será exigido traço 1:2:3, em volume, preparado mecânicamente, com o emprego de seixo rolado ou brita de granulometria apropriada e fator água/cimento compatível com a trabalhabilidade necessária. A resistência mínima exigida aos 28 dias será de 20,0 MPa.

b3 - Confeção, lançamento, adensamento e acabamento do concreto - a mistura deverá ser feita em betoneira mecânica, com controle do traço e da quantidade adequada de água; o lançamento será feito para uma única camada, sendo vedado o uso de massa para complementação da espessura especificada;

b3.1 - O concreto será vibrado mecanicamente, em mesa vibratória, até alcançar o adensamento necessário e de modo a evitar a segregação dos materiais, a perda de água e os defeitos superficiais.

b3.2 - O acabamento será executado por desempenamento com ferramentas apropriadas; eventuais falhas de acabamento serão corrigidas na hora, com a utilização da massa que sobrar do mesmo concreto.

b3.3 - As placas deverão permanecer um mínimo de 24 horas nas fôrmas, antes da desmoldagem. É absolutamente vedado o uso de massa para acabamento das superfícies. As placas deverão apresentar arestas vivas e sem defeitos.

b4 - O controle tecnológico do concreto será efetuado por meio de corpos de prova a serem recolhidos periodicamente, na proporção mínima de seis corpos para cada 1.000 m² de calçada executada, ou para cada nova frente de serviço em que tenham sido modificados os materiais ou o traço empregados. Os ensaios serão realizados pelo Laboratório da

NOVACAP, dentro de suas disponibilidades e desde que solicitada sua intervenção em tempo hábil, que permita seja programado o trabalho. Neste caso a firma deverá encarregar-se do transporte do pessoal técnico e do material necessário para confecção dos corpos de prova no local da obra, devendo também responsabilizar-se pela cura dos mesmos.

- b4.1 - Quando os resultados dos testes de rompimento aos 7 dias não alcançarem, no mínimo, 7/10 (sete décimos) da resistência prevista aos 28 dias, deverá ser confeccionada uma nova série de corpos de prova para garantir o atendimento dos resultados finais.
- b4.2 - Quando os resultados dos testes de rompimento aos 7 dias não alcançarem, no mínimo, 5/10 (cinco décimos) da resistência prevista aos 28 dias, o serviço será suspenso e os traços e materiais reavaliados, com o objetivo de melhorar a qualidade do concreto.
- b4.3 - Sempre que não houver indicação em contrário, a resistência do concreto para calçadas, aos 28 dias, não poderá ser inferior a 20,0 MPa. O concreto que não alcançar este valor mínimo poderá ser recusado pela Fiscalização.
- b4.4 - Será efetuado um desconto na fatura correspondente, de acordo com a aplicação da seguinte fórmula:

$$D = 0,70 \left(1 - \frac{R28}{200} \right) C \quad \text{onde:}$$

D = desconto em Reais, a ser aplicado sobre o preço unitário da calçada;

R28 = resultado dos ensaios de resistência dos corpos de prova correspondendo a uma resistência média do concreto aos 28 dias sendo que, para o cálculo da média, todos os valores superiores a 20,0 MPa serão considerados iguais a 20,0 MPa.

C = preço unitário da calçada conforme contrato.

- b4.5 - Além do controle direto por meio dos ensaios de rompimento de corpos de prova, o Laboratório da NOVACAP poderá realizar outras provas sobre o concreto *in loco*, com a utilização de esclerômetro ou outros métodos de ensaio, com o fim de comparar a resistência do trecho de concreto de onde foram retirados os corpos de prova com outros trechos da obra. No caso de divergências significativas as diferenças constatadas serão levadas em consideração para avaliação da qualidade do concreto, tanto para fins de aceitação do serviço, como para efeito de desconto, com a aplicação da fórmula antes mencionada.
- b5 - Proteção e cura do concreto

É de responsabilidade da firma Contratada a proteção da calçada executada, por intermédio de cêrca provisória que impeça a passagem de pedestres, ciclistas ou veículos sobre o passeio, até que o concreto de assentamento tenha atingido resistência suficiente para suportar carga.

b6 – Controle tecnológico da camada de apoio da calçada

A camada de apoio que recebe a calçada deve ser controlada. Nela ,deve ser verificado o controle de compactação dessa camada. Sendo admitido o valor de 90% do resultado do ensaio de compactação na energia Proctor Normal.

c - Aceitação

Nenhuma placa será aceita se:

c1 - apresentar defeitos superficiais de acabamento;

c2 - apresentar rachaduras ou bordos quebrados;

c3 - apresentar dimensões diferentes das exigidas, ou ângulos fora de esquadro na face principal, e/ou

c4 - tiver sido executada com concreto cujo traço não atenda às exigências do ítem b2, acima.

d - Colocação

d1 - Calçadas sobre base estabilizada - descrição dos serviços:

d1.1 - Locação e nivelamento do terreno: todos os serviços de locação e nivelamento serão de responsabilidade da firma Contratada, e serão executados de acordo com os desenhos e instruções fornecidos pela NOVACAP. Para tal fim a Contratada deverá dispor de pessoal técnico especializado, ficando responsável por quaisquer erros verificados.

d1.2 - Escavação: será executada pela Contratada sempre que houver necessidade de substituição da camada superficial do terreno, à critério exclusivo da Fiscalização, ou quando o projeto assim o exigir.

d1.3 - Fornecimento de terra ou cascalho: será efetuado pela Contratada sempre que houver necessidade de complementação, à critério exclusivo da Fiscalização, ou quando o projeto assim o exigir.

d1.4 - Transporte de material: sempre à critério da Fiscalização, será executado manualmente, para distâncias de até 30 metros, e por meio de caminhões para distâncias maiores.

d1.5 - Reaterros: serão executados quando necessários, à critério da Fiscalização.

d1.6 - Acerto final e compactação do terreno.

d1.7 - Execução de base estabilizada: será exigida compactação a um grau nunca inferior a 90%, pelo método de *Proctor Normal*.

d1.8 - Assentamento de placas sobre camadas de massa de cimento e areia no traço 1:6: a massa de assentamento não deverá exceder a largura das placas. As juntas terão 5 (cinco) centímetros de largura e deverão estar perfeitamente alinhadas. As placas deverão formar um único plano, não sendo admitidas diferenças de nível entre as mesmas.

d1.9 - Rejuntamento com argamassa: as juntas serão preenchidas com argamassa de cimento e areia no traço 1:4, a qual deverá ficar 1(um) cm rebaixada em relação ao plano das placas; deverão ser alisadas e apresentar alinhamento e acabamento perfeitos.

d2 - Calçadas sobre terreno natural - descrição dos serviços:

d2.1 - Serão executadas de acordo com o especificado no item 4, sub-ítems, d1.1 a d1.6 acima. Após o acerto do terreno as placas serão assentadas com terra, deixando-se juntas de 10 cm entre as mesmas para posterior preenchimento com grama.

5 - **PLACAS PRÉMOLDADAS DE CONCRETO PARA REVESTIMENTO DE TALUDES**

Salvo indicação em contrário as placas para revestimento de taludes terão espessura de 03 (três) centímetros.

a3 - Descrição dos serviços

a3.1 - Locação do terreno, de acordo com o item 4d, sub-ítem d1.1.

a3.2 - Escavação: será executada pela Contratada sempre que houver necessidade de substituição da camada superficial do terreno, à critério exclusivo da Fiscalização, ou quando o projeto assim o exigir.

a3.3 - Fornecimento de terra ou cascalho: será efetuado pela Contratada sempre que houver necessidade de complementação, à critério exclusivo da Fiscalização, ou quando o projeto assim o exigir.

a3.4 - Transporte de material: sempre à critério da Fiscalização, será executado manualmente, para distâncias de até 30 metros, e por meio de caminhões para distâncias maiores.

- a3.5 - Reaterros: serão executados nos taludes, a qualquer altura, sempre que necessário para recomposição de rampas.
- a3.6 - Acerto final e compactação do terreno.
- a3.7 - Assentamento das placas: será executado por meio de argamassa de cimento e areia no traço 1:6. Serão abertas no terreno cavidades de, no mínimo, 20x20x10 cm, que serão preenchidas com argamassa sobre a qual serão assentadas as placas. As juntas terão 10 (dez) centímetros de largura e deverão estar perfeitamente alinhadas. As placas deverão formar um único plano, não sendo admitidas diferenças de nível entre as mesmas.
- a3.8 - Rejuntamento com argamassa: as juntas serão preenchidas com argamassa de cimento e areia no traço 1:4, a qual deverá ficar 1 (um) cm rebaixada em relação ao plano das placas; deverão ser alisadas e apresentar alinhamento e acabamento perfeitos.
- a3.9 - Cinta de proteção: será executada no topo dos taludes, em concreto no traço 1:2:3 em volume, moldada no local, obedecendo as dimensões e indicações de armadura constantes do desenho 01/67-DeU.
- a3.10- O controle tecnológico do concreto será efetuado por meio de corpos de prova a serem recolhidos periodicamente, na proporção mínima de seis corpos para cada 1.000 m² de calçada executada, ou para cada nova frente de serviço em que tenham sido modificados os materiais ou o traço empregados. Os ensaios serão realizados pelo Laboratório da NOVACAP, dentro de suas disponibilidades e desde que solicitada sua intervenção em tempo hábil, que permita seja programado o trabalho.
- a3.11- resistência média do concreto aos 28 dias será de 20,0 MPa.

6 - BANCOS DE CONCRETO

- a - Descrição dos serviços:
- a1 - Serão executados de acordo com as dimensões e detalhes construtivos constantes do desenho 01/67-DeU.
- a1.1 - Características do concreto - será exigido traço 1:2:3, em volume, preparado mecânicamente, com o emprego de seixo rolado ou brita de granulometria apropriada e fator água/cimento compatível com a trabalhabilidade necessária. A resistência mínima exigida aos 28 dias será de 20,0 MPa, devendo ainda satisfazer as exigências contidas no item 4, sub-ítem b4 a b4.5.
- a1.2 - Para a execução dos bancos de concreto deverão ser utilizadas fôrmas metálicas ou de madeira compensada. As fôrmas deverão ter dimensões internas exatas e os cantos em perfeito esquadro. As arestas da face superior e as arestas verticais do banco deverão ser

chanfradas, de acordo com o “Detalhe A” do desenho. A parte inferior deverá ter cantos vivos.

a1.3 - O concreto será vibrado mecanicamente, em mesa vibratória, até alcançar o adensamento necessário e de modo a evitar a segregação dos materiais, a perda de água e os defeitos superficiais. As armaduras serão executadas em aço CA-50, obedecendo as indicações do desenho referido. Os bancos deverão permanecer um mínimo de 24 horas nas fôrmas, antes da desmoldagem. É absolutamente vedado o uso de massa para acabamento das superfícies.

a2 - Assentamento

Os bancos deverão ser assentados obedecendo a distância entre os pilaretes de conformidade com o desenho 01/67-DeU, salvo indicações em contrário. As cavas de fundação deverão ser bem apiloadas para compactação e receberem o preenchimento com concreto estrutural, no traço 1:2:4. Em seguida serão assentados os pilaretes pré-moldados, observando-se rigorosamente o prumo dos mesmos.

Após colocados e aprumados os pilaretes, os rebaixos existentes na parte superior dos mesmos deverão ser preenchidos com argamassa de cimento e areia no traço 1:4. O assento dos bancos será colocado em seguida. Salvo indicação em contrário, os bancos serão nivelados.

Brasília, abril de 2007.