

## SEDU / PARANACIDADE

|             |                        |               |           |
|-------------|------------------------|---------------|-----------|
| MUNICÍPIO : | SULINA-PR              | DIVERSAS RUAS | E.R. :    |
| OBRA :      | PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA |               | SAM :     |
|             |                        |               | LOTE : 01 |

### DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

Método DNIT - Murilo Lopes de Souza

#### Comentários iniciais :

O Estudo do Subleito é um capítulo muito importante para o sucesso do Projeto. Para efetuarmos o dimensionamento das camadas superiores do pavimento, precisamos conhecer a Capacidade de Suporte do subleito, bem como, as cargas que atuarão sobre o mesmo, durante a vida útil da via.

**Iniciamos então a definição do Projeto, estudando a solução do subleito.**

#### **Primeiro Passo :**

##### Determinar o Índice de Suporte do Subleito

Existem duas possibilidades para o subleito

a) Quando o Índice de Suporte for maior o igual a 2,00 % : **manter o subleito natural**

b) Quando o Índice de Suporte for **menor** que 2,00 % : **Estudar a solução**

b.1 Podemos remover o subleito e repor com Material de qualidade superior

b.2 Podemos Reforçar o subleito com utilização de Geosintéticos / Geogrelhas

Ou ainda, estudar outras soluções.

**obs:-** Em todos os casos é necessário primeiramente solucionar a Drenagem do Subleito

Portanto, definida a solução para o Subleito e para a Drenagem, iniciamos então o dimensionamento a partir do Índice de Suporte do subleito

|     |     |
|-----|-----|
| I.S | 8,2 |
|-----|-----|

#### **Segundo Passo :**

##### Determinar o Volume de Tráfego .....

$$N = a.10^b$$

Com base nos estudos realizados, determinam-se os parâmetros

a = 1,0

e b = 5

Obtendo-se o valor de "N"

$$N = 1,0 \times 10^5$$

#### **Terceiro Passo :**

##### Elaborar as Alternativas para o Projeto do Pavimento :

Com base nos Estudos realizados, na disponibilidade de Materiais na Região, na experiência dos técnicos envolvidos no Projeto e nas Soluções Técnicas de Pavimentação adotadas pelo Município em Projetos anteriores, formulamos as "**Alternativas de Soluções**" para o presente Projeto.

##### Alternativa 1 :

|                     |                                             | I.S   | K    |
|---------------------|---------------------------------------------|-------|------|
| Revestimento :      | Concreto Betuminoso Usinado a Quente - CBUQ |       | 2,00 |
| Base :              | Brita Graduada                              | 12,00 | 1,00 |
| Sub-base :          | Macadame seco                               | 25,00 | 0,77 |
| Ref. do Sub leito : |                                             | 0     | 0,70 |

**Quarto Passo :**

**Determinar Tipo e Espessura do Revestimento**

Em função do Volume de Tráfego "N" e dos Materiais Disponíveis na Região, escolhemos um Tipo de Revestimento e atribuímos a Espessura do mesmo.

Revestimento: **Concreto Betuminoso Usinado a Quente - CBUQ**

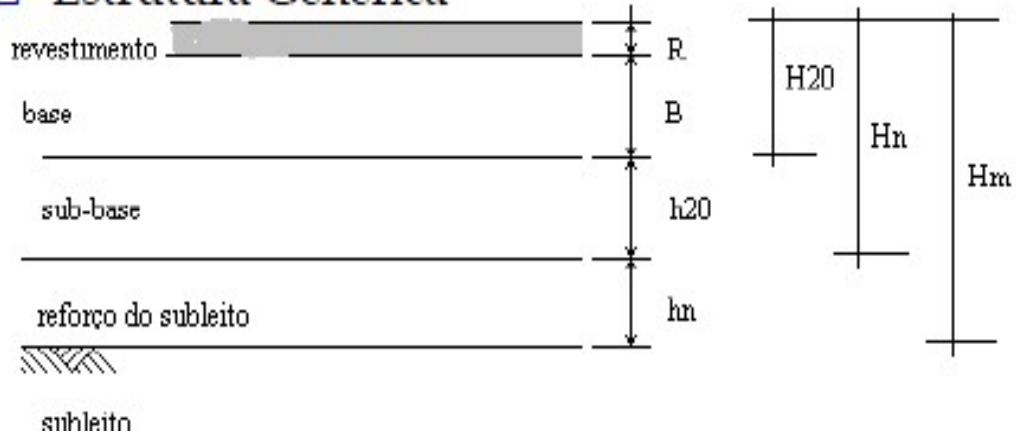
e = **5,00** cm

**Quinto Passo :**

**Calcular as alturas de Pavimento necessárias acima de cada camada**

Em função do Volume de Tráfego "N" e do IS (Índice de Suporte) de cada camada, do quadro de alternativas acima

**□ Estrutura Genérica**



**a) Alternativa 3**

Temos então : **altura de pavimento em cm (tiradas do ábaco - ANEXO )**

a) Revestimento

|     |      |    |
|-----|------|----|
| R = | 5,00 | cm |
|-----|------|----|

b) H<sub>20</sub> - Sobre a sub-base

|                   |        |    |    |
|-------------------|--------|----|----|
| H <sub>20</sub> = | H 12 = | 23 | cm |
|-------------------|--------|----|----|

c) H<sub>n</sub> - Sobre o Reforço

|                  |       |    |    |
|------------------|-------|----|----|
| H <sub>n</sub> = | H 0 = | 38 | cm |
|------------------|-------|----|----|

d) H<sub>m</sub> - Sobre o Subleito

|                  |         |    |    |
|------------------|---------|----|----|
| H <sub>m</sub> = | H 8,2 = | 38 | cm |
|------------------|---------|----|----|

**CONFERÊNCIA : H<sub>m</sub> obtido**

|                  |        |       |    |
|------------------|--------|-------|----|
| H <sub>m</sub> = | obtido | 41,25 | cm |
|------------------|--------|-------|----|

|                    |      |    |
|--------------------|------|----|
| K <sub>R</sub> =   | 2,00 | cm |
| K <sub>B</sub> =   | 1,00 | cm |
| K <sub>SB</sub> =  | 0,77 | cm |
| K <sub>ref</sub> = | 0,70 | cm |

Uma vez adotada a espessura do pavimento "R" ,  
calculamos a seguir a espessura mínima para a BASE ("B")

Adotado : **R = 5,00** cm

$$R \cdot K_R + B \cdot K_B \geq H_{20}$$

donde, B (mín) = **12,60** cm Adotado : **B = 12,00** cm

calculamos a seguir a espessura mínima para a Sub-ase (SB)

$$R \cdot K_R + B \cdot K_B + SB \cdot K_{SB} \geq H_n$$

donde, SB (mín) = **21,40** cm Adotado : **SB = 25,00** cm

calculamos a seguir a espessura mínima para o Reforço do Subleito (SB)

$$R \cdot K_R + B \cdot K_B + SB \cdot K_{SB} + Ref \cdot K_{Ref} \geq H_m$$

donde, Ref (mín) = **0,00** cm Adotado : **Ref = 0,00** cm



ENSAIOS  
TECNOLÓGICOS

Ensaio tecnológico para Solos, Concretos e Pavimentação

CNPJ: 23.710.246/0001-52 – CHOPINZINHO – PARANÁ FONE (46) 991103457



## **Laboratório de Solos e Misturas**

**Interessado: Prefeitura Municipal de SULINA - PR**

**Trabalho: Ensaio de Compactação**

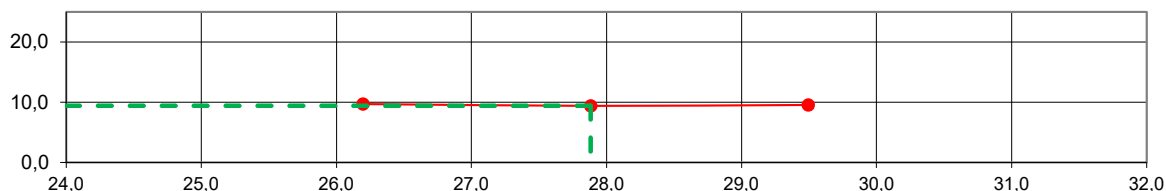
**PROJETADA 01**

**Amostra Nº 01**

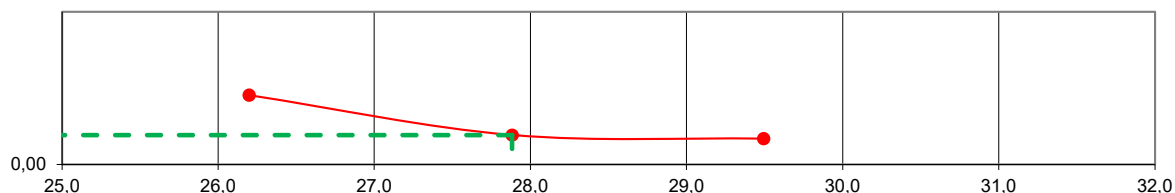
## Laboratório de Solos e Misturas

|                                                  |        |        |              |        |                     |
|--------------------------------------------------|--------|--------|--------------|--------|---------------------|
| Interessado:                                     |        |        | Obra:        |        |                     |
| Interessado: Prefeitura Municipal de SULINA - PR |        |        | PROJETADA 01 |        |                     |
| Identificação da Amostra:                        |        |        | Material:    |        | Data:               |
| Amostra N° 01                                    |        |        | Argila       |        | 13/08/2025          |
| N° do Molde                                      | 3      | 6      | 5            | 9      | 1                   |
| Solo Umido + Molde (g)                           | 8,418  | 8,577  | 8,456        | 8,900  | 8,908               |
| Peso do Molde (g)                                | 5,100  | 5,100  | 4,200        | 5,100  | 5,100               |
| Solo Umido (g)                                   | 3,562  | 3,699  | 3,831        | 3,816  | 3,795               |
| Volume do Molde                                  | 2,089  | 2,089  | 2,091        | 2,089  | 2,090               |
| Densidade do Solo Umido                          | 1,715  | 1,770  | 1,837        | 1,840  | 1,820               |
| Densidade do Solo Seco                           | 1,377  | 1,402  | 1,436        | 1,421  | 1,385               |
|                                                  |        |        |              |        | Umidade Igroscópica |
| N° da Cápsula                                    | 10     | 8      | 7            | 4      | 2                   |
| Solo Umido + Cápsula (g)                         | 119,60 | 116,20 | 116,50       | 116,40 | 122,00              |
| Solo Seco + Cápsula (g)                          | 103,75 | 96,68  | 96,94        | 95,43  | 99,01               |
| Peso da Cápsula (g)                              | 28,95  | 26,10  | 30,16        | 27,18  | 28,99               |
| Água (g)                                         | 18,33  | 18,49  | 18,62        | 20,13  | 21,99               |
| Solo Seco (g)                                    | 74,80  | 70,58  | 66,78        | 68,25  | 70,02               |
| Umidade (%)                                      | 24,5   | 26,2   | 27,9         | 29,5   | 31,4                |

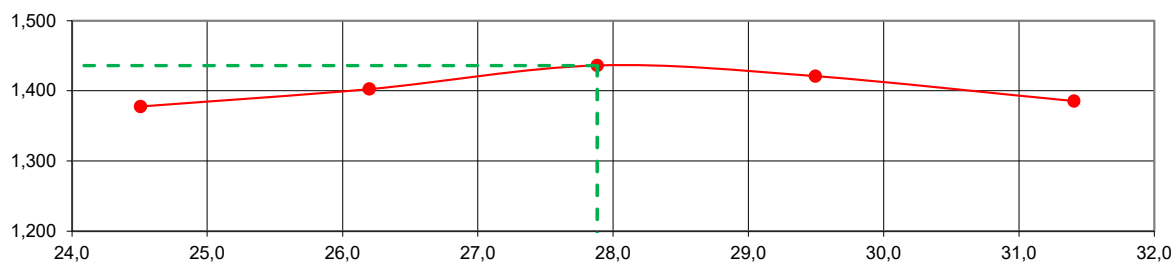
I.S.C



Expansão



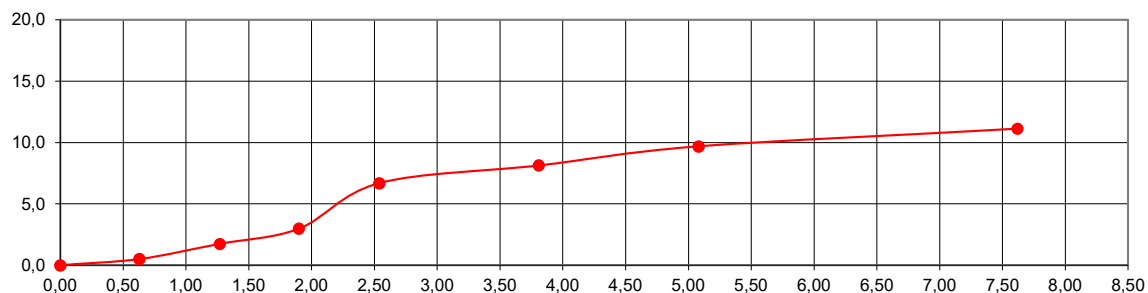
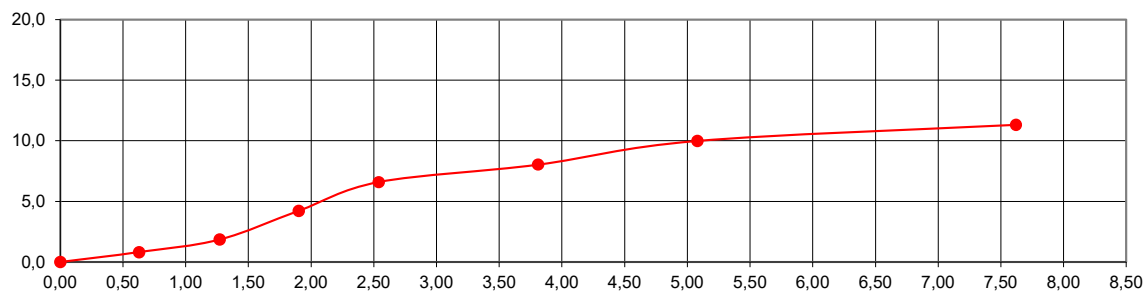
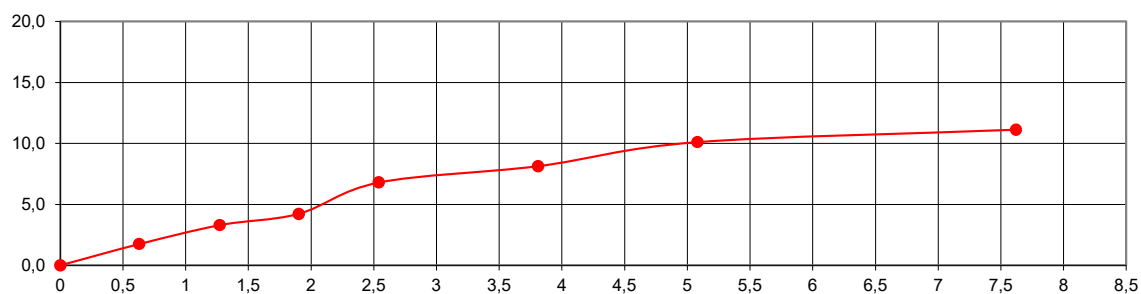
Densidade



|                        |                                 |   |                  |       |          |      |
|------------------------|---------------------------------|---|------------------|-------|----------|------|
| ENERGIA DE COMPACTAÇÃO | Modificado Intermediário Normal |   | Densidade Máxima | 1,436 | Expansão | 0,29 |
|                        |                                 | X | Umidade Ótima    | 27,9  | I.S.C    | 9,4  |

**ENSAIOS DO I.S.C**

| Registro:            |            |         |           |         |       |         |           |         |       | Constante da Prensa: |           | 0,103   |       |
|----------------------|------------|---------|-----------|---------|-------|---------|-----------|---------|-------|----------------------|-----------|---------|-------|
| Cilindro Nº          |            | 6       |           |         |       | 5       |           |         |       | 9                    |           |         |       |
| Data                 | Hora       | Leitura | Diferença |         | %     | Leitura | Diferença |         | %     | Leitura              | Diferença |         | %     |
| 10/08/25             | 24         | 0,00    |           |         |       | 0,00    |           |         |       | 0,00                 |           |         |       |
| 11/08/25             | 48         |         |           |         |       |         |           |         |       |                      |           |         |       |
| 12/08/25             | 72         |         |           |         |       |         |           |         |       |                      |           |         |       |
| 13/08/25             | 96         | 0,78    | 0,78      |         | 0,68  | 0,33    | 0,33      |         | 0,29  | 0,29                 | 0,29      |         | 0,25  |
| ALTURA INICIAL (mm): |            | 114,50  |           |         |       | 114,50  |           |         |       | 114,60               |           |         |       |
| Pen.                 | Tempo Min. | LEITURA |           |         |       | LEITURA |           |         |       | LEITURA              |           |         |       |
|                      |            | Anel    | Calc.     | Corrig. | I.S.C | Anel    | Calc.     | Corrig. | I.S.C | Anel                 | Calc.     | Corrig. | I.S.C |
| 0,00                 | 0,00       | 0       | 0,0       |         |       | 0       | 0,0       |         |       | 0                    | 0,0       |         |       |
| 0,63                 | 0,50       | 17      | 1,8       |         |       | 8       | 0,8       |         |       | 5                    | 0,5       |         |       |
| 1,27                 | 1,00       | 32      | 3,3       |         |       | 18      | 1,9       |         |       | 17                   | 1,8       |         |       |
| 1,90                 | 1,50       | 41      | 4,2       |         |       | 41      | 4,2       |         |       | 29                   | 3,0       |         |       |
| 2,54                 | 2,00       | 66      | 6,8       |         | 9,7   | 64      | 6,6       |         | 9,4   | 65                   | 6,7       |         | 9,6   |
| 3,81                 | 3,00       | 79      | 8,1       |         |       | 78      | 8,0       |         |       | 79                   | 8,1       |         |       |
| 5,08                 | 4,00       | 98      | 10,1      |         | 9,6   | 97      | 10,0      |         | 9,5   | 94                   | 9,7       |         | 9,2   |
| 7,62                 | 6,00       | 108     | 11,1      |         |       | 110     | 11,3      |         |       | 108                  | 11,1      |         |       |
| 10,16                | 8,00       | 118     | 12,2      |         |       | 119     | 12,3      |         |       | 116                  | 11,9      |         |       |
| 12,70                | 10,00      | 126     | 13,0      |         |       | 131     | 13,5      |         |       | 125                  | 12,9      |         |       |



## Laboratório de Solos e Misturas

|                                                  |       |              |            |
|--------------------------------------------------|-------|--------------|------------|
| Interessado:                                     |       | Obra:        |            |
| Interessado: Prefeitura Municipal de SULINA - PR |       | PROJETADA 01 |            |
| Identificação da Amostra:                        |       | Material:    | Data:      |
| Amostra Nº 01                                    |       | Argila       | 13/08/2025 |
| SL OU TN                                         | -     |              |            |
| ESTACA Nº                                        | -     |              |            |
| AMOSTRA Nº                                       | 01    |              |            |
| POSIÇÃO                                          | -     |              |            |
| DENSIDADE MÁXIMA %                               | 1,436 |              |            |
| UMIDADE ÓTIMA %                                  | 27,9  |              |            |
| EXPANSÃO %                                       | 0,29  |              |            |
| I.S.C %                                          | 9,4   |              |            |
| OBSERVAÇÕES:                                     |       |              |            |





**ENSAIOS  
TECNOLÓGICOS**

*Ensaio tecnológico para Solos, Concretos e Pavimentação*

*CNPJ: 23.710.246/0001-52 – CHOPINZINHO – PARANÁ FONE (46) 991103457*



## **Laboratório de Solos e Misturas**

**Interessado: Prefeitura Municipal de SULINA - PR**

**Trabalho: Ensaio de Compactação**

**PROJETADA 02**

**Amostra Nº 02**

## Laboratório de Solos e Misturas

Interessado:

Interessado: Prefeitura Municipal de SULINA - PR

|       |
|-------|
| Obra: |
|-------|

## PROJETADA 02

Identificação da Amostra:

Material:

|       |
|-------|
| Data: |
|-------|

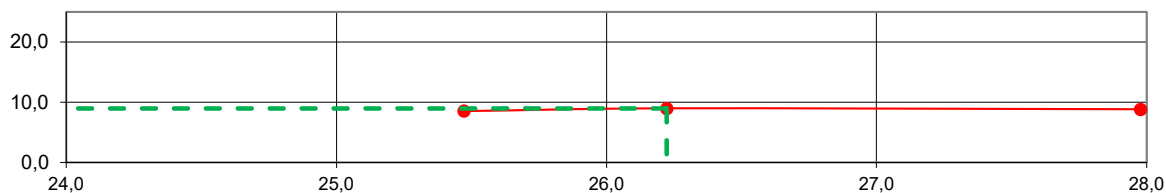
Amostra N° 02

Argila

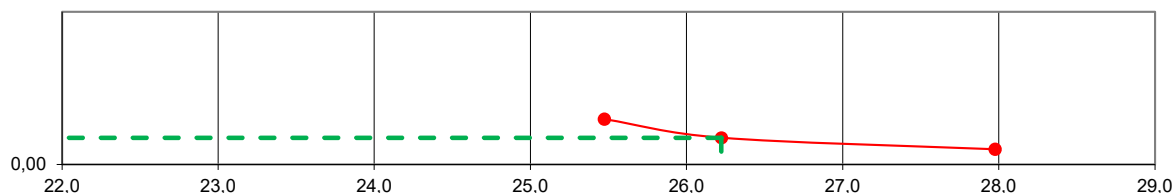
13/08/2025

| Nº do Molde              | 12     | 14     | 20     | 19     | 13     |                     |  |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------------|--|
| Solo Umido + Molde (g)   | 8,988  | 8,835  | 8,800  | 7,966  | 8,438  |                     |  |
| Peso do Molde (g)        | 5,200  | 4,800  | 4,700  | 4,000  | 4,700  |                     |  |
| Solo Umido (g)           | 3,788  | 4,035  | 4,100  | 3,966  | 3,738  |                     |  |
| Volume do Molde          | 2,089  | 2,089  | 2,091  | 2,090  | 2,090  |                     |  |
| Densidade do Solo Umido  | 1,813  | 1,932  | 1,961  | 1,898  | 1,789  |                     |  |
| Densidade do Solo Seco   | 1,475  | 1,539  | 1,553  | 1,483  | 1,379  | Umidade Igroscópica |  |
| Nº da Cápsula            | 18     | 15     | 14     | 16     | 17     |                     |  |
| Solo Umido + Cápsula (g) | 113,25 | 108,65 | 120,60 | 111,72 | 110,53 |                     |  |
| Solo Seco + Cápsula (g)  | 98,34  | 91,15  | 101,57 | 92,20  | 90,53  |                     |  |
| Peso da Cápsula (g)      | 33,23  | 22,45  | 29,00  | 22,43  | 23,17  |                     |  |
| Água (g)                 | 14,91  | 17,50  | 19,03  | 19,52  | 20,00  |                     |  |
| Solo Seco (g)            | 65,11  | 68,7   | 72,57  | 69,77  | 67,36  |                     |  |
| Umidade (%)              | 22,9   | 25,5   | 26,2   | 28,0   | 29,7   |                     |  |

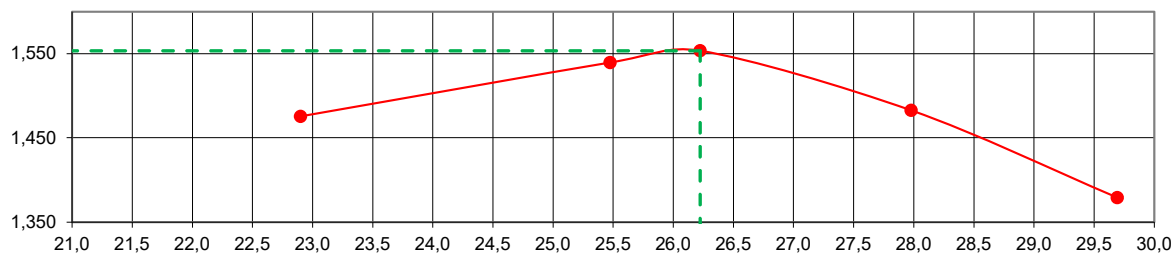
**I.S.C**



## Expansão



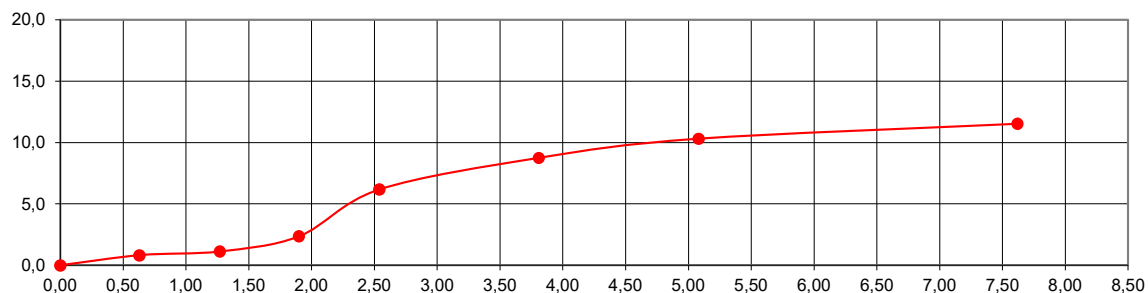
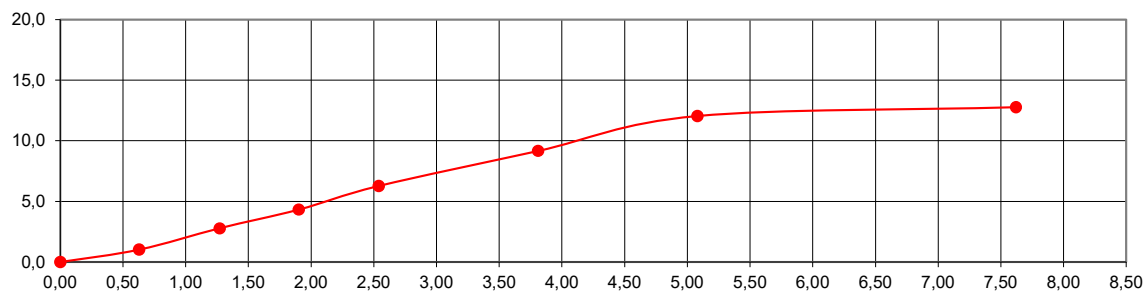
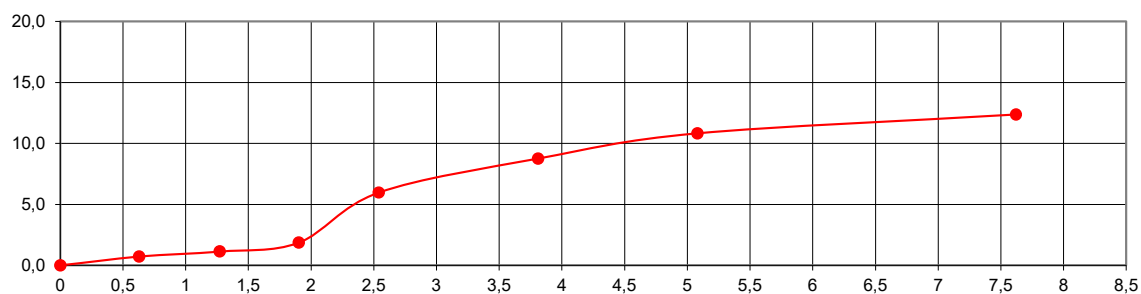
## Densidade



|                                       |                                     |          |                         |              |                 |             |
|---------------------------------------|-------------------------------------|----------|-------------------------|--------------|-----------------|-------------|
| <b>ENERGIA<br/>DE<br/>COMPACTAÇÃO</b> | <b>Modificado<br/>Intermediário</b> |          | <b>Densidade Máxima</b> | <b>1,553</b> | <b>Expansão</b> | <b>0,26</b> |
|                                       |                                     |          |                         |              |                 |             |
|                                       | <b>Normal</b>                       | <b>X</b> | <b>Umidade Ótima</b>    | <b>26,2</b>  | <b>I.S.C</b>    | <b>9,0</b>  |

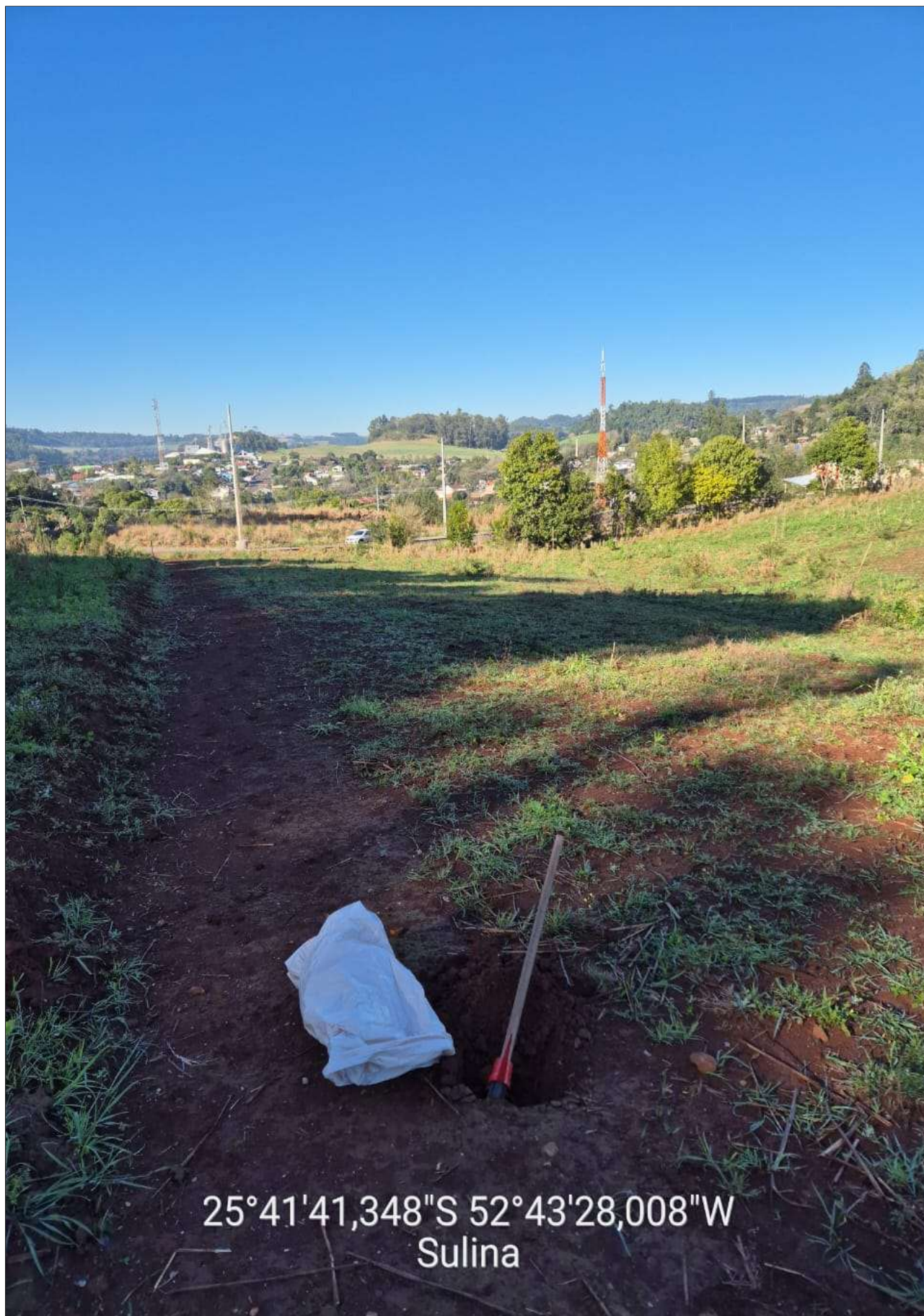
**ENSAIOS DO I.S.C**

| Registro:            |            |         |           |         |       |         |           |         |       | Constante da Prensa: |           | 0,103   |       |
|----------------------|------------|---------|-----------|---------|-------|---------|-----------|---------|-------|----------------------|-----------|---------|-------|
| Cilindro Nº          |            | 14      |           |         |       | 20      |           |         |       | 19                   |           |         |       |
| Data                 | Hora       | Leitura | Diferença |         | %     | Leitura | Diferença |         | %     | Leitura              | Diferença |         | %     |
| 10/08/25             | 24         | 0,00    |           |         |       | 0,00    |           |         |       | 0,00                 |           |         |       |
| 11/08/25             | 48         |         |           |         |       |         |           |         |       |                      |           |         |       |
| 12/08/25             | 72         |         |           |         |       |         |           |         |       |                      |           |         |       |
| 13/08/25             | 96         | 0,51    | 0,51      |         | 0,45  | 0,30    | 0,30      |         | 0,26  | 0,17                 | 0,17      |         | 0,15  |
| ALTURA INICIAL (mm): |            | 114,50  |           |         |       | 114,50  |           |         |       | 114,60               |           |         |       |
| Pen.                 | Tempo Min. | LEITURA |           |         |       | LEITURA |           |         |       | LEITURA              |           |         |       |
|                      |            | Anel    | Calc.     | Corrig. | I.S.C | Anel    | Calc.     | Corrig. | I.S.C | Anel                 | Calc.     | Corrig. | I.S.C |
| 0,00                 | 0,00       | 0       | 0,0       |         |       | 0       | 0,0       |         |       | 0                    | 0,0       |         |       |
| 0,63                 | 0,50       | 7       | 0,7       |         |       | 10      | 1,0       |         |       | 8                    | 0,8       |         |       |
| 1,27                 | 1,00       | 11      | 1,1       |         |       | 27      | 2,8       |         |       | 11                   | 1,1       |         |       |
| 1,90                 | 1,50       | 18      | 1,9       |         |       | 42      | 4,3       |         |       | 23                   | 2,4       |         |       |
| 2,54                 | 2,00       | 58      | 6,0       |         | 8,5   | 61      | 6,3       |         | 9,0   | 60                   | 6,2       |         | 8,8   |
| 3,81                 | 3,00       | 85      | 8,8       |         |       | 89      | 9,2       |         |       | 85                   | 8,8       |         |       |
| 5,08                 | 4,00       | 105     | 10,8      |         | 10,3  | 117     | 12,1      |         | 11,5  | 100                  | 10,3      |         | 9,8   |
| 7,62                 | 6,00       | 120     | 12,4      |         |       | 124     | 12,8      |         |       | 112                  | 11,5      |         |       |
| 10,16                | 8,00       | 130     | 13,4      |         |       | 136     | 14,0      |         |       | 120                  | 12,4      |         |       |
| 12,70                | 10,00      | 141     | 14,5      |         |       | 150     | 15,5      |         |       | 131                  | 13,5      |         |       |



## Laboratório de Solos e Misturas

|                                                  |       |              |            |
|--------------------------------------------------|-------|--------------|------------|
| Interessado:                                     |       | Obra:        |            |
| Interessado: Prefeitura Municipal de SULINA - PR |       | PROJETADA 02 |            |
| Identificação da Amostra:                        |       | Material:    | Data:      |
| Amostra Nº 02                                    |       | Argila       | 13/08/2025 |
| SL OU TN                                         | -     |              |            |
| ESTACA Nº                                        | -     |              |            |
| AMOSTRA Nº                                       | 02    |              |            |
| POSIÇÃO                                          | -     |              |            |
| DENSIDADE MÁXIMA %                               | 1,553 |              |            |
| UMIDADE ÓTIMA %                                  | 26,2  |              |            |
| EXPANSÃO %                                       | 0,26  |              |            |
| I.S.C %                                          | 9,0   |              |            |
| OBSERVAÇÕES:                                     |       |              |            |



25°41'41,348"S 52°43'28,008"W  
Sulina



**ENSAIOS  
TECNOLÓGICOS**

*Ensaio tecnológico para Solos, Concretos e Pavimentação*

*CNPJ: 23.710.246/0001-52 – CHOPINZINHO – PARANÁ FONE (46) 991103457*



## **Laboratório de Solos e Misturas**

**Interessado: Prefeitura Municipal de SULINA - PR**

**Trabalho: Ensaio de Compactação**

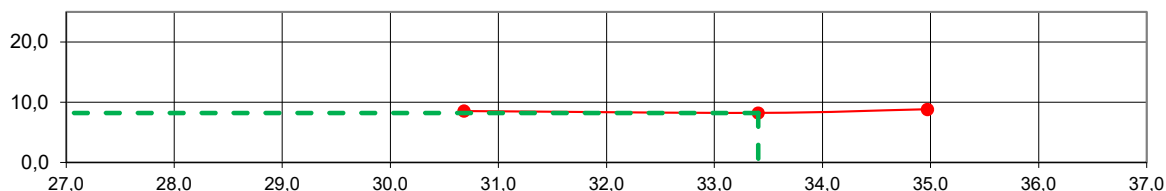
**PROJETADA 03**

**Amostra Nº 03**

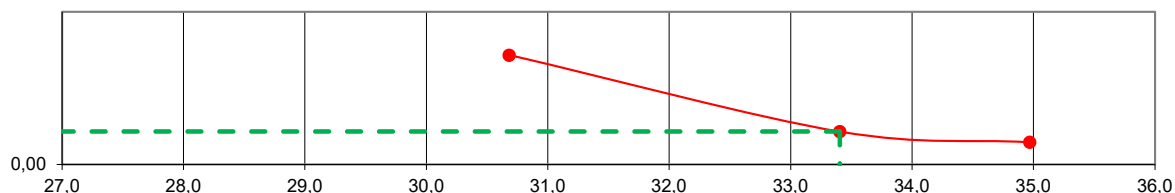
## Laboratório de Solos e Misturas

|                                                  |        |        |              |        |                     |
|--------------------------------------------------|--------|--------|--------------|--------|---------------------|
| Interessado:                                     |        |        | Obra:        |        |                     |
| Interessado: Prefeitura Municipal de SULINA - PR |        |        | PROJETADA 03 |        |                     |
| Identificação da Amostra:                        |        |        | Material:    |        | Data:               |
| Amostra N° 03                                    |        |        | Argila       |        | 13/08/2025          |
| N° do Molde                                      | 27     | 21     | 25           | 26     | 23                  |
| Solo Umido + Molde (g)                           | 8,500  | 8,595  | 8,555        | 8,817  | 8,833               |
| Peso do Molde (g)                                | 4,800  | 4,800  | 4,500        | 4,800  | 4,800               |
| Solo Umido (g)                                   | 3,700  | 3,795  | 4,055        | 4,017  | 4,033               |
| Volume do Molde                                  | 2,089  | 2,089  | 2,072        | 2,090  | 2,091               |
| Densidade do Solo Umido                          | 1,771  | 1,817  | 1,957        | 1,922  | 1,929               |
| Densidade do Solo Seco                           | 1,373  | 1,390  | 1,467        | 1,424  | 1,413               |
|                                                  |        |        |              |        | Umidade Igroscópica |
| N° da Cápsula                                    | 28     | 30     | 22           | 24     | 29                  |
| Solo Umido + Cápsula (g)                         | 105,63 | 104,78 | 94,88        | 105,65 | 108,70              |
| Solo Seco + Cápsula (g)                          | 86,99  | 85,50  | 74,69        | 84,34  | 85,66               |
| Peso da Cápsula (g)                              | 22,70  | 22,66  | 14,25        | 23,40  | 22,46               |
| Água (g)                                         | 18,64  | 19,28  | 20,19        | 21,31  | 23,04               |
| Solo Seco (g)                                    | 64,29  | 62,84  | 60,44        | 60,94  | 63,2                |
| Umidade (%)                                      | 29,0   | 30,7   | 33,4         | 35,0   | 36,5                |

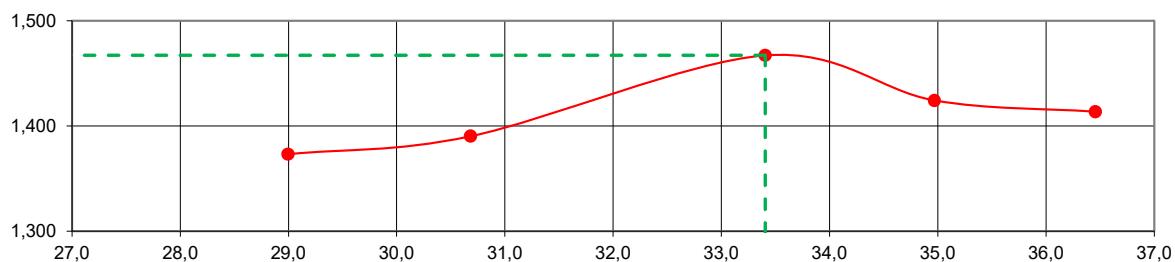
### I.S.C



### Expansão



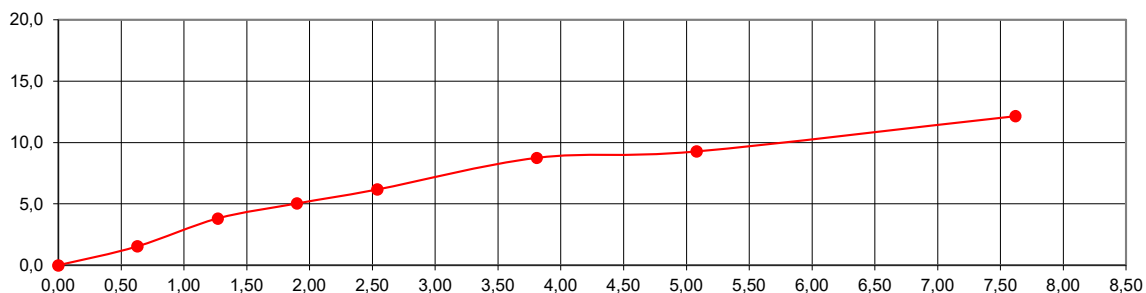
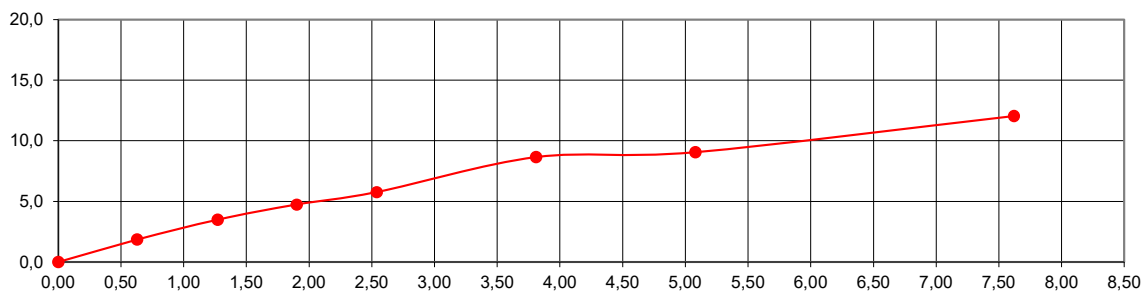
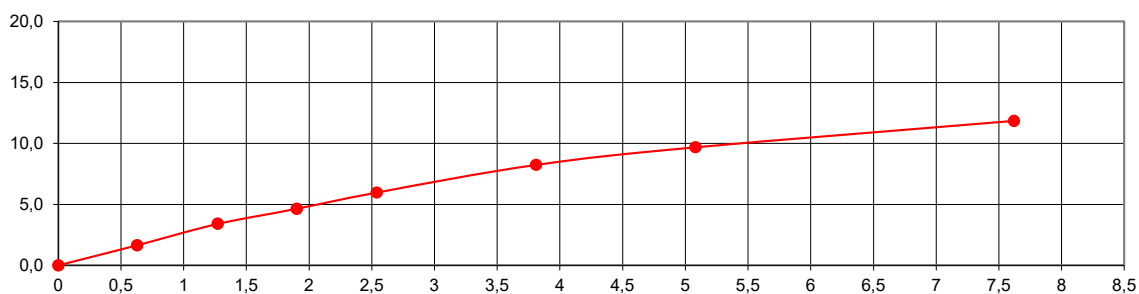
### Densidade



|                        |                                 |   |                  |       |          |      |
|------------------------|---------------------------------|---|------------------|-------|----------|------|
| ENERGIA DE COMPACTAÇÃO | Modificado Intermediário Normal |   | Densidade Máxima | 1,467 | Expansão | 0,32 |
|                        |                                 | X | Umidade Ótima    | 33,4  | I.S.C    | 8,2  |

## ENSAIOS DO I.S.C

| Registro:            |            |         |           |         |       |         |           |         |       | Constante da Prensa: |           | 0,103   |       |
|----------------------|------------|---------|-----------|---------|-------|---------|-----------|---------|-------|----------------------|-----------|---------|-------|
| Cilindro Nº          |            | 21      |           |         |       | 25      |           |         |       | 26                   |           |         |       |
| Data                 | Hora       | Leitura | Diferença |         | %     | Leitura | Diferença |         | %     | Leitura              | Diferença |         | %     |
| 10/08/25             | 24         | 0,00    |           |         |       | 0,00    |           |         |       | 0,00                 |           |         |       |
| 11/08/25             | 48         |         |           |         |       |         |           |         |       |                      |           |         |       |
| 12/08/25             | 72         |         |           |         |       |         |           |         |       |                      |           |         |       |
| 13/08/25             | 96         | 1,23    | 1,23      |         | 1,07  | 0,37    | 0,37      |         | 0,32  | 0,25                 | 0,25      |         | 0,22  |
| ALTURA INICIAL (mm): |            | 114,50  |           |         |       | 114,50  |           |         |       | 114,60               |           |         |       |
| Pen.                 | Tempo Min. | LEITURA |           |         |       | LEITURA |           |         |       | LEITURA              |           |         |       |
|                      |            | Anel    | Calc.     | Corrig. | I.S.C | Anel    | Calc.     | Corrig. | I.S.C | Anel                 | Calc.     | Corrig. | I.S.C |
| 0,00                 | 0,00       | 0       | 0,0       |         |       | 0       | 0,0       |         |       | 0                    | 0,0       |         |       |
| 0,63                 | 0,50       | 16      | 1,6       |         |       | 18      | 1,9       |         |       | 15                   | 1,5       |         |       |
| 1,27                 | 1,00       | 33      | 3,4       |         |       | 34      | 3,5       |         |       | 37                   | 3,8       |         |       |
| 1,90                 | 1,50       | 45      | 4,6       |         |       | 46      | 4,7       |         |       | 49                   | 5,0       |         |       |
| 2,54                 | 2,00       | 58      | 6,0       |         | 8,5   | 56      | 5,8       |         | 8,2   | 60                   | 6,2       |         | 8,8   |
| 3,81                 | 3,00       | 80      | 8,2       |         |       | 84      | 8,7       |         |       | 85                   | 8,8       |         |       |
| 5,08                 | 4,00       | 94      | 9,7       |         | 9,2   | 88      | 9,1       |         | 8,6   | 90                   | 9,3       |         | 8,8   |
| 7,62                 | 6,00       | 115     | 11,8      |         |       | 117     | 12,1      |         |       | 118                  | 12,2      |         |       |
| 10,16                | 8,00       | 130     | 13,4      |         |       | 134     | 13,8      |         |       | 130                  | 13,4      |         |       |
| 12,70                | 10,00      | 141     | 14,5      |         |       | 145     | 14,9      |         |       | 144                  | 14,8      |         |       |



## Laboratório de Solos e Misturas

|                                                  |       |              |            |
|--------------------------------------------------|-------|--------------|------------|
| Interessado:                                     |       | Obra:        |            |
| Interessado: Prefeitura Municipal de SULINA - PR |       | PROJETADA 03 |            |
| Identificação da Amostra:                        |       | Material:    | Data:      |
| Amostra Nº 03                                    |       | Argila       | 13/08/2025 |
| SL OU TN                                         | -     |              |            |
| ESTACA Nº                                        | -     |              |            |
| AMOSTRA Nº                                       | 03    |              |            |
| POSIÇÃO                                          | -     |              |            |
| DENSIDADE MÁXIMA %                               | 1,467 |              |            |
| UMIDADE ÓTIMA %                                  | 33,4  |              |            |
| EXPANSÃO %                                       | 0,32  |              |            |
| I.S.C %                                          | 8,2   |              |            |
| OBSERVAÇÕES:                                     |       |              |            |



## SEDU / PARANACIDADE

|             |                        |               |           |
|-------------|------------------------|---------------|-----------|
| MUNICÍPIO : | SULINA-PR              | DIVERSAS RUAS | E.R. :    |
| OBRA :      | PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA |               | SAM :     |
|             |                        |               | LOTE : 01 |

### DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

Método DNIT - Murilo Lopes de Souza

#### Comentários iniciais :

O Estudo do Subleito é um capítulo muito importante para o sucesso do Projeto. Para efetuarmos o dimensionamento das camadas superiores do pavimento, precisamos conhecer a Capacidade de Suporte do subleito, bem como, as cargas que atuarão sobre o mesmo, durante a vida útil da via.

**Iniciamos então a definição do Projeto, estudando a solução do subleito.**

#### **Primeiro Passo :**

##### Determinar o Índice de Suporte do Subleito

Existem duas possibilidades para o subleito

a) Quando o Índice de Suporte for maior o igual a 2,00 % : **manter o subleito natural**

b) Quando o Índice de Suporte for **menor** que 2,00 % : **Estudar a solução**

b.1 Podemos remover o subleito e repor com Material de qualidade superior

b.2 Podemos Reforçar o subleito com utilização de Geosintéticos / Geogrelhas

Ou ainda, estudar outras soluções.

**obs:-** Em todos os casos é necessário primeiramente solucionar a Drenagem do Subleito

Portanto, definida a solução para o Subleito e para a Drenagem, iniciamos então o dimensionamento a partir do Índice de Suporte do subleito

|     |     |
|-----|-----|
| I.S | 8,1 |
|-----|-----|

#### **Segundo Passo :**

##### Determinar o Volume de Tráfego .....

$$N = a.10^b$$

Com base nos estudos realizados, determinam-se os parâmetros

a = 1,0

e b = 5

Obtendo-se o valor de "N"

$$N = 1,0 \times 10^5$$

#### **Terceiro Passo :**

##### Elaborar as Alternativas para o Projeto do Pavimento :

Com base nos Estudos realizados, na disponibilidade de Materiais na Região, na experiência dos técnicos envolvidos no Projeto e nas Soluções Técnicas de Pavimentação adotadas pelo Município em Projetos anteriores, formulamos as "**Alternativas de Soluções**" para o presente Projeto.

##### Alternativa 1 :

|                     |                                             | I.S   | K    |
|---------------------|---------------------------------------------|-------|------|
| Revestimento :      | Concreto Betuminoso Usinado a Quente - CBUQ |       | 2,00 |
| Base :              | Brita Graduada                              | 12,00 | 1,00 |
| Sub-base :          | Macadame seco                               | 25,00 | 0,77 |
| Ref. do Sub leito : |                                             | 0     | 0,70 |

**Quarto Passo :**

**Determinar Tipo e Espessura do Revestimento**

Em função do Volume de Tráfego "N" e dos Materiais Disponíveis na Região, escolhemos um Tipo de Revestimento e atribuímos a Espessura do mesmo.

Revestimento: **Concreto Betuminoso Usinado a Quente - CBUQ**

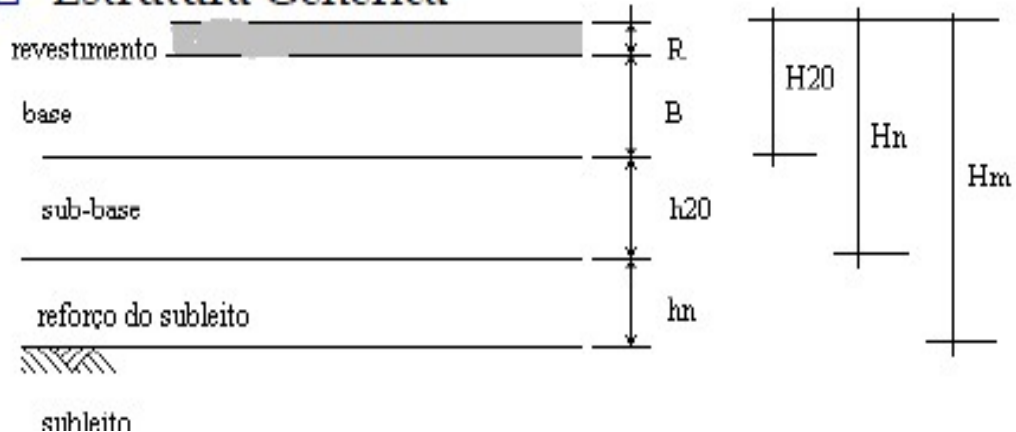
e = **5,00** cm

**Quinto Passo :**

**Calcular as alturas de Pavimento necessárias acima de cada camada**

Em função do Volume de Tráfego "N" e do IS (Índice de Suporte) de cada camada, do quadro de alternativas acima

**□ Estrutura Genérica**



**a) Alternativa 3**

Temos então : **altura de pavimento em cm (tiradas do ábaco - ANEXO )**

a) Revestimento

|     |      |    |
|-----|------|----|
| R = | 5,00 | cm |
|-----|------|----|

b)  $H_{20}$  - Sobre a sub-base

|            |            |    |    |
|------------|------------|----|----|
| $H_{20}$ = | $H_{12}$ = | 23 | cm |
|------------|------------|----|----|

c)  $H_n$  - Sobre o Reforço

|         |         |    |    |
|---------|---------|----|----|
| $H_n$ = | $H_0$ = | 39 | cm |
|---------|---------|----|----|

d)  $H_m$  - Sobre o Subleito

|         |             |    |    |
|---------|-------------|----|----|
| $H_m$ = | $H_{8,1}$ = | 39 | cm |
|---------|-------------|----|----|

**CONFERÊNCIA :  $H_m$  obtido**

|         |        |       |    |
|---------|--------|-------|----|
| $H_m$ = | obtido | 41,25 | cm |
|---------|--------|-------|----|

|             |      |    |
|-------------|------|----|
| $K_R$ =     | 2,00 | cm |
| $K_B$ =     | 1,00 | cm |
| $K_{SB}$ =  | 0,77 | cm |
| $K_{ref}$ = | 0,70 | cm |

Uma vez adotada a espessura do pavimento "R" ,  
calculamos a seguir a espessura mínima para a BASE ("B")

Adotado : **R = 5,00** cm

$$R \cdot K_R + B \cdot K_B \geq H_{20}$$

donde,  $B$  (mín) = **12,60** cm Adotado : **B = 12,00** cm

calculamos a seguir a espessura mínima para a Sub-ase (SB)

$$R \cdot K_R + B \cdot K_B + SB \cdot K_{SB} \geq H_n$$

donde,  $SB$  (mín) = **21,80** cm Adotado : **SB = 25,00** cm

calculamos a seguir a espessura mínima para o Reforço do Subleito (SB)

$$R \cdot K_R + B \cdot K_B + SB \cdot K_{SB} + Ref \cdot K_{Ref} \geq H_m$$

donde,  $Ref$  (mín) = **0,00** cm Adotado : **Ref = 0,00** cm



## **Laboratório de Solos e Misturas**

**Interessado: Prefeitura Municipal de SULINA - PR**

**Trabalho: Ensaio de Compactação**

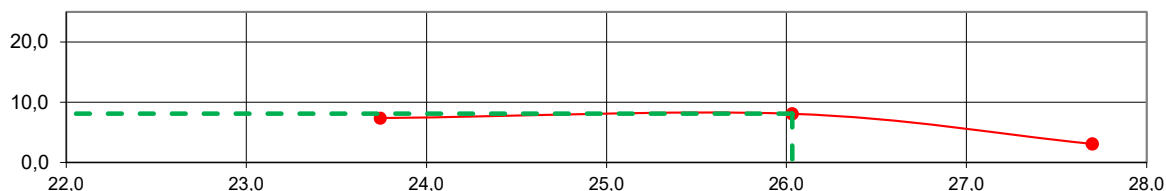
**PROJETADA 04**

**Amostra Nº 06**

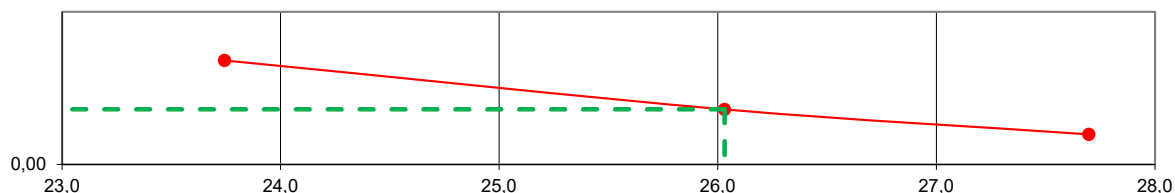
## Laboratório de Solos e Misturas

|                                                  |        |        |              |        |                     |
|--------------------------------------------------|--------|--------|--------------|--------|---------------------|
| Interessado:                                     |        |        | Obra:        |        |                     |
| Interessado: Prefeitura Municipal de SULINA - PR |        |        | PROJETADA 04 |        |                     |
| Identificação da Amostra:                        |        |        | Material:    |        | Data:               |
| Amostra N° 06                                    |        |        | Argila       |        | 13/08/2025          |
| N° do Molde                                      | 59     | 51     | 55           | 53     | 56                  |
| Solo Umido + Molde (g)                           | 7,730  | 8,490  | 7,568        | 7,322  | 7,260               |
| Peso do Molde (g)                                | 4,800  | 5,200  | 3,800        | 3,750  | 3,750               |
| Solo Umido (g)                                   | 2,930  | 3,290  | 3,768        | 3,572  | 3,510               |
| Volume do Molde                                  | 2,089  | 2,090  | 2,090        | 2,090  | 2,089               |
| Densidade do Solo Umido                          | 1,403  | 1,574  | 1,803        | 1,709  | 1,680               |
| Densidade do Solo Seco                           | 1,151  | 1,272  | 1,430        | 1,338  | 1,294               |
|                                                  |        |        |              |        | Umidade Igroscópica |
| N° da Cápsula                                    | 52     | 54     | 58           | 60     | 57                  |
| Solo Umido + Cápsula (g)                         | 102,55 | 101,62 | 101,19       | 100,98 | 100,26              |
| Solo Seco + Cápsula (g)                          | 87,06  | 86,55  | 83,27        | 82,09  | 80,40               |
| Peso da Cápsula (g)                              | 16,10  | 23,08  | 14,43        | 13,89  | 13,81               |
| Água (g)                                         | 15,49  | 15,07  | 17,92        | 18,89  | 19,86               |
| Solo Seco (g)                                    | 70,96  | 63,47  | 68,84        | 68,2   | 66,59               |
| Umidade (%)                                      | 21,8   | 23,7   | 26,0         | 27,7   | 29,8                |

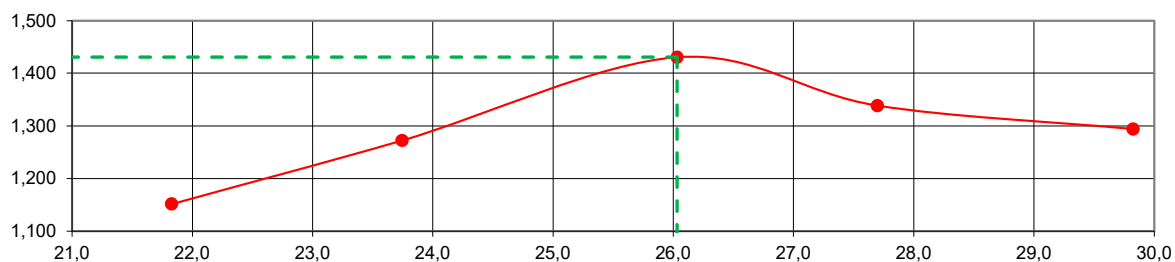
I.S.C



Expansão



Densidade

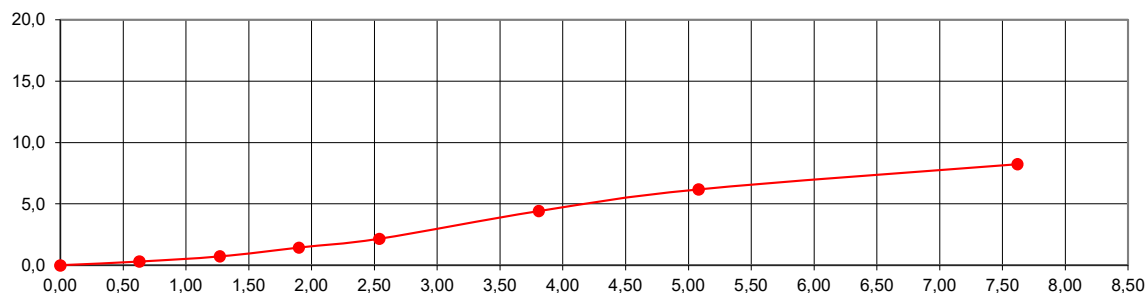
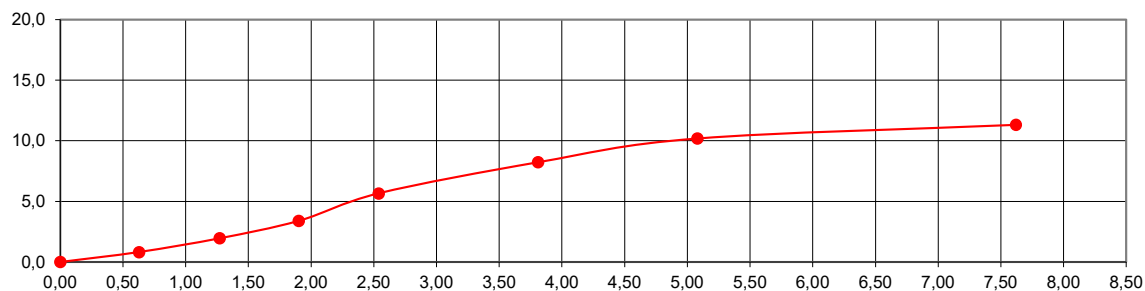
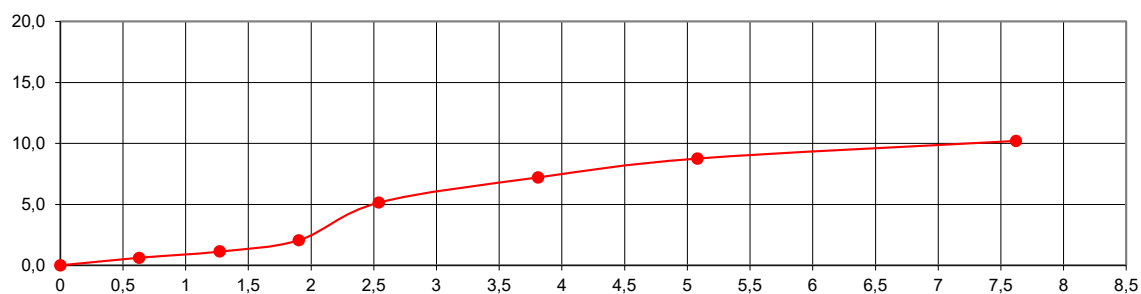


|                        |                                 |   |                  |       |          |      |
|------------------------|---------------------------------|---|------------------|-------|----------|------|
| ENERGIA DE COMPACTAÇÃO | Modificado Intermediário Normal |   | Densidade Máxima | 1,430 | Expansão | 0,54 |
|                        |                                 | X | Umidade Ótima    | 26,0  | I.S.C    | 8,1  |

## Laboratório de Solos e Misturas

### ENSAIOS DO I.S.C

| Registro:            |       |         |           |         |       |         |           |         |       | Constante da Prensa: |           | 0,103   |       |
|----------------------|-------|---------|-----------|---------|-------|---------|-----------|---------|-------|----------------------|-----------|---------|-------|
| Cilindro Nº          |       | 51      |           |         |       | 55      |           |         |       | 53                   |           |         |       |
| Data                 | Hora  | Leitura | Diferença |         | %     | Leitura | Diferença |         | %     | Leitura              | Diferença |         | %     |
| 10/08/25             | 24    | 0,00    |           |         |       | 0,00    |           |         |       | 0,00                 |           |         |       |
| 11/08/25             | 48    |         |           |         |       |         |           |         |       |                      |           |         |       |
| 12/08/25             | 72    |         |           |         |       |         |           |         |       |                      |           |         |       |
| 13/08/25             | 96    | 1,17    | 1,17      |         | 1,02  | 0,62    | 0,62      |         | 0,54  | 0,34                 | 0,34      |         | 0,30  |
| ALTURA INICIAL (mm): |       | 114,50  |           |         |       | 114,50  |           |         |       | 114,60               |           |         |       |
| Pen.                 | Tempo | LEITURA |           |         |       | LEITURA |           |         |       | LEITURA              |           |         |       |
|                      | Min.  | Anel    | Calc.     | Corrig. | I.S.C | Anel    | Calc.     | Corrig. | I.S.C | Anel                 | Calc.     | Corrig. | I.S.C |
| 0,00                 | 0,00  | 0       | 0,0       |         |       | 0       | 0,0       |         |       | 0                    | 0,0       |         |       |
| 0,63                 | 0,50  | 6       | 0,6       |         |       | 8       | 0,8       |         |       | 3                    | 0,3       |         |       |
| 1,27                 | 1,00  | 11      | 1,1       |         |       | 19      | 2,0       |         |       | 7                    | 0,7       |         |       |
| 1,90                 | 1,50  | 20      | 2,1       |         |       | 33      | 3,4       |         |       | 14                   | 1,4       |         |       |
| 2,54                 | 2,00  | 50      | 5,2       |         | 7,4   | 55      | 5,7       |         | 8,1   | 21                   | 2,2       |         | 3,1   |
| 3,81                 | 3,00  | 70      | 7,2       |         |       | 80      | 8,2       |         |       | 43                   | 4,4       |         |       |
| 5,08                 | 4,00  | 85      | 8,8       |         | 8,3   | 99      | 10,2      |         | 9,7   | 60                   | 6,2       |         | 5,9   |
| 7,62                 | 6,00  | 99      | 10,2      |         |       | 110     | 11,3      |         |       | 80                   | 8,2       |         |       |
| 10,16                | 8,00  | 110     | 11,3      |         |       | 123     | 12,7      |         |       | 110                  | 11,3      |         |       |
| 12,70                | 10,00 | 120     | 12,4      |         |       | 134     | 13,8      |         |       | 120                  | 12,4      |         |       |



## Laboratório de Solos e Misturas

|                                                  |              |            |
|--------------------------------------------------|--------------|------------|
| Interessado:                                     | Obra:        |            |
| Interessado: Prefeitura Municipal de SULINA - PR | PROJETADA 04 |            |
| Identificação da Amostra:                        | Material:    | Data:      |
| Amostra Nº 06                                    | Argila       | 13/08/2025 |
| SL OU TN                                         | -            |            |
| ESTACA Nº                                        | -            |            |
| AMOSTRA Nº                                       | 06           |            |
| POSIÇÃO                                          | -            |            |
| DENSIDADE MÁXIMA %                               | 1,430        |            |
| UMIDADE ÓTIMA %                                  | 26,0         |            |
| EXPANSÃO %                                       | 0,54         |            |
| I.S.C %                                          | 8,1          |            |
| OBSERVAÇÕES:                                     |              |            |





ENSAIOS  
TECNOLÓGICOS

Ensaio tecnológico para Solos, Concretos e Pavimentação

CNPJ: 23.710.246/0001-52 – CHOPINZINHO – PARANÁ FONE (46) 991103457



## **Laboratório de Solos e Misturas**

**Interessado: Prefeitura Municipal de SULINA - PR**

**Trabalho: Ensaio de Compactação**

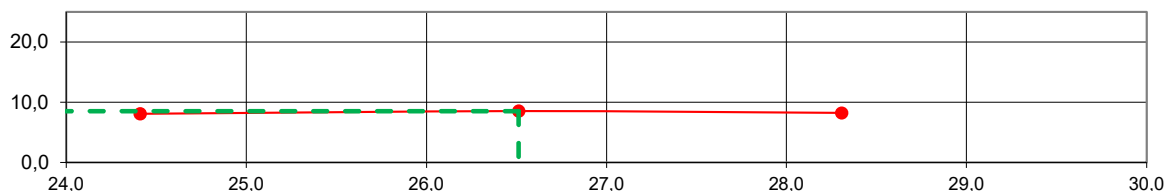
**PROJETADA 05**

**Amostra Nº 07**

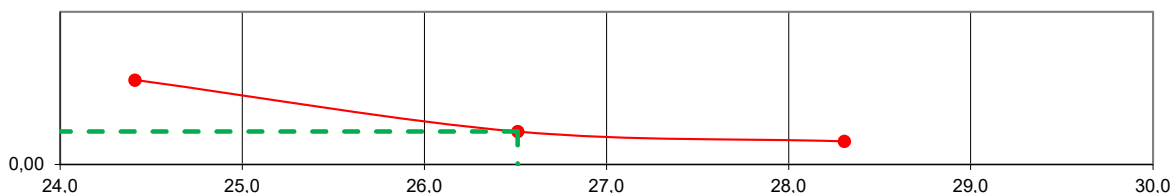
## Laboratório de Solos e Misturas

|                                                  |        |        |              |       |                     |
|--------------------------------------------------|--------|--------|--------------|-------|---------------------|
| Interessado:                                     |        |        | Obra:        |       |                     |
| Interessado: Prefeitura Municipal de SULINA - PR |        |        | PROJETADA 05 |       |                     |
| Identificação da Amostra:                        |        |        | Material:    |       | Data:               |
| Amostra N° 07                                    |        |        | Argila       |       | 13/08/2025          |
| N° do Molde                                      | 61     | 62     | 64           | 68    | 63                  |
| Solo Umido + Molde (g)                           | 7,000  | 7,150  | 7,467        | 7,205 | 7,244               |
| Peso do Molde (g)                                | 3,750  | 3,750  | 3,800        | 3,750 | 3,800               |
| Solo Umido (g)                                   | 3,250  | 3,400  | 3,667        | 3,455 | 3,444               |
| Volume do Molde                                  | 2,091  | 2,090  | 2,090        | 2,090 | 2,089               |
| Densidade do Solo Umido                          | 1,554  | 1,627  | 1,755        | 1,653 | 1,649               |
| Densidade do Solo Seco                           | 1,265  | 1,308  | 1,387        | 1,288 | 1,274               |
|                                                  |        |        |              |       | Umidade Igroscópica |
| N° da Cápsula                                    | 70     | 65     | 67           | 66    | 69                  |
| Solo Umido + Cápsula (g)                         | 101,85 | 100,99 | 101,26       | 99,92 | 100,00              |
| Solo Seco + Cápsula (g)                          | 87,07  | 83,89  | 86,01        | 81,04 | 83,73               |
| Peso da Cápsula (g)                              | 22,51  | 13,84  | 28,49        | 14,34 | 28,34               |
| Água (g)                                         | 14,78  | 17,10  | 15,25        | 18,88 | 16,27               |
| Solo Seco (g)                                    | 64,56  | 70,05  | 57,52        | 66,7  | 55,39               |
| Umidade (%)                                      | 22,9   | 24,4   | 26,5         | 28,3  | 29,4                |

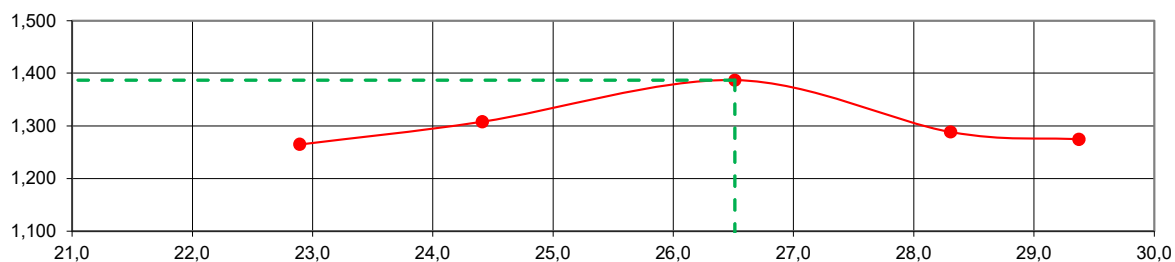
I.S.C



Expansão



Densidade

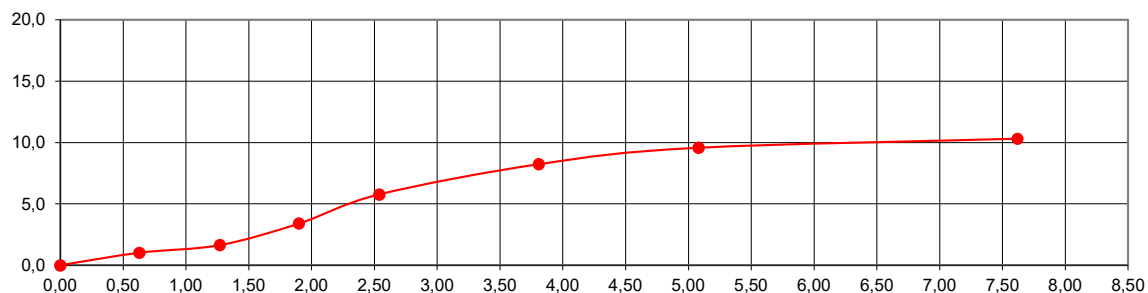
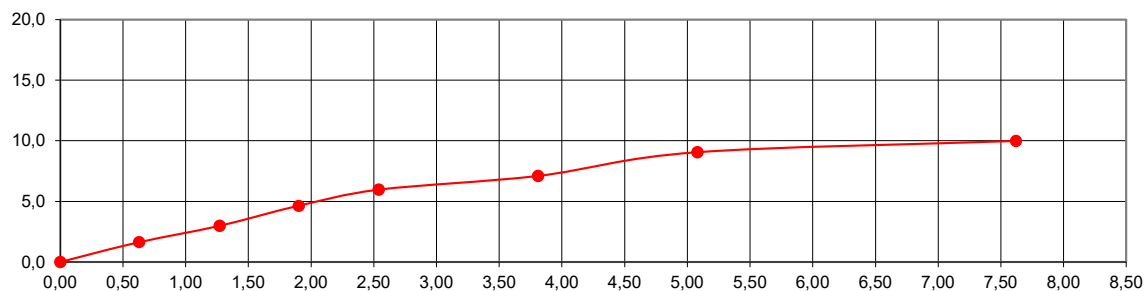
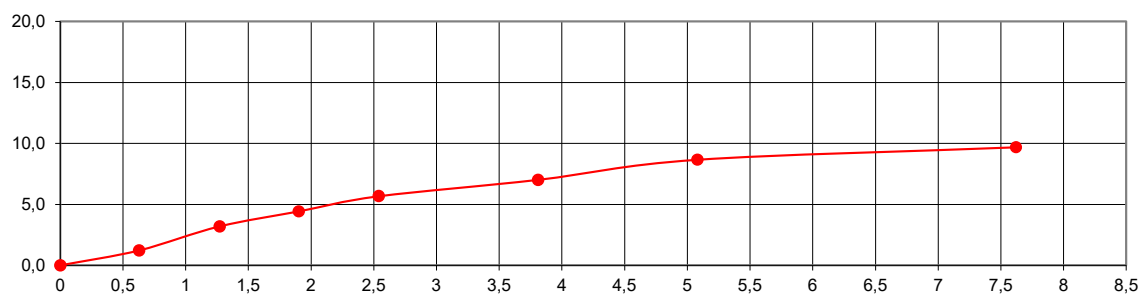


|                        |                                 |   |                  |       |          |      |
|------------------------|---------------------------------|---|------------------|-------|----------|------|
| ENERGIA DE COMPACTAÇÃO | Modificado Intermediário Normal |   | Densidade Máxima | 1,387 | Expansão | 0,32 |
|                        |                                 | X | Umidade Ótima    | 26,5  | I.S.C    | 8,5  |

## Laboratório de Solos e Misturas

### ENSAIOS DO I.S.C

| Registro:            |            |         |           |         |       |         |           |         |       | Constante da Prensa: |           | 0,103   |       |
|----------------------|------------|---------|-----------|---------|-------|---------|-----------|---------|-------|----------------------|-----------|---------|-------|
| Cilindro Nº          |            | 62      |           |         |       | 64      |           |         |       | 68                   |           |         |       |
| Data                 | Hora       | Leitura | Diferença |         | %     | Leitura | Diferença |         | %     | Leitura              | Diferença |         | %     |
| 10/08/25             | 24         | 0,00    |           |         |       | 0,00    |           |         |       | 0,00                 |           |         |       |
| 11/08/25             | 48         |         |           |         |       |         |           |         |       |                      |           |         |       |
| 12/08/25             | 72         |         |           |         |       |         |           |         |       |                      |           |         |       |
| 13/08/25             | 96         | 0,95    | 0,95      |         | 0,83  | 0,37    | 0,37      |         | 0,32  | 0,26                 | 0,26      |         | 0,23  |
| ALTURA INICIAL (mm): |            | 114,50  |           |         |       | 114,50  |           |         |       | 114,60               |           |         |       |
| Pen.                 | Tempo Min. | LEITURA |           |         |       | LEITURA |           |         |       | LEITURA              |           |         |       |
|                      |            | Anel    | Calc.     | Corrig. | I.S.C | Anel    | Calc.     | Corrig. | I.S.C | Anel                 | Calc.     | Corrig. | I.S.C |
| 0,00                 | 0,00       | 0       | 0,0       |         |       | 0       | 0,0       |         |       | 0                    | 0,0       |         |       |
| 0,63                 | 0,50       | 12      | 1,2       |         |       | 16      | 1,6       |         |       | 10                   | 1,0       |         |       |
| 1,27                 | 1,00       | 31      | 3,2       |         |       | 29      | 3,0       |         |       | 16                   | 1,6       |         |       |
| 1,90                 | 1,50       | 43      | 4,4       |         |       | 45      | 4,6       |         |       | 33                   | 3,4       |         |       |
| 2,54                 | 2,00       | 55      | 5,7       |         | 8,1   | 58      | 6,0       |         | 8,5   | 56                   | 5,8       |         | 8,2   |
| 3,81                 | 3,00       | 68      | 7,0       |         |       | 69      | 7,1       |         |       | 80                   | 8,2       |         |       |
| 5,08                 | 4,00       | 84      | 8,7       |         | 8,2   | 88      | 9,1       |         | 8,6   | 93                   | 9,6       |         | 9,1   |
| 7,62                 | 6,00       | 94      | 9,7       |         |       | 97      | 10,0      |         |       | 100                  | 10,3      |         |       |
| 10,16                | 8,00       | 110     | 11,3      |         |       | 105     | 10,8      |         |       | 108                  | 11,1      |         |       |
| 12,70                | 10,00      | 116     | 11,9      |         |       | 113     | 11,6      |         |       | 117                  | 12,1      |         |       |



## Laboratório de Solos e Misturas

|                                                  |              |            |
|--------------------------------------------------|--------------|------------|
| Interessado:                                     | Obra:        |            |
| Interessado: Prefeitura Municipal de SULINA - PR | PROJETADA 05 |            |
| Identificação da Amostra:                        | Material:    | Data:      |
| Amostra Nº 07                                    | Argila       | 13/08/2025 |
| SL OU TN                                         | -            |            |
| ESTACA Nº                                        | -            |            |
| AMOSTRA Nº                                       | 07           |            |
| POSIÇÃO                                          | -            |            |
| DENSIDADE MÁXIMA %                               | 1,387        |            |
| UMIDADE ÓTIMA %                                  | 26,5         |            |
| EXPANSÃO %                                       | 0,32         |            |
| I.S.C %                                          | 8,5          |            |
| OBSERVAÇÕES:                                     |              |            |



Documento assinado eletronicamente por:  
**Lucas José Chioquetta (17/11/2025 07:36:52)**

Nome/controle do arquivo:  
**2025111707365255.pdf**

*Aponte a sua câmera e verifique a autenticidade:*



<https://dss.paranacidade.org.br/validaAssinatura.htm?controle=2025111707365255>