



Ensaio de laboratório – Barragem Lomba de Sabão – Viamão-RS

data de emissão: 31/10/2024

Página 1 de 7

## **RELATÓRIO TÉCNICO DA COLETA DAS AMOSTRAS**

**INTERESSADO: VTB ENGENHARIA LTDA**

**CNPJ: 21.128.811/0001-42**

**LOCAL: Barragem Lomba do Sabão**

Araucária, 31 de outubro de 2024

**RELATÓRIO TÉCNICO DA COLETA DAS AMOSTRAS**Cliente: **VTB Engenharia LTDA**

Resp. Técnico: Eng. Robson Alan Rodrigues CREA – PR 143577/D

Robson Alan (41) 99636-1499

E-mail: [rar.engenharia ltda@gmail.com](mailto:rar.engenharia ltda@gmail.com) / [adm@eng.br](mailto:adm@eng.br)**1. INTRODUÇÃO**

Estamos apresentando o relatório da coleta das amostras deformada e indeformada na barragem Lomba do Sabão.

As coletas foram executadas segundo as seguintes normas da **ABNT**:

a) **ABNT NBR 9604/2016**: “Abertura de poço e trincheira de inspeção em solo, com retirada de amostras deformadas e indeformadas”;

**2. PROCEDIMENTOS PARA COLETA DAS AMOSTRAS**

- A seção transversal mínima deve ser de 1,0 m de lado, no caso do poço quadrado, ou de 1,2m de diâmetro, no caso de poço circular.
- A escavação deve ser iniciada após a limpeza superficial do terreno em área delimitada por uma faixa de raio de 2,0 m no entorno da abertura (poço) e da construção de uma cerca no perímetro da área limpa, constituída de quatro fios de arame ou proteção equivalente, fixados a pontaletes.
- No caso de escavação de poço próximo à edificação ou em áreas urbanas, deve ser mantido ao redor do poço um isolamento adequado, com dimensões de acordo com a área disponível e sinalização de advertência.
- Ao redor da área cercada deve ser aberta uma canaleta para drenagem, a fim de se evitar a entrada de água no poço.
- A escavação, executada com picareta, enxadão e pá, deve prosseguir normalmente até atingir uma profundidade de 2,0 m quando deve ser instalado, para a sua continuidade, um sarilho munido de corda para a entrada e saída dos poceiros e retirada do material escavado.

- Por razões de segurança, deve ser mantida uma corda de reserva, estendida junto à parede do poço, firmemente fixada na superfície do terreno.
- No caso de serem detectados quaisquer indícios de instabilidade, por mínimo que sejam, deve ser imediatamente providenciado um escoramento apropriado de acordo com a legislação vigente. O escoramento a ser adotado deve garantir a estabilidade nos pontos considerados instáveis, sem prejudicar a inspeção visual das paredes. Para tanto, o escoramento deve ter aberturas retangulares, verticais, com largura suficiente para permitir o exame de toda sequência vertical do terreno.
- Todo solo retirado do poço deve ser depositado ao seu redor, em ordem sequencial, de maneira a formar um anel, fora da área cercada, onde a distribuição vertical dos materiais atravessados fique reproduzida sem escala.
- O controle da profundidade do poço é feito através de medida direta entre o fundo do poço e um ponto predeterminado na superfície natural do terreno.
- Em poço escavado em terrenos ricos em matéria orgânica, deve ser providenciada ventilação forçada, de modo a expulsar eventuais emissões de gases. Tal procedimento deve ser aplicado sempre que houver suspeita da presença de material contaminado [1].
- Quando a escavação estiver a uma profundidade de 0,10 m acima da cota prevista para a retirada da amostra indeformada, deve-se evitar o pisoteamento do terreno sobrejacente à superfície do topo da amostra.
- Ao se atingir o nível d'água, interromper a operação de escavação, anotar sua profundidade e passar a observar a elevação do nível d'água durante um período de 30 min. No caso de artesianismo, deve-se anotar a altura do nível estático, medindo-se, caso ocorra, a vazão de água ao nível do terreno.
- Caso haja necessidade de prosseguimento da escavação abaixo do nível d'água, devem ser utilizados um ou mais dos métodos abaixo relacionados:
  - a) uso de bombas, para esgotamento da água do fundo do poço;
  - b) encamisamento de poço, com uso de ar comprimido, com diâmetro compatível com a perfuraçãoe retirada de amostras;

- c) poços auxiliares de rebaixamento de lençol freático.
- O poço é considerado concluído nos seguintes casos:
    - a) quando atingir a profundidade prevista pela programação dos trabalhos;
    - b) quando houver insegurança para a continuidade dos trabalhos (ver legislação vigente);
    - c) quando ocorrer infiltração acentuada de água que torne pouco produtiva a escavação e não for imprescindível a sua continuidade;
    - d) quando ocorrer, no fundo do poço, material não escavável por processos manuais.
  - No final de cada jornada de trabalho, a boca do poço deve ser coberta por uma tampa, apoiada sobre um cordão de solo, que impeça a entrada de animais e águas pluviais. Tal procedimento deve também ser aplicado na conclusão do poço, caso haja interesse em mantê-lo aberto.
  - Não havendo interesse na manutenção do poço aberto, após a conclusão dos serviços, ele deve ser totalmente preenchido com solo.
  - Para efeitos de identificação, no local do poço deve ser cravada uma tabuleta contendo no mínimo os seguintes dados:
    - a) número do poço;
    - b) profundidade;
    - c) cota da boca;
    - d) data de início e término

### 3. SERVIÇO EXECUTADO

O serviço consistiu na coleta de 3 amostras indeformadas e 3 amostras deformadas, conforme Termo de Referência fornecido pelo contratante nos locais apresentados na tabela 1.

| PONTO  | NORTE (m)  | ESTE (m)     | PROFUNDIDADE (m) |
|--------|------------|--------------|------------------|
| BL-01  | 489.095,20 | 6.671.809,59 | 1,00             |
| BL-02  | 489.116,54 | 6.671.902,86 | 1,00             |
| BL-03  | 489.214,34 | 6.671.899,21 | 1,00             |
| SPT-01 | 489.032,08 | 6.671.770,76 | 24,00            |
| SPT-02 | 489.095,26 | 6.671.812,79 | 24,00            |
| SPT-03 | 489.154,49 | 6.671.847,31 | 24,00            |
| SPT-04 | 489.226,10 | 6.671.893,93 | 24,00            |
| SPT-05 | 489.089,98 | 6.671.820,98 | 24,00            |
| SPT-06 | 489.146,66 | 6.671.858,25 | 24,00            |
| SPT-07 | 489.219,41 | 6.671.904,27 | 24,00            |
| SPT-08 | 489.068,93 | 6.671.849,94 | 24,00            |
| SPT-09 | 489.123,32 | 6.671.896,49 | 24,00            |
| SPT-10 | 489.202,15 | 6.671.927,05 | 24,00            |

Tabela 1 – Localização dos pontos de coleta das amostras deformadas e indeformadas. Fonte: VTB engenharia (2024)

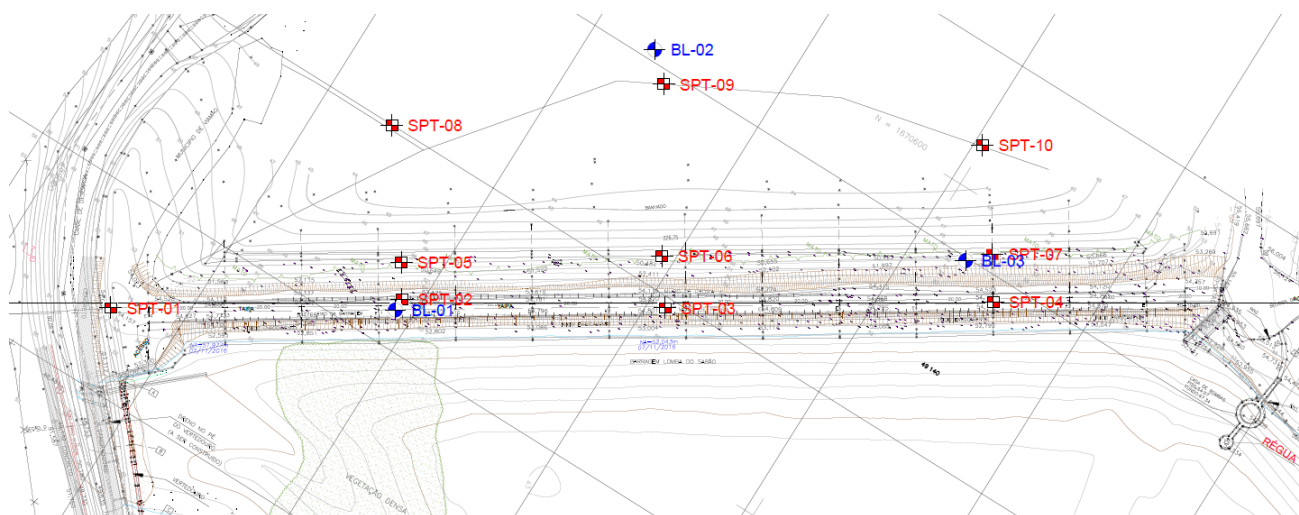


Figura 1 – Planta de localização do local das coletas das amostras – Barragem Lomba de Sabão. Fonte: VTB engenharia (2024)

#### 4. ENSAIO EXECUTADOS

Os ensaios foram realizados conforme o Termo de Referência que descrevem os itens 4.1 e 4.2 a seguir:

##### 4.1 Ensaio em amostras deformadas

Para os ensaios de caracterização deverão ser coletadas 3 (três) amostras deformadas de solo, sendo 1 da região de jusante da barragem, 1 do maciço e 1 na crista, com pelo menos 10 kgf, e seguir os procedimentos preconizados a seguir:

- Granulometria por peneiramento e sedimentação (NBR 7181:2018);
- Determinação do limite de liquidez (LL) (NBR 6459:2017);
- Determinação do limite de plasticidade (LP) (NBR 7180:2016);
- Determinação da massa específica real dos grãos de solos finos ( $\rho_s$ ) (NBR 6458:2017);
- Determinação do teor de umidade dos solos (w) (NBR 6457:2016);

Os resultados dos ensaios se encontram em anexo.

##### 4.2 Ensaio em amostras indeformadas

Deverão ser coletadas 3 (três) amostras indeformadas cúbicas com 30 cm de lado, para realização dos seguintes ensaios:

- Determinação da permeabilidade (k) – carga variável (NBR 14545:2021);
- ASTM D3080 - Método de Ensaio de Cisalhamento Direto de Solos em Condição Drenada e Consolidada.

##### 4.2.1. Ensaio cisalhamento

Ensaio de cisalhamento direto do solo (condição consolidada, drenada, inundado) conforme D3080 – 04 (ASTM, 2012), para determinação do ângulo de atrito interno e coesão. Dimensão do CP 60x60x20mm. 04 CP's com tensões de 50, 100, 200 e 400 kPa.

## 5. ANEXOS

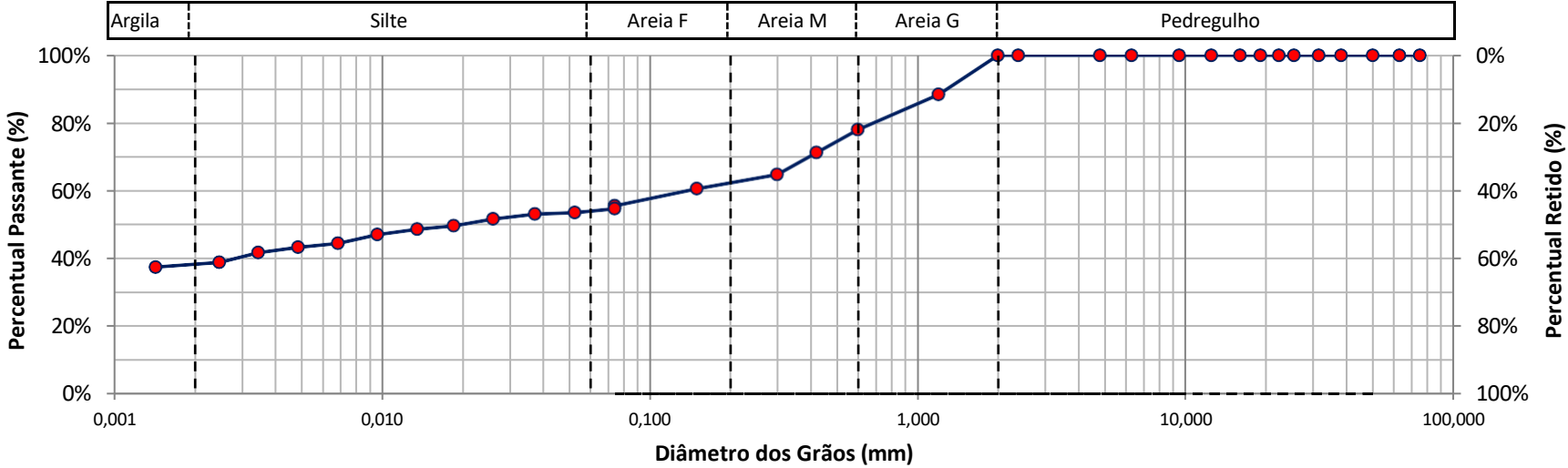
- 03 ensaios ASTM D3080 - Método de Ensaio de Cisalhamento Direto de Solos em Condição Drenada e Consolidada
- 03 Granulometria por peneiramento e sedimentação (NBR 7181:2018);
- 03 Determinação do limite de liquidez (LL) (NBR 6459:2017);
- 03 Determinação do limite de plasticidade (LP) (NBR 7180:2016);
- 03 Determinação da massa específica real dos grãos de solos finos (NBR 6458:2017);
- 03 Determinação do teor de umidade dos solos (w) (NBR 6457:2016);
- Croqui com a localização dos furos de sondagem;

Sem mais para o momento, colocamo-nos à inteira disposição para quaisquer esclarecimentos.

Atenciosamente,

  
Robson Alan Rodrigues  
Engenheiro Civil  
CREA-PR 143.577/D

Solo - Análise granulométrica - NBR 7181 (ABNT, 2016)

|                                                                                   |                                                                                      |                                           |                                    |                           |                             |                                     |                            |               |              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|----------------------------|---------------|--------------|
|  | Cliente:                                                                             | VTB ENGENHARIA LTDA                       |                                    |                           |                             | Data da coleta:                     | 10/09/2024                 |               |              |
|                                                                                   | Furo:                                                                                | BL-01                                     |                                    |                           |                             | Profundidade:                       | 1m                         |               |              |
|                                                                                   | Amostra:                                                                             | BL-01                                     |                                    |                           |                             | Coordenadas:                        | 489.095,20 / 6.671.809,59  |               |              |
|                                                                                   | Material:                                                                            | Areia argilo-siltosa, coloração vermelho. |                                    |                           |                             |                                     |                            |               |              |
| Obra:                                                                             | Barragem Lomba do Sabão                                                              |                                           |                                    |                           |                             |                                     |                            |               |              |
| Dados iniciais e resumo                                                           |                                                                                      |                                           |                                    |                           |                             |                                     |                            |               |              |
| Amostra Total Seca                                                                |                                                                                      | Umidade Higroscópica                      |                                    |                           |                             | Resumo da Granulometria             |                            |               |              |
| Amostra Total Úmida (g)                                                           |                                                                                      | Cap.                                      | 138                                | 118                       | 139                         | Pedregulho (>2,0mm)                 |                            | 0,00%         |              |
| Retido Acum. N°10 (g)                                                             |                                                                                      | P.Cap.                                    | 16,61                              | 16,96                     | 16,86                       | Areia Grossa (0,6 - 2mm)            |                            | 21,91%        |              |
| Passado N° 10 Úmida (g)                                                           |                                                                                      | PBU                                       | 68,32                              | 68,67                     | 71,10                       | Areia Média (0,2 - 0,6mm)           |                            | 15,95%        |              |
| Peso da Água                                                                      |                                                                                      | PBS                                       | 67,76                              | 67,91                     | 70,37                       | Areia Fina (0,06 - 0,2mm)           |                            | 6,46%         |              |
| Passado N° 10 Seca                                                                |                                                                                      | w                                         | 1,09%                              | 1,49%                     | 1,36%                       | Silte (0,002- 0,06mm)               |                            | 15,69%        |              |
| Amostra Total Seca                                                                |                                                                                      | wmed                                      | 1,32%                              |                           |                             | Argila (<0,002mm)                   |                            | 39,99%        |              |
| Peneiramento da Amostra Total                                                     |                                                                                      |                                           |                                    |                           |                             |                                     |                            |               |              |
| Peneira                                                                           | Peneira (mm)                                                                         | Massa Retida (g)                          | Percentual Retido                  |                           | Percentual Retido Acumulado |                                     | Percentual que Passa       |               |              |
| 3"                                                                                | 75,00                                                                                | 0,00                                      | 0,00%                              |                           | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |               |              |
| 2.1/2"                                                                            | 63,00                                                                                | 0,00                                      | 0,00%                              |                           | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |               |              |
| 2"                                                                                | 50,00                                                                                | 0,00                                      | 0,00%                              |                           | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |               |              |
| 1.1/2"                                                                            | 38,10                                                                                | 0,00                                      | 0,00%                              |                           | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |               |              |
| 1.1/4"                                                                            | 31,50                                                                                | 0,00                                      | 0,00%                              |                           | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |               |              |
| 1"                                                                                | 25,40                                                                                | 0,00                                      | 0,00%                              |                           | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |               |              |
| 7/8"                                                                              | 22,40                                                                                | 0,00                                      | 0,00%                              |                           | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |               |              |
| 3/4"                                                                              | 19,10                                                                                | 0,00                                      | 0,00%                              |                           | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |               |              |
| 5/8"                                                                              | 16,00                                                                                | 0,00                                      | 0,00%                              |                           | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |               |              |
| 1/2"                                                                              | 12,50                                                                                | 0,00                                      | 0,00%                              |                           | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |               |              |
| 3/8"                                                                              | 9,50                                                                                 | 0,00                                      | 0,00%                              |                           | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |               |              |
| 1/4"                                                                              | 6,30                                                                                 | 0,00                                      | 0,00%                              |                           | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |               |              |
| N° 4                                                                              | 4,80                                                                                 | 0,00                                      | 0,00%                              |                           | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |               |              |
| N° 8                                                                              | 2,38                                                                                 | 0,00                                      | 0,00%                              |                           | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |               |              |
| N° 10                                                                             | 2,00                                                                                 | 0,00                                      | 0,00%                              |                           | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |               |              |
| Peneiramento da Amostra Parcial                                                   |                                                                                      |                                           |                                    |                           |                             |                                     |                            |               |              |
| Peso Amostra Parcial Úmida (g):                                                   |                                                                                      | 70,00                                     |                                    | Amostra Parcial Seca (g): |                             | 69,09                               |                            |               |              |
| Peneira                                                                           | Peneira (mm)                                                                         | Massa Retida (g)                          | Percentual Retido                  |                           | Percentual Retido Acumulado |                                     | Percentual que Passa Total |               |              |
| 16                                                                                | 1,200                                                                                | 8,00                                      | 11,58%                             |                           | 11,58%                      |                                     | 88,42%                     |               |              |
| 30                                                                                | 0,600                                                                                | 7,14                                      | 10,33%                             |                           | 21,91%                      |                                     | 78,09%                     |               |              |
| 40                                                                                | 0,420                                                                                | 4,70                                      | 6,80%                              |                           | 28,72%                      |                                     | 71,28%                     |               |              |
| 50                                                                                | 0,300                                                                                | 4,38                                      | 6,34%                              |                           | 35,06%                      |                                     | 64,94%                     |               |              |
| 100                                                                               | 0,150                                                                                | 2,91                                      | 4,21%                              |                           | 39,27%                      |                                     | 60,73%                     |               |              |
| 200                                                                               | 0,074                                                                                | 3,49                                      | 5,05%                              |                           | 44,32%                      |                                     | 55,68%                     |               |              |
| Sedimentação                                                                      |                                                                                      |                                           |                                    |                           |                             |                                     |                            |               |              |
| Massa Esecífica Real (g/cm³)                                                      |                                                                                      | 2,667                                     | Calibração do Densímetro: A+B.r(H) |                           |                             | A= -227,27                          | B= 248,73                  |               |              |
| Tempo                                                                             |                                                                                      | Leitura Densímetro                        | Temperat. (°C)                     | Correção à Temperatura    | Leitura Corrigida           | Viscosidade (10 <sup>-4</sup> Pa.s) | Altura de Queda (cm)       | Diâmetro (mm) | % da Amostra |
| mim                                                                               | seg                                                                                  |                                           |                                    |                           |                             |                                     |                            |               |              |
| 0,50                                                                              | 30,00                                                                                | 1,0282                                    | 22,00                              | -0,0001                   | 1,0281                      | 9,7929                              | 15,56                      | 0,0742        | 54,86%       |
| 1,00                                                                              | 60,00                                                                                | 1,0277                                    | 22,00                              | -0,0001                   | 1,0276                      | 9,7929                              | 15,68                      | 0,0526        | 53,70%       |
| 2,00                                                                              | 120,00                                                                               | 1,0275                                    | 22,00                              | -0,0001                   | 1,0274                      | 9,7929                              | 15,72                      | 0,0373        | 53,23%       |
| 4,00                                                                              | 240,00                                                                               | 1,0269                                    | 22,00                              | -0,0001                   | 1,0268                      | 9,7929                              | 15,37                      | 0,0261        | 51,84%       |
| 8,00                                                                              | 480,00                                                                               | 1,0260                                    | 22,00                              | -0,0001                   | 1,0259                      | 9,7929                              | 15,57                      | 0,0185        | 49,74%       |
| 15,00                                                                             | 900,00                                                                               | 1,0256                                    | 22,00                              | -0,0001                   | 1,0255                      | 9,7929                              | 15,67                      | 0,0136        | 48,81%       |
| 30,00                                                                             | 1800,00                                                                              | 1,0249                                    | 22,00                              | -0,0001                   | 1,0248                      | 9,7929                              | 15,82                      | 0,0097        | 47,18%       |
| 60,00                                                                             | 3600,00                                                                              | 1,0238                                    | 22,00                              | -0,0001                   | 1,0237                      | 9,7929                              | 16,08                      | 0,0069        | 44,62%       |
| 120,00                                                                            | 7200,00                                                                              | 1,0233                                    | 22,00                              | -0,0001                   | 1,0232                      | 9,7929                              | 16,19                      | 0,0049        | 43,46%       |
| 240,00                                                                            | 14400,00                                                                             | 1,0226                                    | 22,00                              | -0,0001                   | 1,0225                      | 9,7929                              | 16,35                      | 0,0035        | 41,83%       |
| 480,00                                                                            | 28800,00                                                                             | 1,0214                                    | 22,00                              | -0,0001                   | 1,0213                      | 9,7929                              | 16,62                      | 0,0025        | 39,04%       |
| 1440,00                                                                           | 86400,00                                                                             | 1,0208                                    | 22,00                              | -0,0001                   | 1,0207                      | 9,7929                              | 16,76                      | 0,0014        | 37,64%       |
| Curva Granulométrica                                                              |  |                                           |                                    |                           |                             |                                     |                            |               |              |
|                                                                                   | d10                                                                                  | d30                                       | d60                                | Coeficiente Uniformidade  | Coeficiente de Curvatura    | Densímetro                          | Altura da Proveta (cm)     |               |              |
|                                                                                   | -                                                                                    | -                                         | 0,109                              |                           |                             | 1                                   | 60                         |               |              |
| Araucária, 11 de outubro de 2024                                                  |                                                                                      |                                           |                                    |                           |                             |                                     |                            |               |              |

Grãos de pedregulho retidos na peneira de abertura 4,8 mm — Determinação da massa específica, da massa específica aparente e da absorção de água - NBR 6458 (ABNT, 2016)

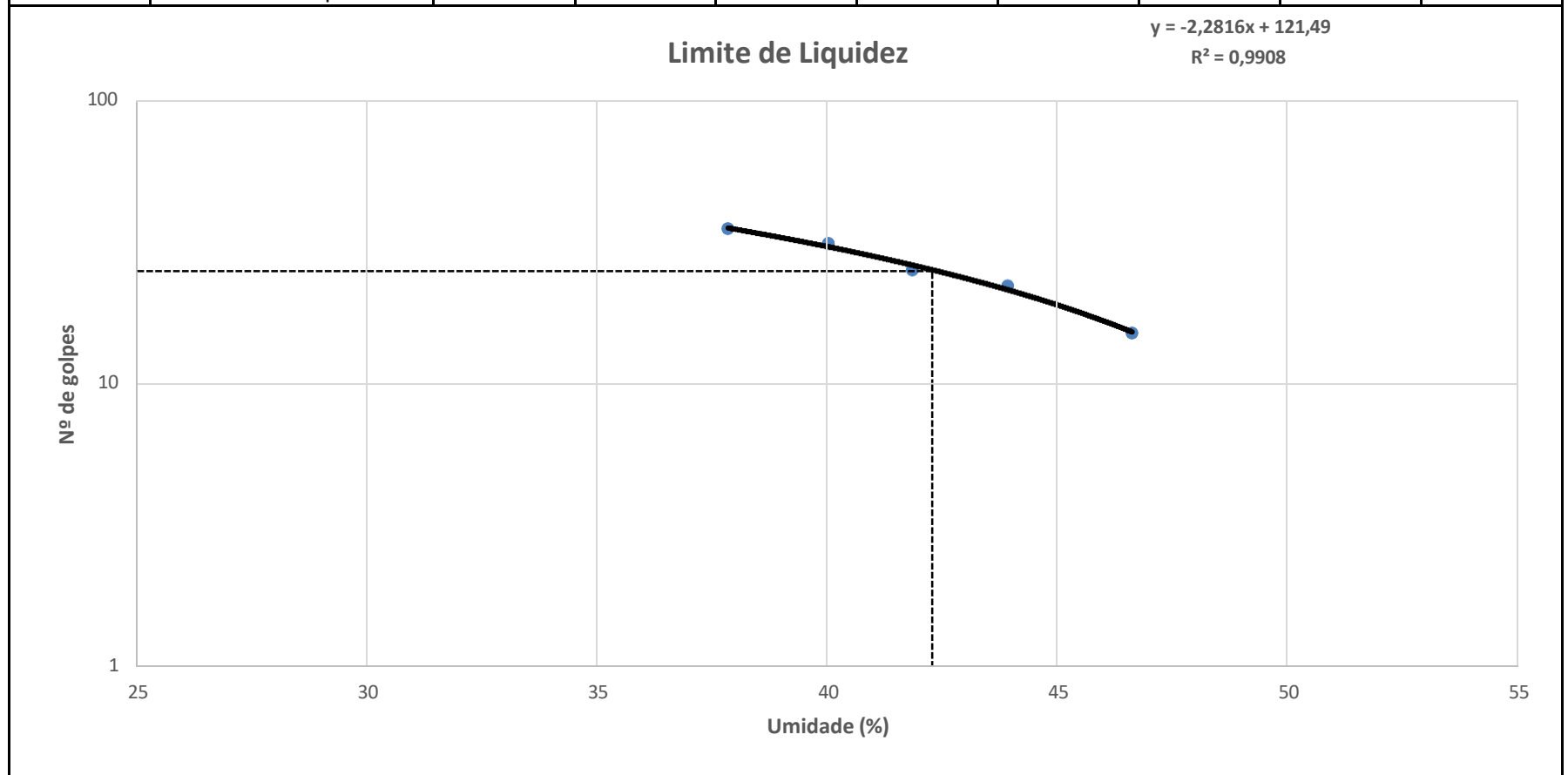
|                                                                                                                                                                            |                                                      |                                           |                                            |        |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|--------|-------|
|                                                                                           | Cliente:                                             | VTB ENGENHARIA LTDA                       |                                            |        |       |
|                                                                                                                                                                            | Furo:                                                | BL-01                                     |                                            |        |       |
|                                                                                                                                                                            | Amostra:                                             | AM 01.                                    |                                            |        |       |
|                                                                                                                                                                            | Material:                                            | Areia argilo-siltosa, coloração vermelho. |                                            |        |       |
| Data da coleta:                                                                                                                                                            | 10/09/2024                                           | Profundidade:                             | 1m                                         |        |       |
| Coordenadas:                                                                                                                                                               | 489.095,20 / 6.671.809,59                            |                                           |                                            |        |       |
| Obra:                                                                                                                                                                      | Barragem Lomba de Sabão                              |                                           |                                            |        |       |
| Determinação do teor de umidade da amostra                                                                                                                                 |                                                      |                                           |                                            |        |       |
|                                                                                                                                                                            | Cápsula:                                             | 117                                       | 109                                        | 134    |       |
|                                                                                                                                                                            | Peso da Cápsula (g):                                 | 16,56                                     | 17,17                                      | 17,1   |       |
|                                                                                                                                                                            | Peso da Cápsula + Solo Úmido (g):                    | 59,66                                     | 66,15                                      | 68,87  |       |
|                                                                                                                                                                            | Peso da Cápsula + Solo Seco (g):                     | 59,64                                     | 66,10                                      | 68,84  |       |
|                                                                                                                                                                            | Teor de Umidade (%):                                 | 0,05                                      | 0,10                                       | 0,06   |       |
|                                                                                                                                                                            | Teor de Umidade médio (%):                           | 0,07                                      |                                            |        |       |
| Dados do ensaio                                                                                                                                                            |                                                      |                                           |                                            |        |       |
|                                                                                                                                                                            | Picnômetro                                           |                                           | 7                                          | 12     |       |
|                                                                                                                                                                            | Massa do Picnômetro + Amostra (g)                    | M1                                        | 50,02                                      | 50,04  |       |
|                                                                                                                                                                            | Massa do Picnômetro + Amostra + Água (g)             | M2                                        | 687,41                                     | 689,42 |       |
|                                                                                                                                                                            | Massa do Picnômetro + Água (g)                       | M3                                        | 656,13                                     | 658,12 |       |
|                                                                                                                                                                            | Massa Específica dos sólidos a Temperatura T (g/cm³) | ρw (T)                                    | 2,669                                      | 2,671  |       |
|                                                                                                                                                                            | Média da Massas Específicas dos Sólidos (g/cm³)      | ρs média                                  | 2,670                                      |        |       |
|                                                                                                                                                                            | Temperatura T do Ensaio (°C)                         | 25                                        | Massa Específica dos Sólidos - D20 (g/cm³) |        | 2,667 |
|                                                                                                                                                                            | Fator de Correção K20                                | 0,99891                                   |                                            |        |       |
|                                                                                                                                                                            | Fórmulas Utilizadas                                  |                                           |                                            |        |       |
| $\rho_s = \frac{M1 \times 100 / (100 + ww)}{\left[ M1 \times \frac{100}{100 + ww} \right] + MM - M2} \times \rho_{w(T)} \quad D_{20} = K_{20} \times \rho_s \text{ média}$ |                                                      |                                           |                                            |        |       |

Araucária, 11 de outubro de 2024

### Solo - Determinação do limite de liquidez e plasticidade - NBR 6459 e 7180 (ABNT, 2016)

|                                                                                   |                            |                                           |  |                      |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------|--|----------------------|----|
|  | <b>Cliente:</b>            | VTB ENGENHARIA LTDA                       |  |                      |    |
|                                                                                   | <b>Furo:</b>               | BL-01                                     |  |                      |    |
|                                                                                   | <b>Amostra:</b>            | BL-01                                     |  |                      |    |
|                                                                                   | <b>Material:</b>           | Areia argilo-siltosa, coloração vermelho. |  |                      |    |
| <b>Data da coleta:</b>                                                            | 10/09/2024                 |                                           |  | <b>Profundidade:</b> | 1m |
| <b>Coordenadas:</b>                                                               | 489.095,20 / 6.671.809,59  |                                           |  |                      |    |
| <b>Obra:</b>                                                                      | Barragem da Lomba do Sabão |                                           |  |                      |    |

| Limite de Liquidez |                  |       |       |       |       |       |  |  |  |
|--------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|--|
| 1                  | Cápsula          | 71    | 66    | 42    | 64    | 29    |  |  |  |
| 2                  | Peso da Cápsula  | 8,14  | 8,55  | 8,3   | 9,52  | 9,61  |  |  |  |
| 3                  | Peso Bruto Úmido | 16,98 | 16,09 | 16,54 | 16,45 | 16,17 |  |  |  |
| 4                  | Peso Bruto Seco  | 14,17 | 13,79 | 14,11 | 14,47 | 14,37 |  |  |  |
| 5                  | Umidade          | 47%   | 44%   | 42%   | 40%   | 38%   |  |  |  |
| 6                  | Nº de Golpes     | 15    | 22    | 25    | 31    | 35    |  |  |  |



| Limite de Plasticidade |                       |       |       |       |       |      |  |  |  |
|------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|------|--|--|--|
| 1                      | Cápsula               | 45    | 24    | 23    | 59    | 50   |  |  |  |
| 2                      | Massa Cápsula (g)     | 9,71  | 9,44  | 9,82  | 9,61  | 7,75 |  |  |  |
| 3                      | Massa bruto úmido (g) | 11,36 | 11,72 | 11,94 | 12,18 | 9,87 |  |  |  |
| 4                      | Massa bruto seco (g)  | 11,00 | 11,23 | 11,43 | 11,62 | 9,41 |  |  |  |
| 5                      | Umidade               | 28%   | 27%   | 32%   | 28%   | 28%  |  |  |  |

| Resultados          |     |                         |     |                         |     |
|---------------------|-----|-------------------------|-----|-------------------------|-----|
| Limite de Liquidez: | 42% | Limite de Plasticidade: | 28% | Índice de Plasticidade: | 15% |

Araucária, 11 de outubro de 2024

|                  |                         |                  |                                              |               |            |
|------------------|-------------------------|------------------|----------------------------------------------|---------------|------------|
| <b>Ciente:</b>   | VTB ENGENHARIA          | <b>Material:</b> | Areia argilo-siltosa,<br>coloração vermelho. | <b>Data:</b>  | 24/10/2024 |
| <b>Sondagem:</b> | BL-01                   |                  |                                              | <b>Prof.:</b> | 1m         |
| <b>Obra:</b>     | Barragem Lomba do Sabão | <b>Ativo:</b>    | BL-01                                        | <b>Local:</b> | Viamão-RS  |

#### DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE - NBR6457:2016

|                                          |               |
|------------------------------------------|---------------|
| <b>Cápsula:</b>                          | <b>174</b>    |
| <b>Peso da Cápsula (g):</b>              | <b>17,41</b>  |
| <b>Peso da Cápsula + Solo Úmido (g):</b> | <b>64,30</b>  |
| <b>Peso da Cápsula + Solo Seco (g):</b>  | <b>56,96</b>  |
| <b>Teor de Umidade (%):</b>              | <b>18,56%</b> |

|                                          |               |
|------------------------------------------|---------------|
| <b>Cápsula:</b>                          | <b>172</b>    |
| <b>Peso da Cápsula (g):</b>              | <b>16,23</b>  |
| <b>Peso da Cápsula + Solo Úmido (g):</b> | <b>62,62</b>  |
| <b>Peso da Cápsula + Solo Seco (g):</b>  | <b>55,77</b>  |
| <b>Teor de Umidade (%):</b>              | <b>17,32%</b> |

|                                          |               |
|------------------------------------------|---------------|
| <b>Cápsula:</b>                          | <b>114</b>    |
| <b>Peso da Cápsula (g):</b>              | <b>16,60</b>  |
| <b>Peso da Cápsula + Solo Úmido (g):</b> | <b>79,77</b>  |
| <b>Peso da Cápsula + Solo Seco (g):</b>  | <b>68,67</b>  |
| <b>Teor de Umidade (%):</b>              | <b>21,32%</b> |

#### RESUMO

|                                 |               |
|---------------------------------|---------------|
| <b>Teor de Umidade (%) 1</b>    | <b>18,56%</b> |
| <b>Teor de Umidade(%) 2</b>     | <b>17,32%</b> |
| <b>Teor de Umidade(%) 3</b>     | <b>21,32%</b> |
| <b>Teor de Umidade Media(%)</b> | <b>19,07%</b> |

**ASTM D3080 - Método de Ensaio de Cisalhamento Direto de Solos em Condição Drenada e Consolidada**

**Ciente:** VTB ENGENHARIA LTDA  
**Obra:** BARRAGEM LOMBA DO SABÃO  
**Local:** VIAMÃO-RS

**Furo:** BL 01  
**Amostra:** BL-01 - Inundado.  
**Profundidade (m):** 1m  
**Material:** Areia argilo-siltosa, coloração vermelho.

| DADOS INICIAIS DO CORPO DE PROVA |                   |             |             |             |             |
|----------------------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Número do CP                     |                   | CP-01       | CP-02       | CP-03       | CP-04       |
| Forma do CP                      | -                 | Quadrado    | Quadrado    | Quadrado    | Quadrado    |
| Largura do CP                    | mm                | 60          | 60          | 60          | 60          |
| Altura inicial do CP             | mm                | 20          | 20          | 20          | 20          |
| Área do anel                     | cm <sup>2</sup>   | 36          | 36          | 36          | 36          |
| Volume inicial do CP             | cm <sup>3</sup>   | 72          | 72          | 72          | 72          |
| Condição de saturação            | -                 | Inundado    | Inundado    | Inundado    | Inundado    |
| Tempo de saturação               | h                 | 24          | 24          | 24          | 24          |
| Tipo de amostra                  | -                 | Indeformada | Indeformada | Indeformada | Indeformada |
| Energia de Compactação           | -                 | N/A         | N/A         | N/A         | N/A         |
| Umidade inicial                  | %                 | 19,08%      | 19,08%      | 19,08%      | 19,08%      |
| Massa do anel                    | g                 | 52,60       | 52,31       | 51,67       | 52,50       |
| Massa solo úmido + anel          | g                 | 185,07      | 183,46      | 183,32      | 183,19      |
| Massa solo saturado + anel       | g                 | 186,17      | 187,32      | 186,85      | 187,34      |
| Massa esp. aparente natural      | kg/m <sup>3</sup> | 1840        | 1822        | 1828        | 1815        |
| Massa esp. aparente saturada     | kg/m <sup>3</sup> | 1855        | 1871        | 1865        | 1871        |
| Massa esp. aparente seca         | kg/m <sup>3</sup> | 1545        | 1530        | 1535        | 1524        |

| DADOS FINAIS DO CORPO DE PROVA |        |       |        |        |            |
|--------------------------------|--------|-------|--------|--------|------------|
| Número do Teste                | -      | 966   | 967    | 968    | 969        |
| Número do CP                   | -      | CP-01 | CP-02  | CP-03  | CP-04      |
| Carregamento                   | kg     | 1,8   | 3,7    | 7,4    | 14,7000004 |
| Tensão normal                  | kPa    | 49,05 | 100,82 | 198,93 | 400,58     |
| Tempo mínimo até a falha       | min    | 24,69 | 78,13  | 62,86  | 61,33      |
| Velocidade de deslocamento     | mm/min | 0,40  | 0,40   | 0,40   | 0,40       |
| Tensão de cisalhamento máxima  | kPa    | 27,22 | 59,36  | 111,47 | 215,69     |

**DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DAS AMOSTRAS**

|                           |  | Inicial |        |        | Final  |        |        |
|---------------------------|--|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Amostra                   |  | CP-01   |        |        | CP-01  |        |        |
| Cápsula                   |  | 174     | 172    | 114    | 136    | 158    | 143    |
| Peso cápsula              |  | 17,48   | 16,25  | 16,62  | 17,38  | 15,59  | 16,69  |
| Peso cápsula + Solo úmido |  | 64,30   | 62,62  | 79,77  | 58,33  | 65,20  | 53,74  |
| Peso cápsula + Solo seco  |  | 56,96   | 55,77  | 68,67  | 49,78  | 54,69  | 46,00  |
| Umidade                   |  | 18,59%  | 17,33% | 21,33% | 26,39% | 26,88% | 26,41% |
| Média Umidade (%)         |  | 19,08%  |        |        | 26,56% |        |        |

|                           |  | Inicial |        |        | Final  |        |        |
|---------------------------|--|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Amostra                   |  | CP-02   |        |        | CP-02  |        |        |
| Cápsula                   |  | 174     | 172    | 114    | 99     | 89     | 138    |
| Peso cápsula              |  | 17,48   | 16,25  | 16,62  | 15,90  | 17,21  | 16,56  |
| Peso cápsula + Solo úmido |  | 64,3    | 62,62  | 79,77  | 55,95  | 66,08  | 59,34  |
| Peso cápsula + Solo seco  |  | 56,96   | 55,77  | 68,67  | 47,55  | 56,37  | 50,72  |
| Umidade                   |  | 18,59%  | 17,33% | 21,33% | 26,54% | 24,80% | 25,23% |
| Média Umidade (%)         |  | 19,08%  |        |        | 25,52% |        |        |

|                           |  | Inicial |        |        | Final  |        |        |
|---------------------------|--|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Amostra                   |  | CP-03   |        |        | CP-03  |        |        |
| Cápsula                   |  | 174     | 172    | 114    | 118    | 117    | 108    |
| Peso cápsula              |  | 17,48   | 16,25  | 16,62  | 16,95  | 16,59  | 16,70  |
| Peso cápsula + Solo úmido |  | 64,3    | 62,62  | 79,77  | 64,97  | 51,38  | 62,75  |
| Peso cápsula + Solo seco  |  | 56,96   | 55,77  | 68,67  | 55,95  | 45,25  | 54,38  |
| Umidade                   |  | 18,59%  | 17,33% | 21,33% | 23,13% | 21,39% | 22,21% |
| Média Umidade (%)         |  | 19,08%  |        |        | 22,24% |        |        |

|                           |  | Inicial |        |        | Final  |        |        |
|---------------------------|--|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Amostra                   |  | CP-04   |        |        | CP-04  |        |        |
| Cápsula                   |  | 174     | 172    | 114    | 109    | 134    | 125    |
| Peso cápsula              |  | 17,48   | 16,25  | 16,62  | 17,19  | 17,12  | 17,18  |
| Peso cápsula + Solo úmido |  | 64,3    | 62,62  | 79,77  | 56,82  | 63,63  | 59,49  |
| Peso cápsula + Solo seco  |  | 56,96   | 55,77  | 68,67  | 50,23  | 55,89  | 52,47  |
| Umidade                   |  | 18,59%  | 17,33% | 21,33% | 19,95% | 19,96% | 19,89% |
| Média Umidade (%)         |  | 19,08%  |        |        | 19,93% |        |        |

**Araucária,** 11/10/2024  
**Contrato:** 2404218  
**Revisão:** R00

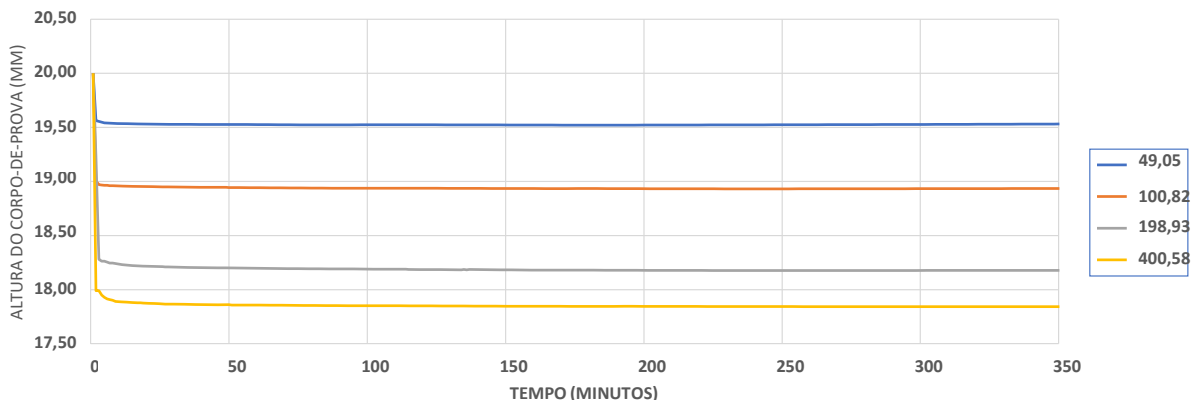
**Laboratorista:** Eng. Fábio Eduardo dos Santos.  
**Verificação:** Eng. Humberto Kuskowski / Eng. Luciano Kuskowski.  
**Resp. Técnico:** - Robson Alan Rodrigues CREA- PR143577

**NOTA:** Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documentos somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia.

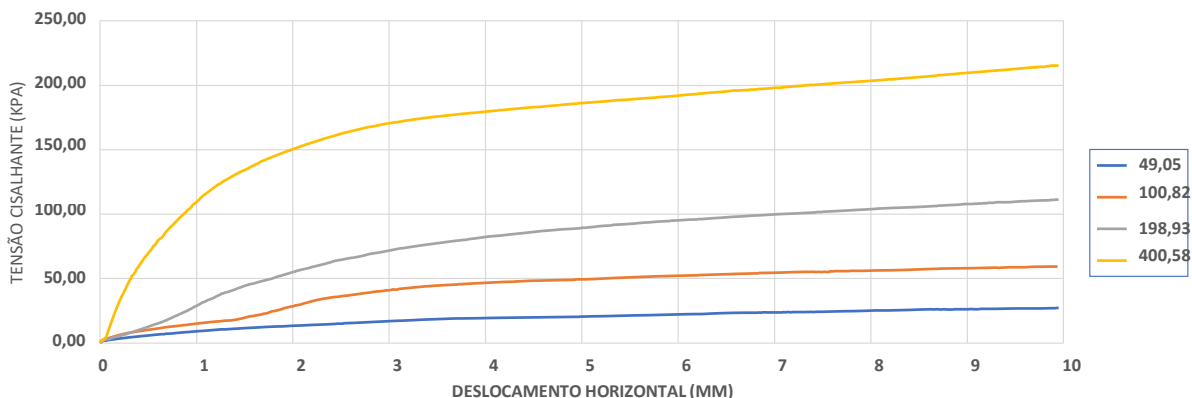
**Cliente:** VTB ENGENHARIA LTDA  
**Obra:** BARRAGEM LOMBA DO SABÃO  
**Local:** VIAMÃO-RS

**Furo:** BL 01  
**Amostra:** BL-01 - Inundado.  
**Profundidade (m):** 1m  
**Material:** Areia argilo-siltosa, coloração vermelho.

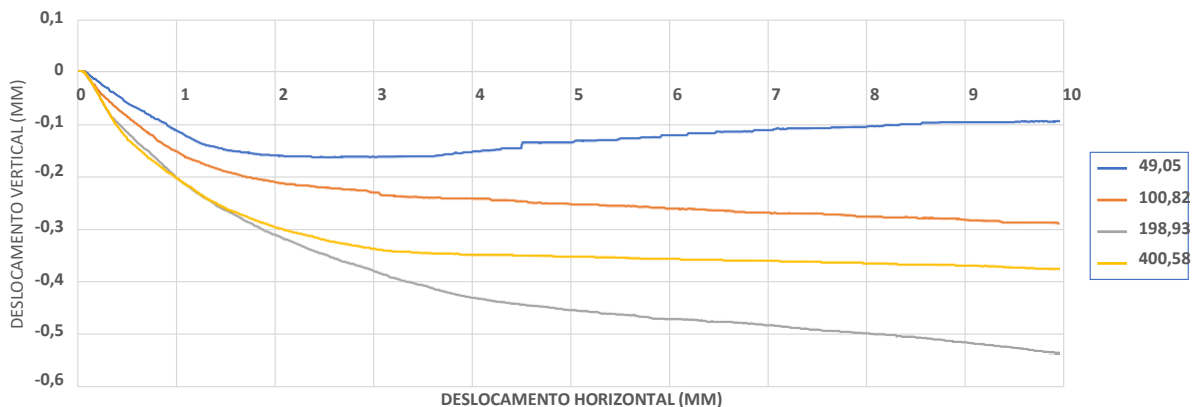
### PRÉ-ADENSAMENTO



### CISALHAMENTO



### DESLOCAMENTO VERTICAL X DESLOCAMENTO HORIZONTAL



Araucária, 11/10/2024  
Contrato: 2404218  
Revisão: R00

Laboratorista: Eng. Fábio Eduardo dos Santos.  
Verificação: Eng. Humberto Kuskowski / Eng. Luciano Kuskowski  
Resp. Técnico: - Robson Alan Rodrigues CREA- PR143577

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documentos somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e

**ASTM D3080 - Método de Ensaio de Cisalhamento Direto de Solos em Condição Drenada e Consolidada**

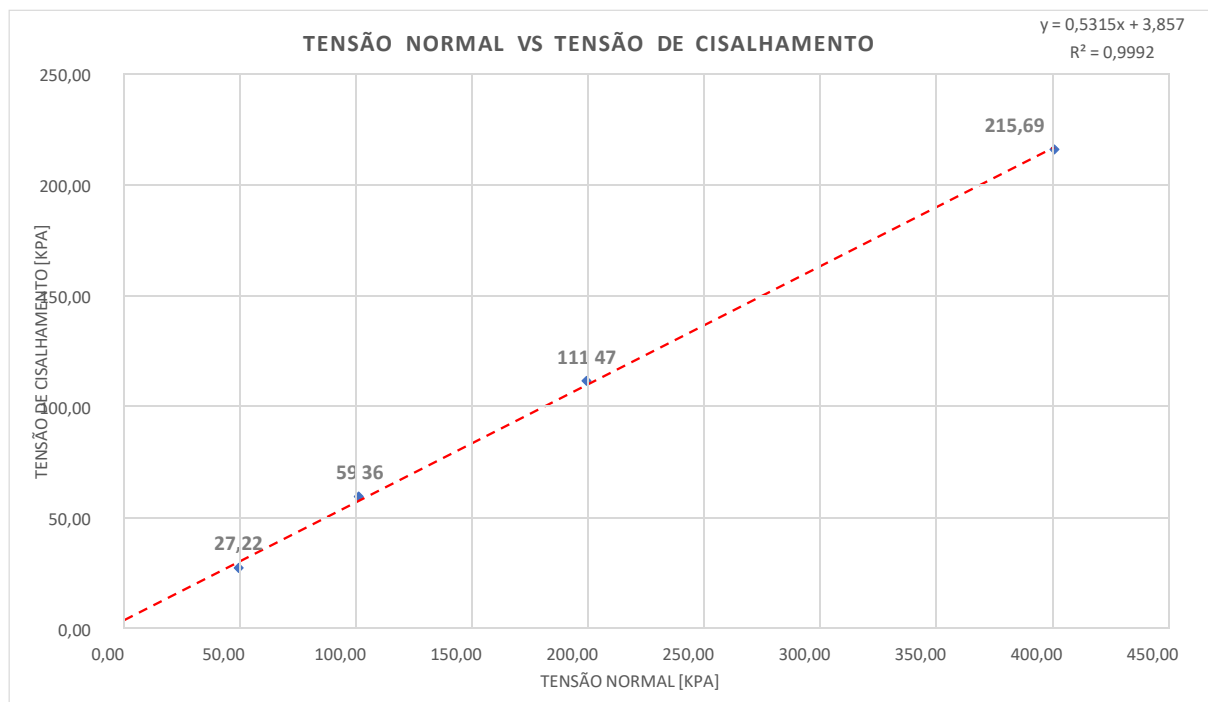
**Cliente:** VTB ENGENHARIA LTDA  
**Obra:** BARRAGEM LOMBA DO SABÃO  
**Local:** VIAMÃO-RS

**Furo:** BL 01  
**Amostra:** BL-01 - Inundado.  
**Profundidade (m):** 1m  
**Material:** Areia argilo-siltosa, coloração vermelho..

**DEFINIÇÃO DA ENVOLTÓRIA**

|                                     |       |        |        |        |
|-------------------------------------|-------|--------|--------|--------|
| Tensão Normal (kPa)                 | 49,05 | 100,82 | 198,93 | 400,58 |
| Tensão de Cisalhamento Máxima (kPa) | 27,22 | 59,36  | 111,47 | 215,69 |

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| Coesão - c (kPa)              | 3,86  |
| Ângulo de atrito - $\phi$ (°) | 27,99 |



\* A envoltória de resistência apresentada neste relatório é uma simples regressão linear dos pontos por nós definidos. Os parâmetros obtidos deverão ser objeto de avaliação e interpretação pelo projetista envolvido no estudo de estabilidade e/ou contenção nos termos do item 1.3 da norma ASTM D3080-98. Observa-se ainda que o procedimento para obtenção da envoltória de projetos para estabilidade de taludes é regulado pela NBR 11682:2009 em seu anexo D.

**Araucária,** 11/10/2024  
**Contrato:** 2404218  
**Revisão:** R00

**Laboratorista:** Eng. Fábio Eduardo dos Santos.  
**Verificação:** Eng. Humberto Kuskowski / Eng. Luciano Kuskowski.  
**Resp. Técnico:** - Robson Alan Rodrigues CREA- PR143577

**NOTA:** Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documentos somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia.

**ASTM D3080 - Método de Ensaio de Cisalhamento Direto de Solos em Condição Drenada e Consolidada**

**Cliente:** VTB ENGENHARIA LTDA  
**Obra:** BARRAGEM LOMBA DO SABÃO  
**Local:** VIAMÃO-RS

**Furo:** BL 01  
**Amostra:** BL-01 - Inundado.  
**Profundidade (m):** 1m  
**Material:** Areia argilo-siltosa, coloração vermelho..



\* Equipamento com retorno automático da caixa de cisalhamento.

**Araucária, 11/10/2024**  
**Contrato:** 2404218  
**Revisão:** R00

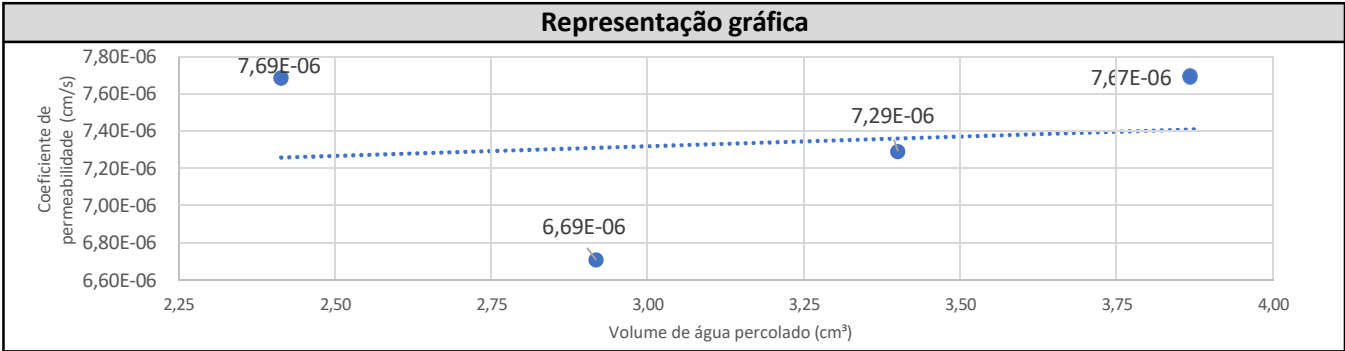
**Laboratorista:** Eng. Fábio Eduardo dos Santos.  
**Verificação:** Eng. Humberto Kuskowski / Eng. Luciano Kuskowski.  
**Resp. Técnico:** - Robson Alan Rodrigues CREA- PR143577

**NOTA:** Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documentos somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia.

**Solo - Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos argilosos à carga variável - NBR 14545 (ABNT, 2021)**

|                                                                                   |                                |                                           |                       |                   |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------|-------------------|----------------|
|  | <b>Cliente:</b>                | VTB ENGENHARIA LTDA.                      |                       |                   |                |
|                                                                                   | <b>Furo:</b>                   | BL 01                                     | <b>Amostra:</b>       | AM 01.            |                |
|                                                                                   | <b>Profundidade da coleta:</b> |                                           | 1m                    |                   |                |
|                                                                                   | <b>Data da coleta:</b>         |                                           | 10/09/2024            |                   |                |
| <b>Endereço da obra:</b> Barragem Lomba do Sabão                                  |                                |                                           |                       |                   |                |
| <b>Dados iniciais do corpo de prova</b>                                           |                                |                                           |                       |                   |                |
| Processo de compactação:                                                          |                                | N/A.                                      | Amostras indeformada: |                   | ( <b>X</b> )   |
| Descrição tátil visual:                                                           |                                | Areia argilo-siltosa, coloração vermelho. |                       |                   |                |
| <b>Dimensões \ leituras</b>                                                       | <b>1 leitura</b>               | <b>2ª leitura</b>                         | <b>3ª leitura</b>     | <b>Média (cm)</b> |                |
| Diâmetro (mm):                                                                    | 50,05                          | 50,1                                      | 50,08                 | 5,01              |                |
| Altura (mm):                                                                      | 100,12                         | 100,09                                    | 100,13                | 10,01             |                |
| Volume (cm³):                                                                     |                                | 197,18                                    |                       |                   |                |
| Massa inicial do corpo de prova (g):                                              |                                | 361,43                                    |                       |                   |                |
| <b>Teor de umidade inicial do corpo de prova</b>                                  |                                |                                           |                       |                   |                |
| Número da cápsula:                                                                |                                | 25                                        | 18                    | 36                |                |
| Massa da cápsula (g):                                                             |                                | 9,55                                      | 9,62                  | 9,71              |                |
| Massa da cápsula + solo úmido (g):                                                |                                | 65,15                                     | 61,48                 | 62,85             |                |
| Massa da cápsula + solo seco (g):                                                 |                                | 56,23                                     | 53,11                 | 54,23             |                |
| Teor de umidade (%):                                                              |                                | 19,11                                     | 19,25                 | 19,36             |                |
| Teor de umidade médio (%):                                                        |                                | 19,24                                     |                       |                   |                |
| <b>Índices físicos iniciais do corpo de prova</b>                                 |                                |                                           |                       |                   |                |
| Massa seca (dos sólidos) do corpo de prova - Ms (g):                              |                                |                                           | 303,11                |                   |                |
| Massa específica aparente seca inicial do corpo de prova - pd (g/cm³)             |                                |                                           | 1,54                  |                   |                |
| Massa específica dos grãos do corpo de prova - ps (g/cm³):                        |                                |                                           | 2,67                  |                   |                |
| Índice de vazios inicial do corpo de prova - ei:                                  |                                |                                           | 0,73                  |                   |                |
| Grau de saturação inicial do corpo de prova (%):                                  |                                |                                           | 71                    |                   |                |
| <b>Dados do conjunto de ensaio</b>                                                |                                |                                           |                       |                   |                |
| Natureza da água utilizada no ensaio:                                             |                                | Potável, filtrada e deaerada              |                       |                   |                |
| Gradiente hidráulico médio (cm/cm):                                               |                                | 3,25                                      |                       |                   |                |
| Diâmetro interno do tubo de carga (mm):                                           |                                | 11,12                                     |                       |                   |                |
| Área interna do tubo de carga (a) (cm²)                                           |                                | 0,97                                      |                       |                   |                |
| <b>Ensaio</b>                                                                     |                                |                                           |                       |                   |                |
| Método A:                                                                         | (      )                       | Método B:                                 |                       |                   | ( <b>X</b> )   |
| <b>Número do ensaio:</b>                                                          | <b>1</b>                       | <b>2</b>                                  | <b>3</b>              | <b>4</b>          | <b>unidade</b> |
| Leitura inicial na escala do tubo manométrico (hi):                               | 130                            | 130                                       | 130                   | 130               | mm             |
| Leitura final na escala do tubo manométrico (hf):                                 | 90                             | 95                                        | 100                   | 105               | mm             |
| Tempo decorrido para a água percolar (s):                                         | 21471                          | 19262                                     | 17552                 | 12440             | s              |
| Volume de água percolado:                                                         | 3,87                           | 3,40                                      | 2,91                  | 2,41              | cm³            |
| Coeficiente de permeabilidade (kT):                                               | 8,45E-06                       | 8,03E-06                                  | 7,37E-06              | 8,47E-06          | cm/s           |
| Temperatura do ensaio:                                                            | 20                             | 20                                        | 20                    | 20                | (°C)           |
| Coeficiente de permeabilidade (k20):                                              | 7,67E-06                       | 7,29E-06                                  | 6,69E-06              | 7,69E-06          | cm/s           |
| Coeficiente de permeabilidade médio (k20 médio):                                  | 7,33E-06                       |                                           |                       |                   | cm/s           |
| <b>Índices físicos finais do corpo de prova</b>                                   |                                |                                           |                       |                   |                |
| Massa final do corpo de prova (g):                                                |                                |                                           | 385,41                |                   |                |
| Umidade final do corpo de prova (%):                                              |                                |                                           | 27,15                 |                   |                |
| Massa seca (dos sólidos) do corpo de prova - Ms (g):                              |                                |                                           | 303,11                |                   |                |
| Massa específica aparente seca final do corpo de prova - pd (g/cm³)               |                                |                                           | 1,54                  |                   |                |
| Massa específica dos grãos do corpo de prova - ps (g/cm³):                        |                                |                                           | 2,67                  |                   |                |
| Índice de vazios final do corpo de prova - ei:                                    |                                |                                           | 0,73                  |                   |                |
| Grau de saturação final do corpo de prova (%):                                    |                                |                                           | 100                   |                   |                |

Solo - Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos argilosos à carga variável - NBR 14545 (ABNT, 2021)



\*obs: o corpo de prova não apresentou variação em suas dimensões após o ensaio.

Araucária, 24 de outubro de 2024.

Solo - Análise granulométrica - NBR 7181 (ABNT, 2016)

|                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                                           |                                    |                             |                                     |                            |                           |              |                        |  |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------|------------------------|--|
| <div><div></div><div>RAA</div><div>ENGENHARIA</div></div> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Cliente:           | VTB ENGENHARIA LTDA                       |                                    |                             |                                     | Data da coleta:            | 11/09/2024                |              |                        |  |
|                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Furo:              | BL-02                                     |                                    |                             |                                     | Profundidade:              | 1m                        |              |                        |  |
|                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Amostra:           | BL-02                                     |                                    |                             |                                     | Coordenadas:               | 489.116,54 / 6.671.902,86 |              |                        |  |
|                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Material:          | Areia argilo-siltosa, coloração vermelho. |                                    |                             |                                     |                            |                           |              |                        |  |
| Obra:                                                     | Barragem Lomba do Sabão                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                    |                                           |                                    |                             |                                     |                            |                           |              |                        |  |
| Dados iniciais e resumo                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                                           |                                    |                             |                                     |                            |                           |              |                        |  |
| Amostra Total Seca                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    | Umidade Higroscópica                      |                                    |                             |                                     | Resumo da Granulometria    |                           |              |                        |  |
| Amostra Total Úmida (g)                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    | Cap.                                      | 143                                | 146                         | 125                                 | Pedregulho (>2,0mm)        |                           |              | 0,00%                  |  |
| Retido Acum. N°10 (g)                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    | P.Cap.                                    | 16,63                              | 16,4                        | 17,16                               | Areia Grossa (0,6 - 2mm)   |                           |              | 11,57%                 |  |
| Passado N° 10 Úmida (g)                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    | PBU                                       | 35,03                              | 35,61                       | 31,42                               | Areia Média (0,2 - 0,6mm)  |                           |              | 7,70%                  |  |
| Peso da Água                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    | PBS                                       | 33,46                              | 33,94                       | 30,23                               | Areia Fina (0,06 - 0,2mm)  |                           |              | 3,98%                  |  |
| Passado N° 10 Seca                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    | w                                         | 9,33%                              | 9,52%                       | 9,10%                               | Silte (0,002 - 0,06mm)     |                           |              | 69,07%                 |  |
| Amostra Total Seca                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    | wmed                                      | 9,32%                              |                             |                                     | Argila (<0,002mm)          |                           |              | 7,67%                  |  |
| Peneiramento da Amostra Total                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                                           |                                    |                             |                                     |                            |                           |              |                        |  |
| Peneira                                                   | Peneira (mm)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Massa Retida (g)   | Percentual Retido                         |                                    | Percentual Retido Acumulado |                                     | Percentual que Passa       |                           |              |                        |  |
| 3"                                                        | 75,00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0,00               | 0,00%                                     |                                    | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |                           |              |                        |  |
| 2.1/2"                                                    | 63,00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0,00               | 0,00%                                     |                                    | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |                           |              |                        |  |
| 2"                                                        | 50,00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0,00               | 0,00%                                     |                                    | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |                           |              |                        |  |
| 1.1/2"                                                    | 38,10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0,00               | 0,00%                                     |                                    | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |                           |              |                        |  |
| 1.1/4"                                                    | 31,50                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0,00               | 0,00%                                     |                                    | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |                           |              |                        |  |
| 1"                                                        | 25,40                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0,00               | 0,00%                                     |                                    | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |                           |              |                        |  |
| 7/8"                                                      | 22,40                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0,00               | 0,00%                                     |                                    | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |                           |              |                        |  |
| 3/4"                                                      | 19,10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0,00               | 0,00%                                     |                                    | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |                           |              |                        |  |
| 5/8"                                                      | 16,00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0,00               | 0,00%                                     |                                    | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |                           |              |                        |  |
| 1/2"                                                      | 12,50                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0,00               | 0,00%                                     |                                    | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |                           |              |                        |  |
| 3/8"                                                      | 9,50                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0,00               | 0,00%                                     |                                    | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |                           |              |                        |  |
| 1/4"                                                      | 6,30                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0,00               | 0,00%                                     |                                    | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |                           |              |                        |  |
| N° 4                                                      | 4,80                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0,00               | 0,00%                                     |                                    | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |                           |              |                        |  |
| N° 8                                                      | 2,38                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0,00               | 0,00%                                     |                                    | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |                           |              |                        |  |
| N° 10                                                     | 2,00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0,00               | 0,00%                                     |                                    | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |                           |              |                        |  |
| Peneiramento da Amostra Parcial                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                                           |                                    |                             |                                     |                            |                           |              |                        |  |
| Peso Amostra Parcial Úmida (g):                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    | 70,00                                     |                                    |                             | Amostra Parcial Seca (g):           |                            |                           | 64,03        |                        |  |
| Peneira                                                   | Peneira (mm)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Massa Retida (g)   | Percentual Retido                         |                                    | Percentual Retido Acumulado |                                     | Percentual que Passa Total |                           |              |                        |  |
| 16                                                        | 1,200                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 3,62               | 5,65%                                     |                                    | 5,65%                       |                                     | 94,35%                     |                           |              |                        |  |
| 30                                                        | 0,600                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 3,79               | 5,92%                                     |                                    | 11,57%                      |                                     | 88,43%                     |                           |              |                        |  |
| 40                                                        | 0,420                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1,76               | 2,75%                                     |                                    | 14,32%                      |                                     | 85,68%                     |                           |              |                        |  |
| 50                                                        | 0,300                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2,24               | 3,50%                                     |                                    | 17,82%                      |                                     | 82,18%                     |                           |              |                        |  |
| 100                                                       | 0,150                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1,40               | 2,19%                                     |                                    | 20,01%                      |                                     | 79,99%                     |                           |              |                        |  |
| 200                                                       | 0,074                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2,08               | 3,25%                                     |                                    | 23,25%                      |                                     | 76,75%                     |                           |              |                        |  |
| Sedimentação                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                                           |                                    |                             |                                     |                            |                           |              |                        |  |
| Massa Esecífica Real (g/cm³)                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    | 1,855                                     | Calibração do Densímetro: A+B.r(H) |                             |                                     | A= -227,27                 |                           | B= 248,73    |                        |  |
| Tempo                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Leitura Densímetro | Temperat. (°C)                            | Correção à Temperatura             | Leitura Corrigida           | Viscosidade (10 <sup>-4</sup> Pa.s) | Altura de Queda (cm)       | Diâmetro (mm)             | % da Amostra |                        |  |
| mim                                                       | seg                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                    |                                           |                                    |                             |                                     |                            |                           |              |                        |  |
| 0,50                                                      | 30,00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1,0275             | 22,00                                     | -0,0001                            | 1,0274                      | 9,7929                              | 15,72                      | 0,0719                    | 72,03%       |                        |  |
| 1,00                                                      | 60,00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1,0262             | 22,00                                     | -0,0001                            | 1,0261                      | 9,7929                              | 16,01                      | 0,0687                    | 67,93%       |                        |  |
| 2,00                                                      | 120,00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1,0246             | 22,00                                     | -0,0001                            | 1,0245                      | 9,7929                              | 16,38                      | 0,0492                    | 62,89%       |                        |  |
| 4,00                                                      | 240,00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1,0213             | 22,00                                     | -0,0001                            | 1,0212                      | 9,7929                              | 16,64                      | 0,0350                    | 52,50%       |                        |  |
| 8,00                                                      | 480,00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1,0181             | 22,00                                     | -0,0001                            | 1,0180                      | 9,7929                              | 17,37                      | 0,0253                    | 42,43%       |                        |  |
| 15,00                                                     | 900,00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1,0159             | 22,00                                     | -0,0001                            | 1,0158                      | 9,7929                              | 17,88                      | 0,0188                    | 35,50%       |                        |  |
| 30,00                                                     | 1800,00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1,0120             | 22,00                                     | -0,0001                            | 1,0120                      | 9,7929                              | 18,74                      | 0,0136                    | 23,53%       |                        |  |
| 60,00                                                     | 3600,00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1,0098             | 22,00                                     | -0,0001                            | 1,0097                      | 9,7929                              | 19,25                      | 0,0097                    | 16,61%       |                        |  |
| 120,00                                                    | 7200,00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1,0087             | 22,00                                     | -0,0001                            | 1,0086                      | 9,7929                              | 19,50                      | 0,0069                    | 13,14%       |                        |  |
| 240,00                                                    | 14400,00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1,0080             | 22,00                                     | -0,0001                            | 1,0079                      | 9,7929                              | 19,66                      | 0,0049                    | 10,94%       |                        |  |
| 480,00                                                    | 28800,00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1,0078             | 22,00                                     | -0,0001                            | 1,0077                      | 9,7929                              | 19,70                      | 0,0035                    | 10,31%       |                        |  |
| 1440,00                                                   | 86400,00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1,0074             | 22,00                                     | -0,0001                            | 1,0073                      | 9,7929                              | 19,79                      | 0,0020                    | 9,05%        |                        |  |
| Curva Granulométrica                                      | <div><div></div><div>Argil</div><div>Silte</div><div>Areia F</div><div>Areia M</div><div>Areia G</div><div>Pedregulho</div></div> <div><div><div>Percentual Passante (%)</div><div>0%100%</div></div><div><div>0,0010,0100,1001,00010,000100,000</div><div>Diâmetro dos Grãos (mm)</div></div><div><div><div>Percentual Retido (%)</div><div>0%20%40%60%80%100%</div></div></div></div> |                    |                                           |                                    |                             |                                     |                            |                           |              |                        |  |
|                                                           | d10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | d30                | d60                                       | Coeficiente Uniformidade           |                             | Coeficiente de Curvatura            |                            | Densímetro                |              | Altura da Proveta (cm) |  |
|                                                           | 0,003                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0,016              | 0,045                                     | 14,497                             |                             | 1,900                               |                            | 1                         |              | 60                     |  |
| Araucária, 15 de outubro de 2024                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                                           |                                    |                             |                                     |                            |                           |              |                        |  |

Grãos de pedregulho retidos na peneira de abertura 4,8 mm — Determinação da massa específica, da massa específica aparente e da absorção de água - NBR 6458 (ABNT, 2016)

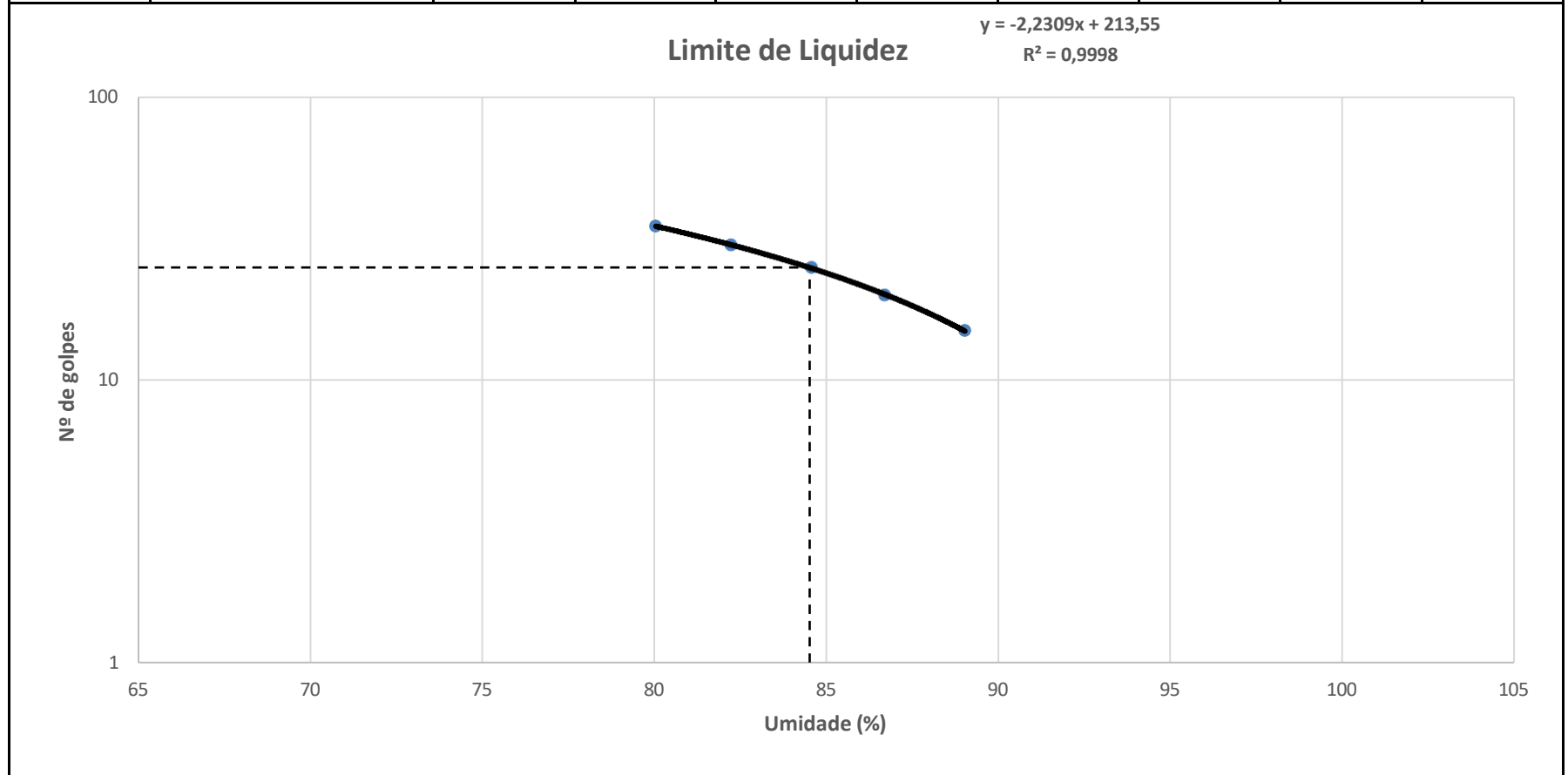
|                                                                                                                                                                             |                                                      |                                           |                                            |        |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|--------|-------|
|                                                                                            | Cliente:                                             | VTB ENGENHARIA LTDA                       |                                            |        |       |
|                                                                                                                                                                             | Furo:                                                | BL-02                                     |                                            |        |       |
|                                                                                                                                                                             | Amostra:                                             | BL-02                                     |                                            |        |       |
|                                                                                                                                                                             | Material:                                            | Areia argilo-siltosa, coloração vermelho. |                                            |        |       |
| Data da coleta:                                                                                                                                                             | 11/09/2024                                           | Profundidade:                             | 1m                                         |        |       |
| Coordenadas:                                                                                                                                                                | 489.116,54 / 6.671.902,86                            |                                           |                                            |        |       |
| Obra:                                                                                                                                                                       | Barragem Lomba de Sabão                              |                                           |                                            |        |       |
| Determinação do teor de umidade da amostra                                                                                                                                  |                                                      |                                           |                                            |        |       |
|                                                                                                                                                                             | Cápsula:                                             | 143                                       | 146                                        | 125    |       |
|                                                                                                                                                                             | Peso da Cápsula (g):                                 | 16,63                                     | 16,4                                       | 17,16  |       |
|                                                                                                                                                                             | Peso da Cápsula + Solo Úmido (g):                    | 35,03                                     | 35,61                                      | 31,42  |       |
|                                                                                                                                                                             | Peso da Cápsula + Solo Seco (g):                     | 33,46                                     | 33,94                                      | 30,23  |       |
|                                                                                                                                                                             | Teor de Umidade (%):                                 | 9,33                                      | 9,52                                       | 9,10   |       |
|                                                                                                                                                                             | Teor de Umidade médio (%):                           | 9,32                                      |                                            |        |       |
| Dados do ensaio                                                                                                                                                             |                                                      |                                           |                                            |        |       |
|                                                                                                                                                                             | Picnômetro                                           |                                           | 13                                         | 17     |       |
|                                                                                                                                                                             | Massa do Picnômetro + Amostra (g)                    | M1                                        | 50,03                                      | 50,01  |       |
|                                                                                                                                                                             | Massa do Picnômetro + Amostra + Água (g)             | M2                                        | 673,43                                     | 674,78 |       |
|                                                                                                                                                                             | Massa do Picnômetro + Água (g)                       | M3                                        | 652,29                                     | 653,70 |       |
|                                                                                                                                                                             | Massa Específica dos sólidos a Temperatura T (g/cm³) | ρw (T)                                    | 1,858                                      | 1,853  |       |
|                                                                                                                                                                             | Média da Massas Específicas dos Sólidos (g/cm³)      | ρs média                                  | 1,856                                      |        |       |
|                                                                                                                                                                             | Temperatura T do Ensaio (°C)                         | 22                                        | Massa Específica dos Sólidos - D20 (g/cm³) |        | 1,855 |
|                                                                                                                                                                             | Fator de Correção K20                                | 0,99952                                   |                                            |        |       |
| Fórmulas Utilizadas                                                                                                                                                         |                                                      |                                           |                                            |        |       |
| $\rho_s = \frac{M1 \times 100 / (100 + ww)}{\left[ M1 \times \frac{100}{100 + ww} \right] + MM - M2} \times \rho_{w(T)} \qquad D_{20} = K_{20} \times \rho_s \text{ média}$ |                                                      |                                           |                                            |        |       |

Araucária, 15 de outubro de 2024

### Solo - Determinação do limite de liquidez e plasticidade - NBR 6459 e 7180 (ABNT, 2016)

|                                                                                   |                            |                                           |  |                      |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------|--|----------------------|----|
|  | <b>Cliente:</b>            | VTB ENGENHARIA LTDA                       |  |                      |    |
|                                                                                   | <b>Furo:</b>               | BL-02                                     |  |                      |    |
|                                                                                   | <b>Amostra:</b>            | BL-02                                     |  |                      |    |
|                                                                                   | <b>Material:</b>           | Areia argilo-siltosa, coloração vermelho. |  |                      |    |
| <b>Data da coleta:</b>                                                            | 11/09/2024                 |                                           |  | <b>Profundidade:</b> | 1m |
| <b>Coordenadas:</b>                                                               | 489.116,54 / 6.671.902,86  |                                           |  |                      |    |
| <b>Obra:</b>                                                                      | Barragem da Lomba do Sabão |                                           |  |                      |    |

| Limite de Liquidez |                  |       |       |       |       |       |  |  |  |
|--------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|--|
| 1                  | Cápsula          | 20    | 4     | 48    | 12    | 41    |  |  |  |
| 2                  | Peso da Cápsula  | 9,48  | 9,66  | 7,94  | 8,62  | 8,74  |  |  |  |
| 3                  | Peso Bruto Úmido | 18,61 | 17,52 | 17,87 | 17,24 | 15,78 |  |  |  |
| 4                  | Peso Bruto Seco  | 14,31 | 13,87 | 13,32 | 13,35 | 12,65 |  |  |  |
| 5                  | Umidade          | 89%   | 87%   | 85%   | 82%   | 80%   |  |  |  |
| 6                  | Nº de Golpes     | 15    | 20    | 25    | 30    | 35    |  |  |  |



| Limite de Plasticidade |                       |      |      |      |      |      |  |  |  |
|------------------------|-----------------------|------|------|------|------|------|--|--|--|
| 1                      | Cápsula               | 63   | 20   | 170  | 183  | 160  |  |  |  |
| 2                      | Massa Cápsula (g)     | 8,04 | 7,17 | 7,88 | 9,08 | 8,31 |  |  |  |
| 3                      | Massa bruto úmido (g) | 8,85 | 7,99 | 8,68 | 9,92 | 9,42 |  |  |  |
| 4                      | Massa bruto seco (g)  | 8,50 | 7,63 | 8,34 | 9,56 | 8,93 |  |  |  |
| 5                      | Umidade               | 76%  | 78%  | 74%  | 75%  | 79%  |  |  |  |

| Resultados          |     |                         |     |                         |    |
|---------------------|-----|-------------------------|-----|-------------------------|----|
| Limite de Liquidez: | 85% | Limite de Plasticidade: | 76% | Índice de Plasticidade: | 8% |

Araucária, 16 de outubro de 2024

|                                                                                   |                         |                  |                                                                 |               |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------|------------|
|  |                         |                  |                                                                 |               |            |
| <b>Ciente:</b>                                                                    | VTB ENGENHARIA          | <b>Material:</b> | Silte areno-argiloso<br>(matéria orgânica),<br>coloração preto. | <b>Data:</b>  | 24/10/2024 |
| <b>Sondagem:</b>                                                                  | BL-02                   |                  |                                                                 | <b>Prof.:</b> | 1m         |
| <b>Obra:</b>                                                                      | Barragem Lomba do Sabão | <b>Ativo:</b>    | BL-02                                                           | <b>Local:</b> | Viamão-RS  |
| DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE - NBR6457:2016                                    |                         |                  |                                                                 |               |            |
| <b>Cápsula:</b>                                                                   |                         |                  | 137                                                             |               |            |
| <b>Peso da Cápsula (g):</b>                                                       |                         |                  | 16,66                                                           |               |            |
| <b>Peso da Cápsula + Solo Úmido (g):</b>                                          |                         |                  | 38,10                                                           |               |            |
| <b>Peso da Cápsula + Solo Seco (g):</b>                                           |                         |                  | 27,12                                                           |               |            |
| <b>Teor de Umidade (%):</b>                                                       |                         |                  | 104,97%                                                         |               |            |
|                                                                                   |                         |                  |                                                                 |               |            |
| <b>Cápsula:</b>                                                                   |                         |                  | 85                                                              |               |            |
| <b>Peso da Cápsula (g):</b>                                                       |                         |                  | 16,33                                                           |               |            |
| <b>Peso da Cápsula + Solo Úmido (g):</b>                                          |                         |                  | 44,58                                                           |               |            |
| <b>Peso da Cápsula + Solo Seco (g):</b>                                           |                         |                  | 30,02                                                           |               |            |
| <b>Teor de Umidade (%):</b>                                                       |                         |                  | 106,36%                                                         |               |            |
|                                                                                   |                         |                  |                                                                 |               |            |
| <b>Cápsula:</b>                                                                   |                         |                  | 110                                                             |               |            |
| <b>Peso da Cápsula (g):</b>                                                       |                         |                  | 17,25                                                           |               |            |
| <b>Peso da Cápsula + Solo Úmido (g):</b>                                          |                         |                  | 55,31                                                           |               |            |
| <b>Peso da Cápsula + Solo Seco (g):</b>                                           |                         |                  | 35,79                                                           |               |            |
| <b>Teor de Umidade (%):</b>                                                       |                         |                  | 105,29%                                                         |               |            |
| RESUMO                                                                            |                         |                  |                                                                 |               |            |
| <b>Teor de Umidade (%) 1</b>                                                      |                         |                  | 104,97%                                                         |               |            |
| <b>Teor de Umidade(%) 2</b>                                                       |                         |                  | 106,36%                                                         |               |            |
| <b>Teor de Umidade(%) 3</b>                                                       |                         |                  | 105,29%                                                         |               |            |
| <b>Teor de Umidade Media(%)</b>                                                   |                         |                  | 105,54%                                                         |               |            |
|                                                                                   |                         |                  |                                                                 |               |            |

# RELATÓRIO DE ENSAIO

## ASTM D3080 - Método de Ensaio de Cisalhamento Direto de Solos em Condição Drenada e Consolidada

**Cliete:** VTB ENGENHARIA LTDA  
**Obra:** BARRAGEM LOMBA DO SABÃO  
**Local:** VIAMÃO-RS

**Furo:** BL 02  
**Amostra:** BL-02 - Inundado.  
**Profundidade (m):** 1m  
**Material:** Silte areno-argiloso (matéria orgânica), coloração preto.

| DADOS INICIAIS DO CORPO DE PROVA |                   |             |             |             |             |
|----------------------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Número do CP                     |                   | CP-01       | CP-02       | CP-03       | CP-04       |
| Forma do CP                      | -                 | Quadrado    | Quadrado    | Quadrado    | Quadrado    |
| Largura do CP                    | mm                | 60          | 60          | 60          | 60          |
| Altura inicial do CP             | mm                | 20          | 20          | 20          | 20          |
| Área do anel                     | cm <sup>2</sup>   | 36          | 36          | 36          | 36          |
| Volume inicial do CP             | cm <sup>3</sup>   | 72          | 72          | 72          | 72          |
| Condição de saturação            | -                 | Inundado    | Inundado    | Inundado    | Inundado    |
| Tempo de saturação               | h                 | 24          | 24          | 24          | 24          |
| Tipo de amostra                  | -                 | Indeformada | Indeformada | Indeformada | Indeformada |
| Energia de Compactação           | -                 | N/A         | N/A         | N/A         | N/A         |
| Umidade inicial                  | %                 | 106,01%     | 106,01%     | 106,01%     | 106,01%     |
| Massa do anel                    | g                 | 50,80       | 51,99       | 52,02       | 52,16       |
| Massa solo úmido + anel          | g                 | 131,47      | 132,37      | 135,89      | 131,42      |
| Massa solo saturado + anel       | g                 | 133,28      | 134,27      | 137,62      | 133,12      |
| Massa esp. aparente natural      | kg/m <sup>3</sup> | 1120        | 1116        | 1165        | 1101        |
| Massa esp. aparente saturada     | kg/m <sup>3</sup> | 1146        | 1159        | 1206        | 1143        |
| Massa esp. aparente seca         | kg/m <sup>3</sup> | 544         | 542         | 565         | 534         |

| DADOS FINAIS DO CORPO DE PROVA |        |       |        |        |            |
|--------------------------------|--------|-------|--------|--------|------------|
| Número do Teste                | -      | 974   | 975    | 976    | 977        |
| Número do CP                   | -      | CP-01 | CP-02  | CP-03  | CP-04      |
| Carregamento                   | kg     | 1,8   | 3,7    | 7,4    | 14,7000004 |
| Tensão normal                  | kPa    | 49,05 | 100,82 | 198,93 | 400,58     |
| Velocidade de deslocamento     | mm/min | 0,40  | 0,40   | 0,40   | 0,40       |
| Tensão de cisalhamento máxima  | kPa    | 8,69  | 14,68  | 28,47  | 56,36      |

| DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DAS AMOSTRAS |         |         |         |         |         |         |
|--------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Amostra                              | Inicial |         |         | Final   |         |         |
|                                      | CP-01   |         |         | CP-01   |         |         |
| Cápsula                              | 137     | 85      | 110     | 161     | 173     | 148     |
| Peso cápsula                         | 16,73   | 16,37   | 17,32   | 16,58   | 17,47   | 18,63   |
| Peso cápsula + Solo úmido            | 38,10   | 44,58   | 55,31   | 36,55   | 35,20   | 38,74   |
| Peso cápsula + Solo seco             | 27,12   | 30,02   | 35,79   | 26,16   | 25,98   | 28,27   |
| Umidade                              | 105,68% | 106,67% | 105,68% | 108,46% | 108,34% | 108,61% |
| Média Umidade (%)                    | 106,01% |         |         | 108,47% |         |         |

| Amostra                   | Inicial |         |         | Final   |         |         |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                           | CP-02   |         |         | CP-02   |         |         |
| Cápsula                   | 137     | 85      | 110     | 110     | 85      | 137     |
| Peso cápsula              | 16,73   | 16,37   | 17,32   | 17,33   | 16,38   | 16,71   |
| Peso cápsula + Solo úmido | 38,1    | 44,58   | 55,31   | 39,54   | 38,69   | 37,04   |
| Peso cápsula + Solo seco  | 27,12   | 30,02   | 35,79   | 28,35   | 27,44   | 26,80   |
| Umidade                   | 105,68% | 106,67% | 105,68% | 101,54% | 101,72% | 101,49% |
| Média Umidade (%)         | 106,01% |         |         | 101,58% |         |         |

| Amostra                   | Inicial |         |         | Final  |        |        |
|---------------------------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|
|                           | CP-03   |         |         | CP-03  |        |        |
| Cápsula                   | 137     | 85      | 110     | 126    | 163    | 170    |
| Peso cápsula              | 16,73   | 16,37   | 17,32   | 18,52  | 16,60  | 15,68  |
| Peso cápsula + Solo úmido | 38,1    | 44,58   | 55,31   | 42,61  | 36,96  | 34,21  |
| Peso cápsula + Solo seco  | 27,12   | 30,02   | 35,79   | 30,60  | 26,81  | 24,95  |
| Umidade                   | 105,68% | 106,67% | 105,68% | 99,42% | 99,41% | 99,89% |
| Média Umidade (%)         | 106,01% |         |         | 99,57% |        |        |

| Amostra                   | Inicial |         |         | Final  |        |        |
|---------------------------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|
|                           | CP-04   |         |         | CP-04  |        |        |
| Cápsula                   | 137     | 85      | 110     | 111    | 114    | 157    |
| Peso cápsula              | 16,73   | 16,37   | 17,32   | 16,67  | 16,63  | 16,54  |
| Peso cápsula + Solo úmido | 38,1    | 44,58   | 55,31   | 35,56  | 33,60  | 33,40  |
| Peso cápsula + Solo seco  | 27,12   | 30,02   | 35,79   | 26,22  | 25,22  | 25,00  |
| Umidade                   | 105,68% | 106,67% | 105,68% | 97,80% | 97,56% | 99,29% |
| Média Umidade (%)         | 106,01% |         |         | 98,22% |        |        |

Araucária, 11/10/2024  
 Contrato: 2404218  
 Revisão: R00

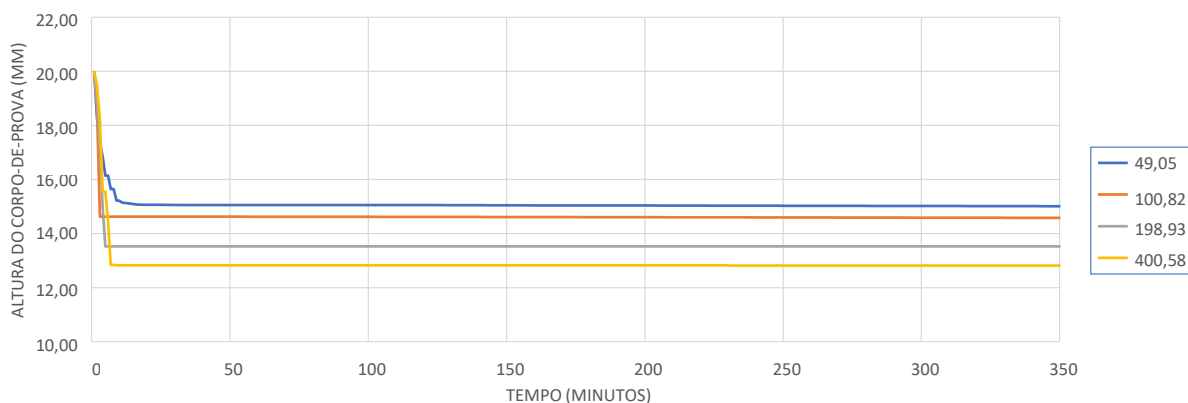
**Laboratorista:** Eng. Fábio Eduardo dos Santos.  
**Verificação:** Eng. Humberto Kuskowski / Eng. Luciano Kuskowski.  
**Resp. Técnico:** - Robson Alan Rodrigues CREA- PR143577

**NOTA:** Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documentos somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia

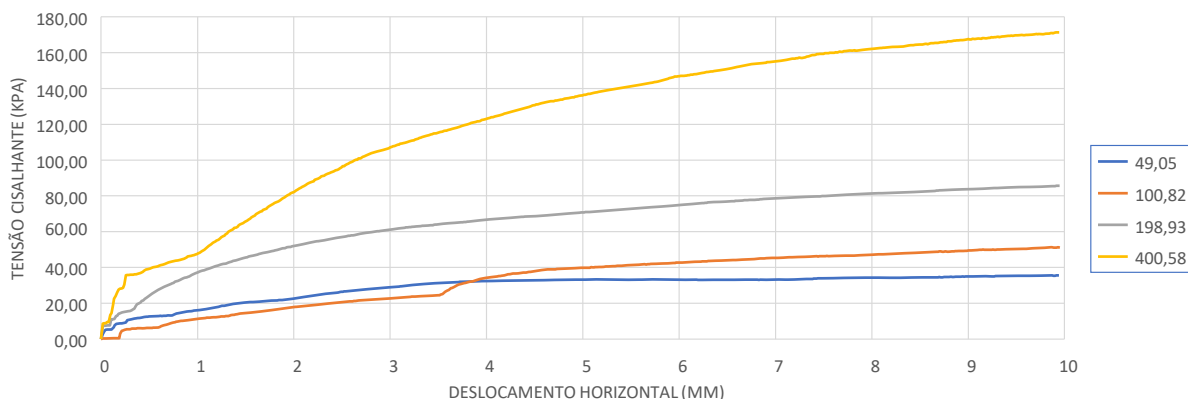
**Ciente:** VTB ENGENHARIA LTDA  
**Obra:** BARRAGEM LOMBA DO SABÃO  
**Local:** VIAMÃO-RS

**Furo:** BL 02  
**Amostra:** BL-02 - Inundado.  
**Profundidade (m):** 1m  
**Material:** Silte areno-argiloso (matéria orgânica), coloração preto.

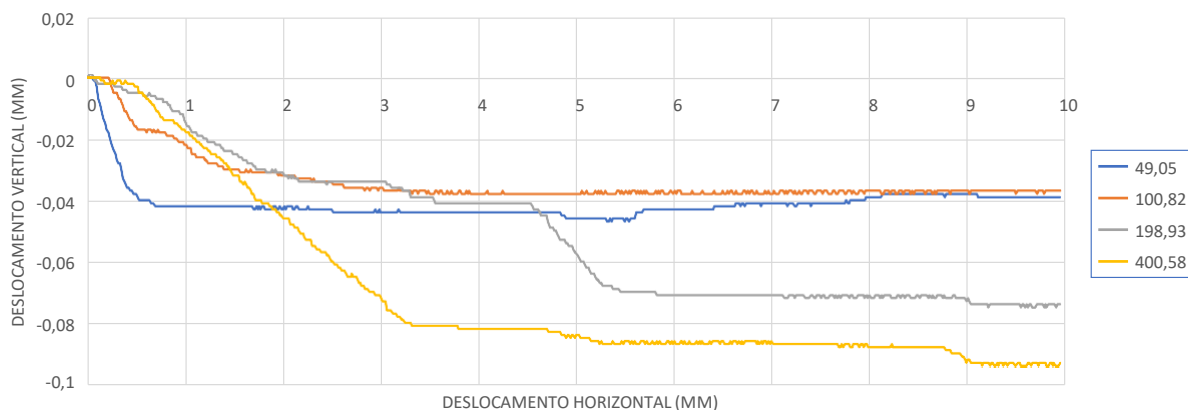
### PRÉ-ADENSAMENTO



### CISALHAMENTO



### DESLOCAMENTO VERTICAL X DESLOCAMENTO HORIZONTAL



**Araucária, 11/10/2024**  
**Contrato:** 2404218  
**Revisão:** R00

**Laboratorista:** Eng. Fábio Eduardo dos Santos.  
**Verificação:** Eng. Humberto Kuskowski / Eng. Luciano Kuskowski.  
**Resp. Técnico:** - Robson Alan Rodrigues CREA- PR143577

**NOTA:** Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documentos somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia

**ASTM D3080 - Método de Ensaio de Cisalhamento Direto de Solos em Condição Drenada e Consolidada**

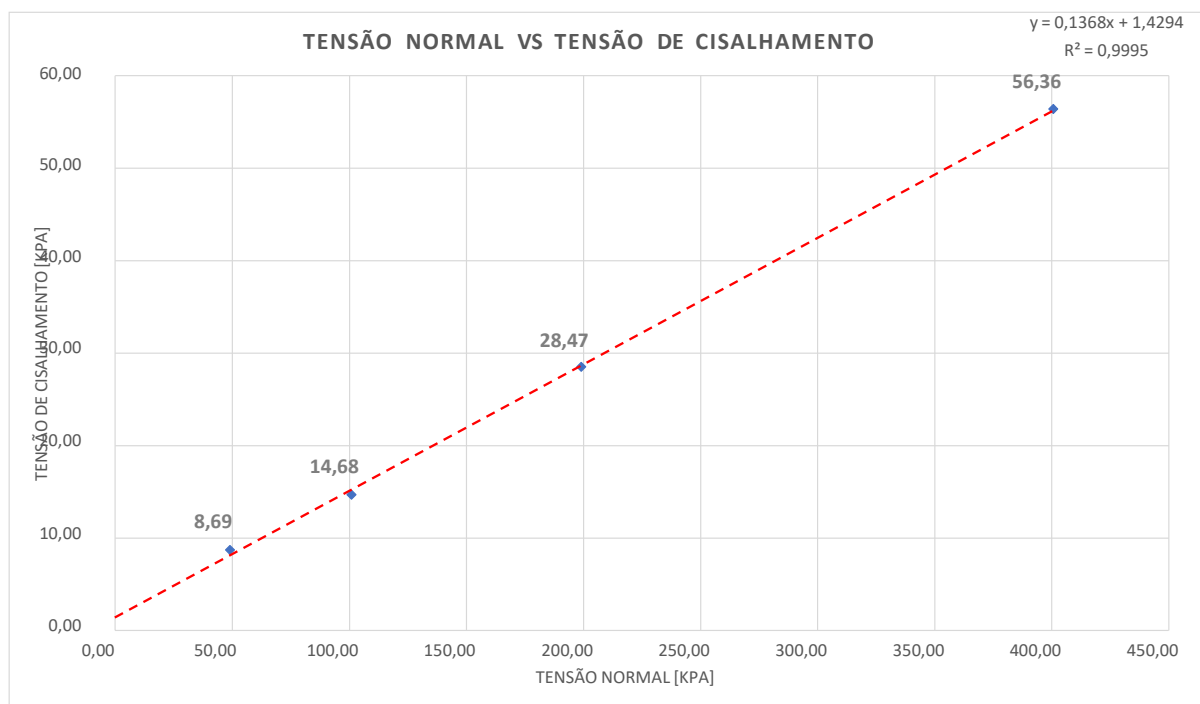
**Cliente:** VTB ENGENHARIA LTDA  
**Obra:** BARRAGEM LOMBA DO SABÃO  
**Local:** VIAMÃO-RS

**Furo:** BL 02  
**Amostra:** BL-02 - Inundado.  
**Profundidade (m):** 1m  
**Material:** Silte areno-argiloso (matéria orgânica), coloração preto.

**DEFINIÇÃO DA ENVOLTÓRIA**

|                                     |       |        |        |        |
|-------------------------------------|-------|--------|--------|--------|
| Tensão Normal (kPa)                 | 49,05 | 100,82 | 198,93 | 400,58 |
| Tensão de Cisalhamento Máxima (kPa) | 8,69  | 14,68  | 28,47  | 56,36  |

|                                  |      |
|----------------------------------|------|
| Coesão - c (kPa)                 | 1,43 |
| Ângulo de atrito - $\varphi$ (°) | 7,79 |



\* A envoltória de resistência apresentada neste relatório é uma simples regressão linear dos pontos por nós definidos. Os parâmetros obtidos deverão ser objeto de avaliação e interpretação pelo projetista envolvido no estudo de estabilidade e/ou contenção nos termos do item 1.3 da norma ASTM D3080-98. Observa-se ainda que o procedimento para obtenção da envoltória de projetos para estabilidade de taludes é regulado pela NBR 11682:2009 em seu anexo D.

**Araucária,** 11/10/2024  
**Contrato:** 2404218  
**Revisão:** R00

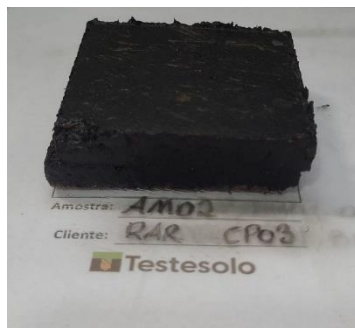
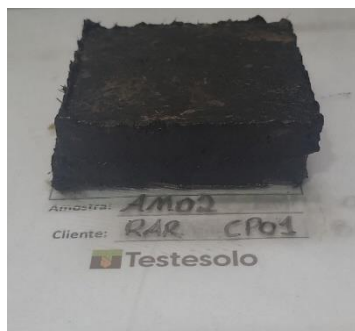
**Laboratorista:** Eng. Fábio Eduardo dos Santos.  
**Verificação:** Eng. Humberto Kuskowski / Eng. Luciano Kuskowski.  
**Resp. Técnico:** - Robson Alan Rodrigues CREA- PR143577

**NOTA:** Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documentos somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia.

**ASTM D3080 - Método de Ensaio de Cisalhamento Direto de Solos em Condição Drenada e Consolidada**

**Cliente:** VTB ENGENHARIA LTDA  
**Obra:** BARRAGEM LOMBA DO SABÃO  
**Local:** VIAMÃO-RS

**Furo:** BL 02  
**Amostra:** BL-02 - Inundado.  
**Profundidade (m):** 1m  
**Material:** Silte areno-argiloso (matéria orgânica), coloração preto.



\* Equipamento com retorno automático da caixa de cisalhamento.

Araucária, 11/10/2024  
Contrato: 2404218  
Revisão: R00

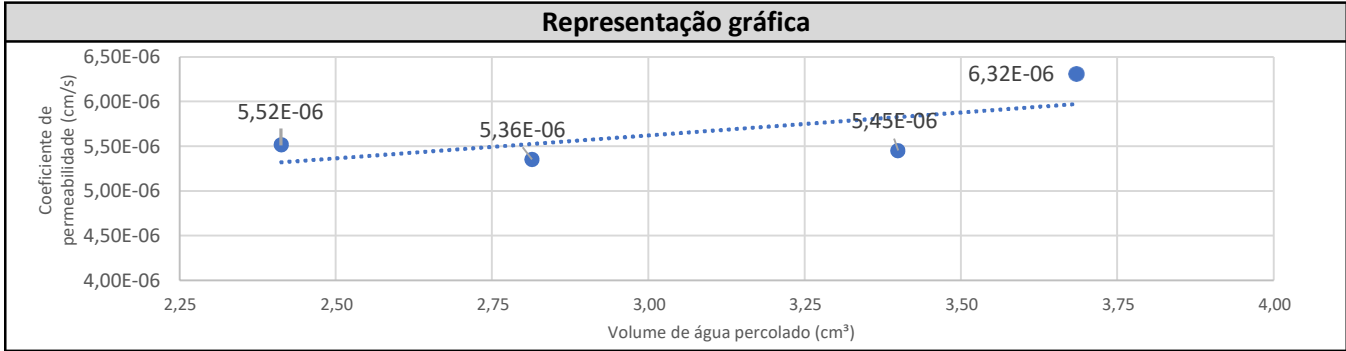
**Laboratorista:** Eng. Fábio Eduardo dos Santos.  
**Verificação:** Eng. Humberto Kuskowski / Eng. Luciano Kuskowski.  
**Resp. Técnico:** - Robson Alan Rodrigues CREA- PR143577

**NOTA:** Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documentos somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia

**Solo - Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos argilosos à carga variável - NBR 14545 (ABNT, 2021)**

|                                                                                   |                                                           |                              |                   |                   |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|----------------|
|  | <b>Cliente:</b>                                           | VTB ENGENHARIA LTDA.         |                   |                   |                |
|                                                                                   | <b>Furo:</b>                                              | BL 02                        | <b>Amostra:</b>   | BL 02.            |                |
|                                                                                   | <b>Profundidade da coleta:</b>                            |                              | 1m                |                   |                |
|                                                                                   | <b>Data da coleta:</b>                                    |                              | 10/09/2024        |                   |                |
| <b>Endereço da obra:</b>                                                          | Barragem Lomba do Sabão                                   |                              |                   |                   |                |
| <b>Dados iniciais do corpo de prova</b>                                           |                                                           |                              |                   |                   |                |
| Processo de compactação:                                                          | N/A.                                                      | Amostras indeformada:        |                   | ( <b>X</b> )      |                |
| Descrição tátil visual:                                                           | Silte areno-argiloso (matéria orgânica), coloração preto. |                              |                   |                   |                |
| <b>Dimensões \ leituras</b>                                                       | <b>1 leitura</b>                                          | <b>2ª leitura</b>            | <b>3ª leitura</b> | <b>Média (cm)</b> |                |
| Diâmetro (mm):                                                                    | 50,20                                                     | 50,32                        | 50,05             | 5,02              |                |
| Altura (mm):                                                                      | 100,31                                                    | 100,08                       | 100,22            | 10,02             |                |
| Volume (cm³):                                                                     |                                                           | 198,25                       |                   |                   |                |
| Massa inicial do corpo de prova (g):                                              |                                                           | 222,64                       |                   |                   |                |
| <b>Teor de umidade inicial do corpo de prova</b>                                  |                                                           |                              |                   |                   |                |
| Número da cápsula:                                                                |                                                           | 39                           | 54                | 52                |                |
| Massa da cápsula (g):                                                             |                                                           | 9,82                         | 8,65              | 9,44              |                |
| Massa da cápsula + solo úmido (g):                                                |                                                           | 75,22                        | 81,15             | 76,39             |                |
| Massa da cápsula + solo seco (g):                                                 |                                                           | 42,11                        | 44,56             | 42,29             |                |
| Teor de umidade (%):                                                              |                                                           | 102,54                       | 101,89            | 103,81            |                |
| Teor de umidade médio (%):                                                        |                                                           | 102,75                       |                   |                   |                |
| <b>Índices físicos iniciais do corpo de prova</b>                                 |                                                           |                              |                   |                   |                |
| Massa seca (dos sólidos) do corpo de prova - Ms (g):                              |                                                           |                              | 109,81            |                   |                |
| Massa específica aparente seca inicial do corpo de prova - pd (g/cm³)             |                                                           |                              | 0,55              |                   |                |
| Massa específica dos grãos do corpo de prova - ps (g/cm³):                        |                                                           |                              | 1,86              |                   |                |
| Índice de vazios inicial do corpo de prova - ei:                                  |                                                           |                              | 2,35              |                   |                |
| Grau de saturação inicial do corpo de prova (%):                                  |                                                           |                              | 83                |                   |                |
| <b>Dados do conjunto de ensaio</b>                                                |                                                           |                              |                   |                   |                |
| Natureza da água utilizada no ensaio:                                             |                                                           | Potável, filtrada e deaerada |                   |                   |                |
| Gradiente hidráulico médio (cm/cm):                                               |                                                           | 3,24                         |                   |                   |                |
| Diâmetro interno do tubo de carga (mm):                                           |                                                           | 11,12                        |                   |                   |                |
| Área interna do tubo de carga (a) (cm²)                                           |                                                           | 0,97                         |                   |                   |                |
| <b>Ensaio</b>                                                                     |                                                           |                              |                   |                   |                |
| Método A:                                                                         | ( )                                                       | Método B:                    |                   |                   | ( <b>X</b> )   |
| <b>Número do ensaio:</b>                                                          | <b>1</b>                                                  | <b>2</b>                     | <b>3</b>          | <b>4</b>          | <b>unidade</b> |
| Leitura inicial na escala do tubo manométrico (hi):                               | 130                                                       | 130                          | 130               | 130               | mm             |
| Leitura final na escala do tubo manométrico (hf):                                 | 90                                                        | 95                           | 100               | 105               | mm             |
| Tempo decorrido para a água percolar (s):                                         | 25965                                                     | 25653                        | 21852             | 17250             | s              |
| Volume de água percolado:                                                         | 3,68                                                      | 3,40                         | 2,81              | 2,41              | cm³            |
| Coeficiente de permeabilidade (kT):                                               | 6,96E-06                                                  | 6,01E-06                     | 5,90E-06          | 6,08E-06          | cm/s           |
| Temperatura do ensaio:                                                            | 20                                                        | 20                           | 20                | 20                | (°C)           |
| Coeficiente de permeabilidade (k20):                                              | 6,32E-06                                                  | 5,45E-06                     | 5,36E-06          | 5,52E-06          | cm/s           |
| Coeficiente de permeabilidade médio (k20 médio):                                  | 5,66E-06                                                  |                              |                   |                   | cm/s           |
| <b>Índices físicos finais do corpo de prova</b>                                   |                                                           |                              |                   |                   |                |
| Massa final do corpo de prova (g):                                                |                                                           |                              | 246,20            |                   |                |
| Umidade final do corpo de prova (%):                                              |                                                           |                              | 124,20            |                   |                |
| Massa seca (dos sólidos) do corpo de prova - Ms (g):                              |                                                           |                              | 109,81            |                   |                |
| Massa específica aparente seca final do corpo de prova - pd (g/cm³)               |                                                           |                              | 0,55              |                   |                |
| Massa específica dos grãos do corpo de prova - ps (g/cm³):                        |                                                           |                              | 1,86              |                   |                |
| Índice de vazios final do corpo de prova - ei:                                    |                                                           |                              | 2,35              |                   |                |
| Grau de saturação final do corpo de prova (%):                                    |                                                           |                              | 100               |                   |                |

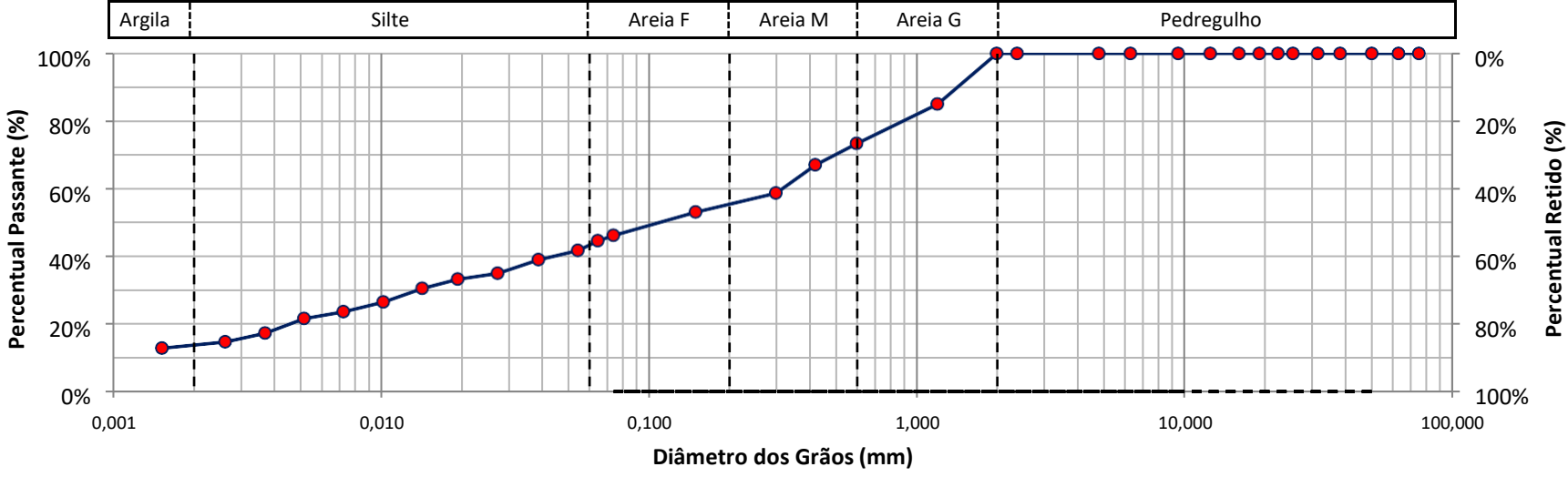
Solo - Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos argilosos à carga variável - NBR 14545 (ABNT, 2021)



\*obs: o corpo de prova não apresentou variação em suas dimensões após o ensaio.

Araucária, 24 de outubro de 2024.

Solo - Análise granulométrica - NBR 7181 (ABNT, 2016)

|                                                                                   |                                                                                      |                                        |                   |                                    |                             |                                     |                            |               |              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------|------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|----------------------------|---------------|--------------|
|  | Cliente:                                                                             | VTB ENGENHAR                           |                   |                                    |                             | Data da coleta:                     | 11/09/2024                 |               |              |
|                                                                                   | Furo:                                                                                | BL-03.                                 |                   |                                    |                             | Profundidade:                       | 1m                         |               |              |
|                                                                                   | Amostra:                                                                             | BL-03                                  |                   |                                    |                             | Coordenadas:                        | 489.214,34 / 6.671.899,21  |               |              |
|                                                                                   | Material:                                                                            | Areia silto-argilosa,coloração marrom. |                   |                                    |                             |                                     |                            |               |              |
| Endereço:                                                                         | Barragem Lomba do Sabão                                                              |                                        |                   |                                    |                             |                                     |                            |               |              |
| Dados iniciais e resumoUmidade                                                    |                                                                                      |                                        |                   |                                    |                             |                                     |                            |               |              |
| Amostra Total Seca                                                                |                                                                                      | Higroscópica                           |                   |                                    |                             | Resumo da Granulometria             |                            |               |              |
| Amostra Total Úmida (g)                                                           |                                                                                      | Cap.                                   | 80                | 89                                 | 94                          | Pedregulho (>2,0mm)                 |                            | 0,00%         |              |
| Retido Acum. N°10 (g)                                                             |                                                                                      | P.Cap.                                 | 17,03             | 17,15                              | 17,59                       | Areia Grossa (0,6 - 2mm)            |                            | 26,72%        |              |
| Passado N° 10 Úmida (g)                                                           |                                                                                      | PBU                                    | 68,75             | 67,01                              | 66,81                       | Areia Média (0,2 - 0,6mm)           |                            | 18,31%        |              |
| Peso da Água                                                                      |                                                                                      | PBS                                    | 67,67             | 65,76                              | 65,58                       | Areia Fina (0,06 - 0,2mm)           |                            | 8,74%         |              |
| Passado N° 10 Seca                                                                |                                                                                      | w                                      | 2,13%             | 2,57%                              | 2,56%                       | Silte (0,002- 0,06mm)               |                            | 29,61%        |              |
| Amostra Total Seca                                                                |                                                                                      | wmed                                   | 2,42%             |                                    |                             | Argila (<0,002mm)                   |                            | 16,62%        |              |
| Peneiramento da Amostra Total                                                     |                                                                                      |                                        |                   |                                    |                             |                                     |                            |               |              |
| Peneira                                                                           | Peneira (mm)                                                                         | Massa Retida (g)                       | Percentual Retido |                                    | Percentual Retido Acumulado |                                     | Percentual que Passa       |               |              |
| 3"                                                                                | 75,00                                                                                | 0,00                                   | 0,00%             |                                    | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |               |              |
| 2.1/2"                                                                            | 63,00                                                                                | 0,00                                   | 0,00%             |                                    | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |               |              |
| 2"                                                                                | 50,00                                                                                | 0,00                                   | 0,00%             |                                    | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |               |              |
| 1.1/2"                                                                            | 38,10                                                                                | 0,00                                   | 0,00%             |                                    | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |               |              |
| 1.1/4"                                                                            | 31,50                                                                                | 0,00                                   | 0,00%             |                                    | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |               |              |
| 1"                                                                                | 25,40                                                                                | 0,00                                   | 0,00%             |                                    | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |               |              |
| 7/8"                                                                              | 22,40                                                                                | 0,00                                   | 0,00%             |                                    | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |               |              |
| 3/4"                                                                              | 19,10                                                                                | 0,00                                   | 0,00%             |                                    | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |               |              |
| 5/8"                                                                              | 16,00                                                                                | 0,00                                   | 0,00%             |                                    | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |               |              |
| 1/2"                                                                              | 12,50                                                                                | 0,00                                   | 0,00%             |                                    | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |               |              |
| 3/8"                                                                              | 9,50                                                                                 | 0,00                                   | 0,00%             |                                    | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |               |              |
| 1/4"                                                                              | 6,30                                                                                 | 0,00                                   | 0,00%             |                                    | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |               |              |
| N° 4                                                                              | 4,80                                                                                 | 0,00                                   | 0,00%             |                                    | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |               |              |
| N° 8                                                                              | 2,38                                                                                 | 0,00                                   | 0,00%             |                                    | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |               |              |
| N° 10                                                                             | 2,00                                                                                 | 0,00                                   | 0,00%             |                                    | 0,00%                       |                                     | 100,00%                    |               |              |
| Peneiramento da Amostra Parcial                                                   |                                                                                      |                                        |                   |                                    |                             |                                     |                            |               |              |
| Peso Amostra Parcial Úmida (g):                                                   |                                                                                      | 70,00                                  |                   | Amostra Parcial Seca (g):          |                             | 68,34                               |                            |               |              |
| Peneira                                                                           | Peneira (mm)                                                                         | Massa Retida (g)                       | Percentual Retido |                                    | Percentual Retido Acumulado |                                     | Percentual que Passa Total |               |              |
| 16                                                                                | 1,200                                                                                | 10,25                                  | 15,00%            |                                    | 15,00%                      |                                     | 85,00%                     |               |              |
| 30                                                                                | 0,600                                                                                | 8,01                                   | 11,72%            |                                    | 26,72%                      |                                     | 73,28%                     |               |              |
| 40                                                                                | 0,420                                                                                | 4,30                                   | 6,29%             |                                    | 33,01%                      |                                     | 66,99%                     |               |              |
| 50                                                                                | 0,300                                                                                | 5,68                                   | 8,31%             |                                    | 41,32%                      |                                     | 58,68%                     |               |              |
| 100                                                                               | 0,150                                                                                | 3,80                                   | 5,56%             |                                    | 46,88%                      |                                     | 53,12%                     |               |              |
| 200                                                                               | 0,074                                                                                | 4,71                                   | 6,89%             |                                    | 53,77%                      |                                     | 46,23%                     |               |              |
| Sedimentação                                                                      |                                                                                      |                                        |                   |                                    |                             |                                     |                            |               |              |
| Massa Esecífica Real (g/cm³)                                                      |                                                                                      | 2,671                                  |                   | Calibração do Densímetro: A+B.r(H) |                             | A= -227,27                          |                            | B= 248,73     |              |
| Tempo                                                                             |                                                                                      | Leitura Densímetro                     | Temperat. (°C)    | Correção à Temperatura             | Leitura Corrigida           | Viscosidade (10 <sup>-4</sup> Pa.s) | Altura de Queda (cm)       | Diâmetro (mm) | % da Amostra |
| mim                                                                               | seg                                                                                  |                                        |                   |                                    |                             |                                     |                            |               |              |
| 0,50                                                                              | 30,00                                                                                | 1,0236                                 | 22,00             | -0,0001                            | 1,0235                      | 9,7929                              | 16,61                      | 0,0648        | 44,59%       |
| 1,00                                                                              | 60,00                                                                                | 1,0224                                 | 22,00             | -0,0001                            | 1,0223                      | 9,7929                              | 16,89                      | 0,0546        | 41,78%       |
| 2,00                                                                              | 120,00                                                                               | 1,0212                                 | 22,00             | -0,0001                            | 1,0211                      | 9,7929                              | 17,16                      | 0,0389        | 38,96%       |
| 4,00                                                                              | 240,00                                                                               | 1,0195                                 | 22,00             | -0,0001                            | 1,0194                      | 9,7929                              | 17,06                      | 0,0274        | 34,96%       |
| 8,00                                                                              | 480,00                                                                               | 1,0188                                 | 22,00             | -0,0001                            | 1,0187                      | 9,7929                              | 17,22                      | 0,0195        | 33,32%       |
| 15,00                                                                             | 900,00                                                                               | 1,0175                                 | 22,00             | -0,0001                            | 1,0175                      | 9,7929                              | 17,49                      | 0,0143        | 30,50%       |
| 30,00                                                                             | 1800,00                                                                              | 1,0158                                 | 22,00             | -0,0001                            | 1,0158                      | 9,7929                              | 17,88                      | 0,0102        | 26,50%       |
| 60,00                                                                             | 3600,00                                                                              | 1,0146                                 | 22,00             | -0,0001                            | 1,0146                      | 9,7929                              | 18,15                      | 0,0073        | 23,68%       |
| 120,00                                                                            | 7200,00                                                                              | 1,0137                                 | 22,00             | -0,0001                            | 1,0137                      | 9,7929                              | 18,36                      | 0,0052        | 21,57%       |
| 240,00                                                                            | 14400,00                                                                             | 1,0119                                 | 22,00             | -0,0001                            | 1,0118                      | 9,7929                              | 18,77                      | 0,0037        | 17,34%       |
| 480,00                                                                            | 28800,00                                                                             | 1,0108                                 | 22,00             | -0,0001                            | 1,0107                      | 9,7929                              | 19,02                      | 0,0026        | 14,75%       |
| 1440,00                                                                           | 86400,00                                                                             | 1,0100                                 | 22,00             | -0,0001                            | 1,0099                      | 9,7929                              | 19,20                      | 0,0015        | 12,88%       |
| Curva Granulométrica                                                              |  |                                        |                   |                                    |                             |                                     |                            |               |              |
|                                                                                   | d10                                                                                  | d30                                    | d60               | Coeficiente Uniformidade           | Coeficiente de Curvatura    | Densímetro                          | Altura da Proveta (cm)     |               |              |
|                                                                                   | -                                                                                    | 0,014                                  | 0,319             |                                    |                             | 1                                   | 60                         |               |              |
| Araucária, 15 de outubro de 2024                                                  |                                                                                      |                                        |                   |                                    |                             |                                     |                            |               |              |

Grãos de pedregulho retidos na peneira de abertura 4,8 mm — Determinação da massa específica, da massa específica aparente e da absorção de água - NBR 6458 (ABNT, 2016)

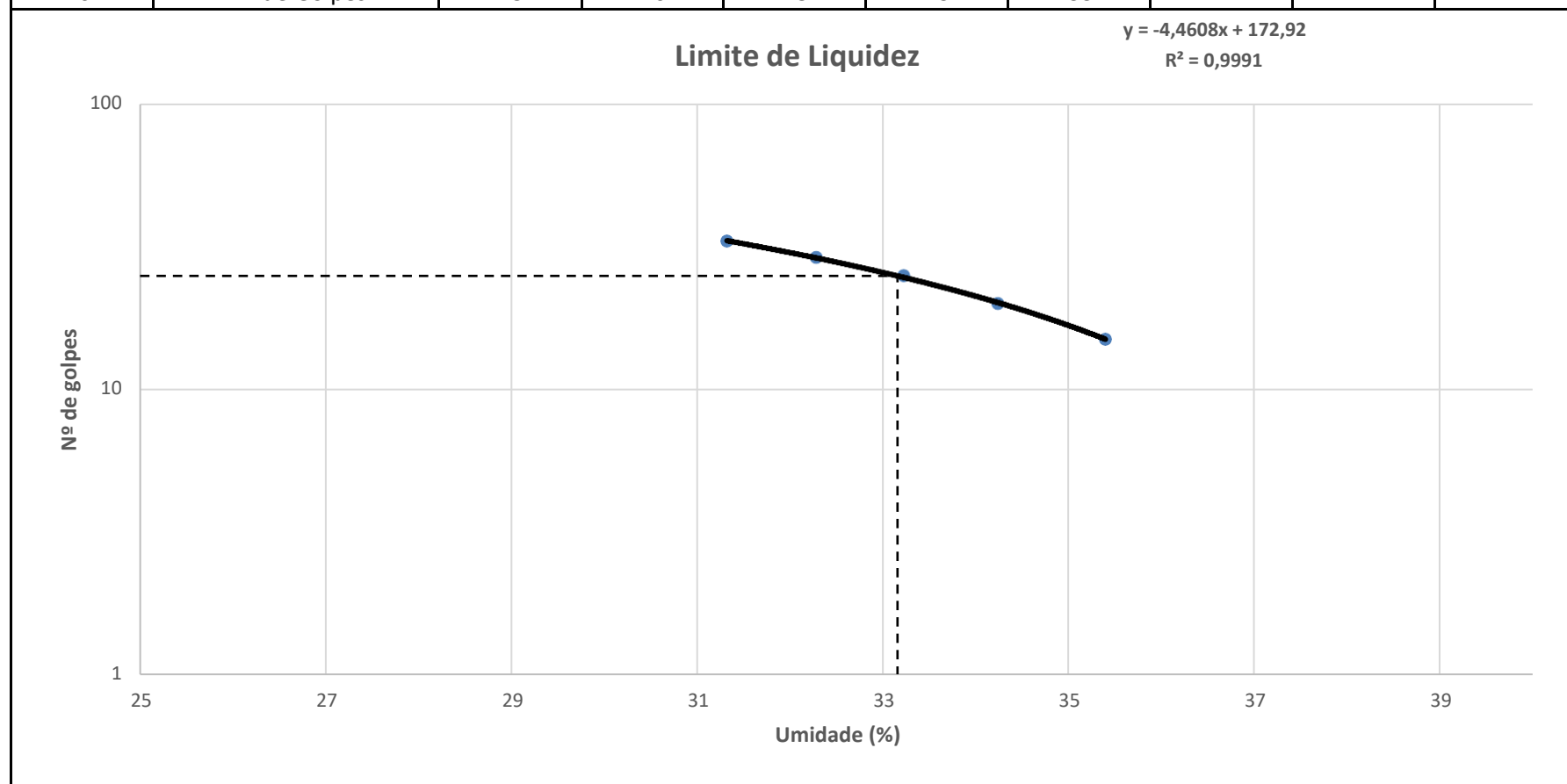
|                                                                                                                                                                        |                                                      |                                         |                                            |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------|--------|
|                                                                                       | Cliente:                                             | VTB ENGENHARIA LTDA                     |                                            |        |
|                                                                                                                                                                        | Furo:                                                | BL-03                                   |                                            |        |
|                                                                                                                                                                        | Amostra:                                             | BL 03.                                  |                                            |        |
|                                                                                                                                                                        | Material:                                            | Areia silto-argilosa, coloração marrom. |                                            |        |
| Data da coleta:                                                                                                                                                        | 11/09/2024                                           | Profundidade:                           | 1m                                         |        |
| Coordenadas:                                                                                                                                                           | 489.214,34 / 6.671.899,21                            |                                         |                                            |        |
| Obra:                                                                                                                                                                  | Barragem Lomba de Sabão                              |                                         |                                            |        |
| Determinação do teor de umidade da amostra                                                                                                                             |                                                      |                                         |                                            |        |
|                                                                                                                                                                        | Cápsula:                                             | 108                                     | 99                                         | 157    |
|                                                                                                                                                                        | Peso da Cápsula (g):                                 | 17,37                                   | 15,9                                       | 16,54  |
|                                                                                                                                                                        | Peso da Cápsula + Solo Úmido (g):                    | 68,84                                   | 76,11                                      | 68,32  |
|                                                                                                                                                                        | Peso da Cápsula + Solo Seco (g):                     | 68,39                                   | 75,52                                      | 68,00  |
|                                                                                                                                                                        | Teor de Umidade (%):                                 | 0,88                                    | 0,99                                       | 0,62   |
|                                                                                                                                                                        | Teor de Umidade médio (%):                           | 0,83                                    |                                            |        |
| Dados do ensaio                                                                                                                                                        |                                                      |                                         |                                            |        |
|                                                                                                                                                                        | Picnômetro                                           |                                         | 12                                         | 25     |
|                                                                                                                                                                        | Massa do Picnometro + Amostra (g)                    | M1                                      | 50,04                                      | 50,02  |
|                                                                                                                                                                        | Massa do Picnometro + Amostra + Água (g)             | M2                                      | 689,20                                     | 681,08 |
|                                                                                                                                                                        | Massa do Picnometro + Água (g)                       | M3                                      | 658,12                                     | 649,99 |
|                                                                                                                                                                        | Massa Específica dos sólidos a Temperatura T (g/cm³) | ρw (T)                                  | 2,673                                      | 2,675  |
|                                                                                                                                                                        | Média da Massas Específicas dos Sólidos (g/cm³)      | ρs média                                | 2,674                                      |        |
|                                                                                                                                                                        | Temperatura T do Ensaio (°C)                         | 25                                      | Massa Específica dos Sólidos - D20 (g/cm³) |        |
|                                                                                                                                                                        | Fator de Correção K20                                | 0,99891                                 |                                            |        |
| Fórmulas Utilizadas                                                                                                                                                    |                                                      |                                         |                                            |        |
| $\rho_s = \frac{MM \times M00 / (M00 + ww)}{\left[ \frac{MM \times 100}{100 + ww} \right] + MM - MM} \times \rho_{w(T)}$ $D_{20} = K_{20} \times \rho_s \text{ média}$ |                                                      |                                         |                                            |        |

Araucária, 15 de outubro de 2024

### Solo - Determinação do limite de liquidez e plasticidade - NBR 6459 e 7180 (ABNT, 2016)

|                                                                                   |                            |                                         |  |               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------|--|---------------|----|
|  | Cliente:                   | VTB ENGENHARIA LTDA                     |  |               |    |
|                                                                                   | Furo:                      | BL-03                                   |  |               |    |
|                                                                                   | Amostra:                   | BL-03                                   |  |               |    |
|                                                                                   | Material:                  | Areia silto-argilosa, coloração marrom. |  |               |    |
| Data da coleta:                                                                   | 11/09/2024                 |                                         |  | Profundidade: | 1m |
| Coordenadas:                                                                      | 489.214,34 / 6.671.899,21  |                                         |  |               |    |
| Obra:                                                                             | Barragem da Lomba do Sabão |                                         |  |               |    |

| Limite de Liquidez |                  |       |       |       |       |       |  |  |  |
|--------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|--|
| 1                  | Cápsula          | 10    | 22    | 20    | 63    | 16    |  |  |  |
| 2                  | Peso da Cápsula  | 9,49  | 8,83  | 9,5   | 8,02  | 9,57  |  |  |  |
| 3                  | Peso Bruto Úmido | 20,43 | 18,71 | 18,08 | 16,46 | 19,38 |  |  |  |
| 4                  | Peso Bruto Seco  | 17,57 | 16,19 | 15,94 | 14,40 | 17,04 |  |  |  |
| 5                  | Umidade          | 35%   | 34%   | 33%   | 32%   | 31%   |  |  |  |
| 6                  | Nº de Golpes     | 15    | 20    | 25    | 29    | 33    |  |  |  |



| Limite de Plasticidade |                       |      |       |      |       |       |  |  |  |
|------------------------|-----------------------|------|-------|------|-------|-------|--|--|--|
| 1                      | Cápsula               | 35   | 28    | 48   | 4     | 58    |  |  |  |
| 2                      | Massa Cápsula (g)     | 8,43 | 8,29  | 8    | 9,61  | 9,62  |  |  |  |
| 3                      | Massa bruto úmido (g) | 9,85 | 10,21 | 9,95 | 11,77 | 11,95 |  |  |  |
| 4                      | Massa bruto seco (g)  | 9,59 | 9,84  | 9,58 | 11,35 | 11,47 |  |  |  |
| 5                      | Umidade               | 22%  | 24%   | 23%  | 24%   | 26%   |  |  |  |

| Resultados          |     |                         |     |                         |    |
|---------------------|-----|-------------------------|-----|-------------------------|----|
| Limite de Liquidez: | 33% | Limite de Plasticidade: | 24% | Índice de Plasticidade: | 9% |

Araucária, 15 de outubro de 2024

|                  |                         |                  |                                            |               |            |
|------------------|-------------------------|------------------|--------------------------------------------|---------------|------------|
| <b>Ciente:</b>   | VTB ENGENHARIA          | <b>Material:</b> | Areia silto-argilosa,<br>coloração marrom. | <b>Data:</b>  | 24/10/2024 |
| <b>Sondagem:</b> | BL-03                   |                  |                                            | <b>Prof.:</b> | 1m         |
| <b>Obra:</b>     | Barragem Lomba do Sabão | <b>Ativo:</b>    | BL-02                                      | <b>Local:</b> | Viamão-RS  |

#### DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE - NBR6457:2016

|                                          |               |
|------------------------------------------|---------------|
| <b>Cápsula:</b>                          | <b>157</b>    |
| <b>Peso da Cápsula (g):</b>              | <b>16,48</b>  |
| <b>Peso da Cápsula + Solo Úmido (g):</b> | <b>62,58</b>  |
| <b>Peso da Cápsula + Solo Seco (g):</b>  | <b>52,99</b>  |
| <b>Teor de Umidade (%):</b>              | <b>26,27%</b> |

|                                          |               |
|------------------------------------------|---------------|
| <b>Cápsula:</b>                          | <b>102</b>    |
| <b>Peso da Cápsula (g):</b>              | <b>16,69</b>  |
| <b>Peso da Cápsula + Solo Úmido (g):</b> | <b>68,37</b>  |
| <b>Peso da Cápsula + Solo Seco (g):</b>  | <b>58,28</b>  |
| <b>Teor de Umidade (%):</b>              | <b>24,26%</b> |

|                                          |               |
|------------------------------------------|---------------|
| <b>Cápsula:</b>                          | <b>130</b>    |
| <b>Peso da Cápsula (g):</b>              | <b>17,51</b>  |
| <b>Peso da Cápsula + Solo Úmido (g):</b> | <b>71,77</b>  |
| <b>Peso da Cápsula + Solo Seco (g):</b>  | <b>61,58</b>  |
| <b>Teor de Umidade (%):</b>              | <b>23,12%</b> |

#### RESUMO

|                                 |               |
|---------------------------------|---------------|
| <b>Teor de Umidade (%) 1</b>    | <b>26,27%</b> |
| <b>Teor de Umidade(%) 2</b>     | <b>24,26%</b> |
| <b>Teor de Umidade(%) 3</b>     | <b>23,12%</b> |
| <b>Teor de Umidade Media(%)</b> | <b>24,55%</b> |

**ASTM D3080 - Método de Ensaio de Cisalhamento Direto de Solos em Condição Drenada e Consolidada**

**Ciente:** VTB ENGENHARIA LTDA  
**Obra:** BARRAGEM LOMBA DO SABÃO  
**Local:** VIAMÃO-RS

**Furo:** BL 03  
**Amostra:** BL-03 - Inundado.  
**Profundidade (m):** 1m  
**Material:** Areia argilo-siltosa, coloração vermelho.

| DADOS INICIAIS DO CORPO DE PROVA |                   |             |             |             |             |
|----------------------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Número do CP                     |                   | CP-01       | CP-02       | CP-03       | CP-04       |
| Forma do CP                      | -                 | Quadrado    | Quadrado    | Quadrado    | Quadrado    |
| Largura do CP                    | mm                | 60          | 60          | 60          | 60          |
| Altura inicial do CP             | mm                | 20          | 20          | 20          | 20          |
| Área do anel                     | cm <sup>2</sup>   | 36          | 36          | 36          | 36          |
| Volume inicial do CP             | cm <sup>3</sup>   | 72          | 72          | 72          | 72          |
| Condição de saturação            | -                 | Inundado    | Inundado    | Inundado    | Inundado    |
| Tempo de saturação               | h                 | 24          | 24          | 24          | 24          |
| Tipo de amostra                  | -                 | Indeformada | Indeformada | Indeformada | Indeformada |
| Energia de Compactação           | -                 | N/A         | N/A         | N/A         | N/A         |
| Umidade inicial                  | %                 | 24,56%      | 24,56%      | 24,56%      | 24,56%      |
| Massa do anel                    | g                 | 52,31       | 52,38       | 52,56       | 52,23       |
| Massa solo úmido + anel          | g                 | 178,00      | 176,46      | 175,99      | 177,34      |
| Massa solo saturado + anel       | g                 | 179,27      | 182,33      | 177,89      | 183,02      |
| Massa esp. aparente natural      | kg/m <sup>3</sup> | 1746        | 1723        | 1714        | 1738        |
| Massa esp. aparente saturada     | kg/m <sup>3</sup> | 1763        | 1806        | 1744        | 1815        |
| Massa esp. aparente seca         | kg/m <sup>3</sup> | 1402        | 1384        | 1376        | 1395        |

| DADOS FINAIS DO CORPO DE PROVA |        |       |        |        |        |
|--------------------------------|--------|-------|--------|--------|--------|
| Número do Teste                | -      | 970   | 971    | 972    | 973    |
| Número do CP                   | -      | CP-01 | CP-02  | CP-03  | CP-04  |
| Carregamento                   | kg     | 1,8   | 3,7    | 7,4    | 14,7   |
| Tensão normal                  | kPa    | 49,05 | 100,83 | 198,93 | 400,58 |
| Tempo mínimo até a falha       | min    | 26,41 | 66,77  | 63,98  | 60,21  |
| Velocidade de deslocamento     | mm/min | 0,40  | 0,40   | 0,40   | 0,40   |
| Tensão de cisalhamento máxima  | kPa    | 29,78 | 56,12  | 117,64 | 226,41 |

**DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DAS AMOSTRAS**

|                           | Inicial |        |        | Final  |        |        |
|---------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Amostra                   | CP-01   |        |        | CP-01  |        |        |
| Cápsula                   | 157     | 102    | 130    | 111    | 157    | 114    |
| Peso cápsula              | 16,53   | 16,72  | 17,45  | 16,73  | 16,59  | 16,64  |
| Peso cápsula + Solo úmido | 62,58   | 68,37  | 71,77  | 56,02  | 60,69  | 53,89  |
| Peso cápsula + Solo seco  | 52,99   | 58,28  | 61,58  | 46,00  | 49,18  | 43,51  |
| Umidade                   | 26,30%  | 24,28% | 23,09% | 34,23% | 35,32% | 38,63% |
| Média Umidade (%)         | 24,56%  |        |        | 36,06% |        |        |

|                           | Inicial |        |        | Final  |        |        |
|---------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Amostra                   | CP-02   |        |        | CP-02  |        |        |
| Cápsula                   | 157     | 102    | 130    | 172    | 102    | 130    |
| Peso cápsula              | 16,53   | 16,72  | 17,45  | 16,28  | 16,77  | 17,58  |
| Peso cápsula + Solo úmido | 62,58   | 68,37  | 71,77  | 63,21  | 60,84  | 51,84  |
| Peso cápsula + Solo seco  | 52,99   | 58,28  | 61,58  | 51,92  | 50,77  | 43,90  |
| Umidade                   | 26,30%  | 24,28% | 23,09% | 31,68% | 29,62% | 30,17% |
| Média Umidade (%)         | 24,56%  |        |        | 30,49% |        |        |

|                           | Inicial |        |        | Final  |        |        |
|---------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Amostra                   | CP-03   |        |        | CP-03  |        |        |
| Cápsula                   | 157     | 102    | 130    | 92     | 146    | 80     |
| Peso cápsula              | 16,53   | 16,72  | 17,45  | 17,17  | 16,48  | 17,04  |
| Peso cápsula + Solo úmido | 62,58   | 68,37  | 71,77  | 59,65  | 65,30  | 55,07  |
| Peso cápsula + Solo seco  | 52,99   | 58,28  | 61,58  | 50,14  | 54,45  | 46,74  |
| Umidade                   | 26,30%  | 24,28% | 23,09% | 28,84% | 28,58% | 28,05% |
| Média Umidade (%)         | 24,56%  |        |        | 28,49% |        |        |

|                           | Inicial |        |        | Final  |        |        |
|---------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Amostra                   | CP-04   |        |        | CP-04  |        |        |
| Cápsula                   | 157     | 102    | 130    | 153    | 94     | 139    |
| Peso cápsula              | 16,53   | 16,72  | 17,45  | 16,61  | 17,56  | 16,84  |
| Peso cápsula + Solo úmido | 62,58   | 68,37  | 71,77  | 58,65  | 58,71  | 57,35  |
| Peso cápsula + Solo seco  | 52,99   | 58,28  | 61,58  | 49,75  | 50,81  | 50,29  |
| Umidade                   | 26,30%  | 24,28% | 23,09% | 26,86% | 23,76% | 21,11% |
| Média Umidade (%)         | 24,56%  |        |        | 23,91% |        |        |

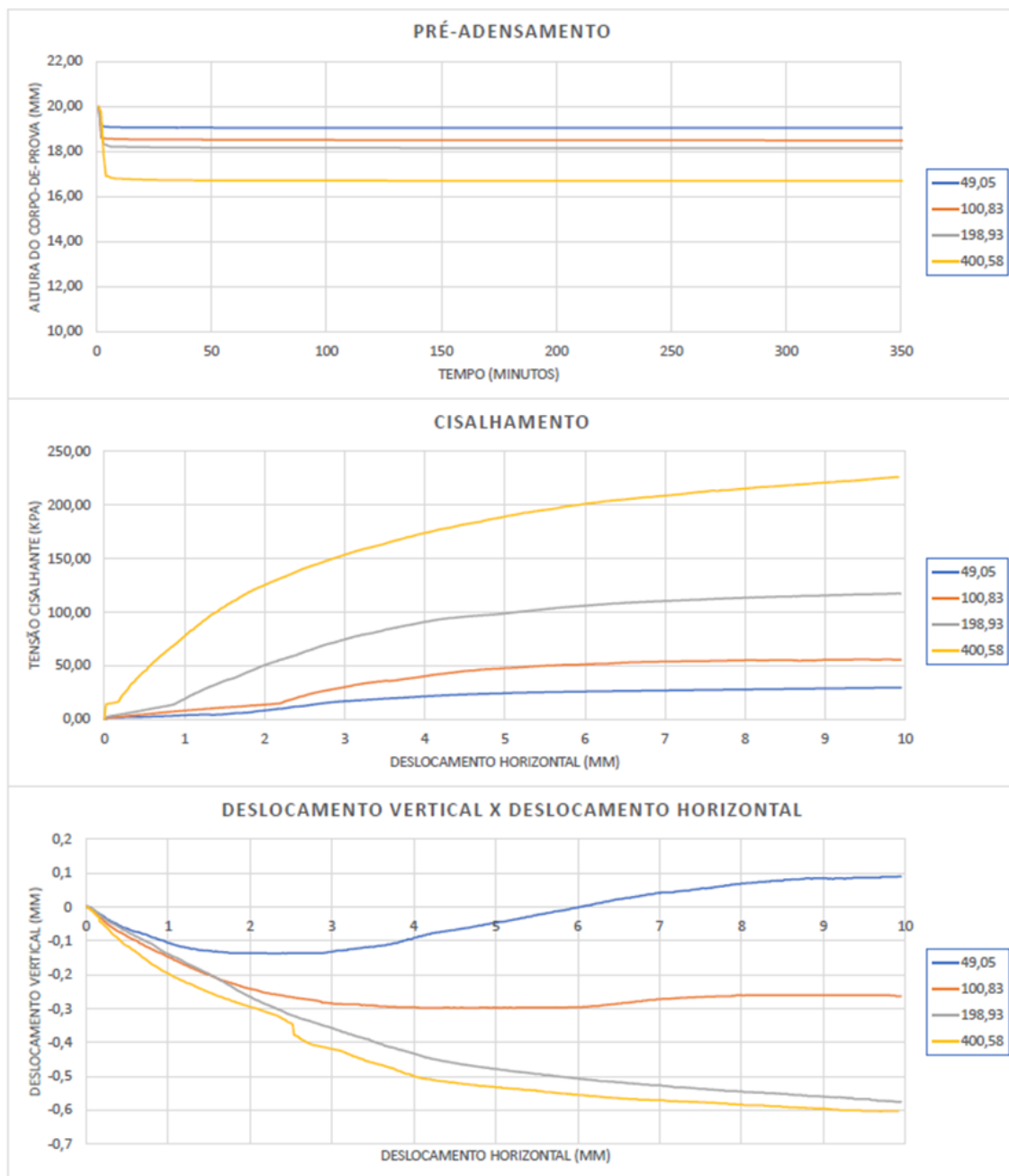
**Araucária, 11/10/2024**  
**Contrato:** 2404218  
**Revisão:** R00

**Laboratorista:** Eng. Fábio Eduardo dos Santos.  
**Verificação:** Eng. Humberto Kuskowski / Eng. Luciano Kuskowski.  
**Resp. Técnico:** - Robson Alan Rodrigues CREA- PR143577

**NOTA:** Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documentos somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia.

**Cliente:** VTB ENGENHARIA LTDA  
**Obra:** BARRAGEM LOMBA DO SABÃO  
**Local:** VIAMÃO-RS

**Furo:** BL 03  
**Amostra:** BL-03 - Inundado.  
**Profundidade (m):** 1m  
**Material:** Areia argilo-siltosa, coloração vermelho.



Araucária, 11/10/2024  
Contrato: 2404218  
Revisão: R00

Laboratorista: Eng. Fábio Eduardo dos Santos.  
Verificação: Eng. Humberto Kuskowski / Eng. Luciano Kuskowski  
Resp. Técnico: - Robson Alan Rodrigues CREA- PR143577

**NOTA:** Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documentos somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e

**ASTM D3080 - Método de Ensaio de Cisalhamento Direto de Solos em Condição Drenada e Consolidada**

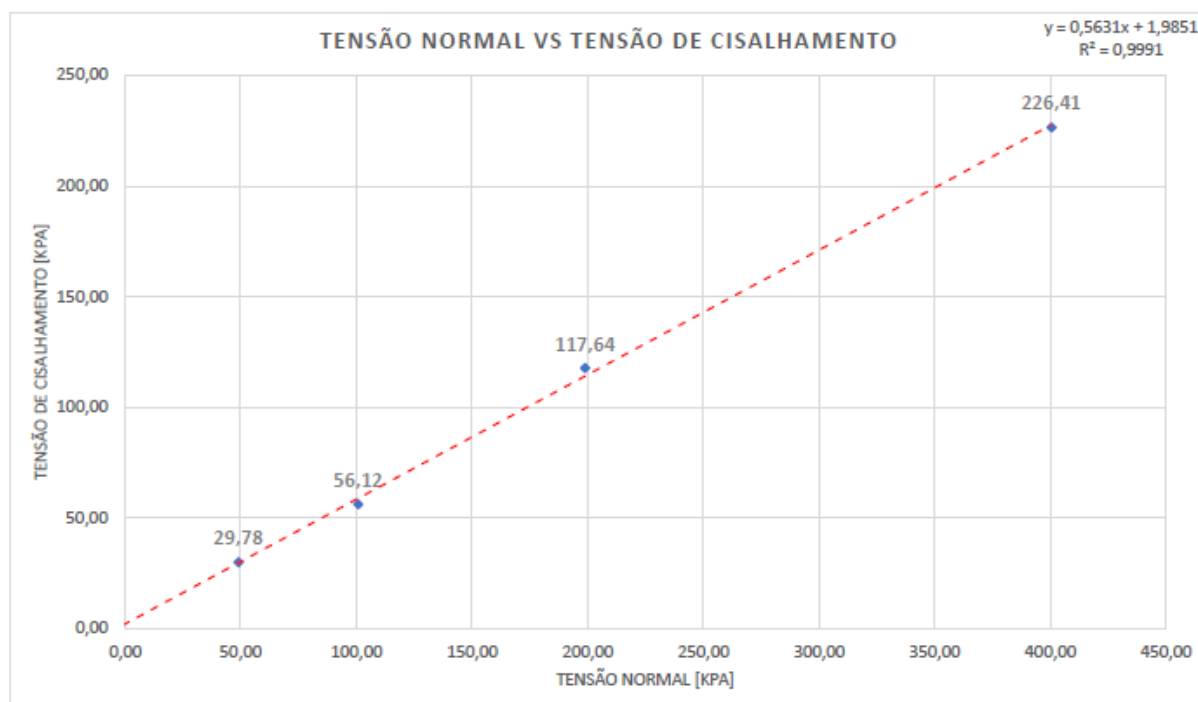
**Cliente:** VTB ENGENHARIA LTDA  
**Obra:** BARRAGEM LOMBA DO SABÃO  
**Local:** VIAMÃO-RS

**Furo:** BL 03  
**Amostra:** BL-03 - Inundado.  
**Profundidade (m):** 1m  
**Material:** Areia argilo-siltosa, coloração vermelho..

**DEFINIÇÃO DA ENVOLTÓRIA**

|                                     |       |        |        |        |
|-------------------------------------|-------|--------|--------|--------|
| Tensão Normal (kPa)                 | 49,05 | 100,83 | 198,93 | 400,58 |
| Tensão de Cisalhamento Máxima (kPa) | 29,78 | 56,12  | 117,64 | 226,41 |

|                                  |       |
|----------------------------------|-------|
| Coesão - c (kPa)                 | 1,99  |
| Ângulo de atrito - $\varphi$ (°) | 29,39 |



\* A envoltória de resistência apresentada neste relatório é uma simples regressão linear dos pontos por nós definidos. Os parâmetros obtidos deverão ser objeto de avaliação e interpretação pelo projetista envolvido no estudo de estabilidade e/ou contenção nos termos do item 1.3 da norma ASTM D3080-98. Observa-se ainda que o procedimento para obtenção da envoltória de projetos para estabilidade de taludes é regulado pela NBR 11682:2009 em seu anexo D.

**Araucária, 11/10/2024**  
**Contrato:** 2404218  
**Revisão:** R00

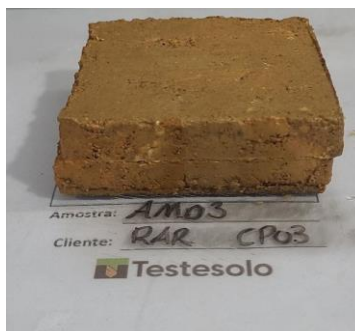
**Laboratorista:** Eng. Fábio Eduardo dos Santos.  
**Verificação:** Eng. Humberto Kuskowski / Eng. Luciano Kuskowski.  
**Resp. Técnico:** - Robson Alan Rodrigues CREA- PR143577

**NOTA:** Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documentos somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia.

**ASTM D3080 - Método de Ensaio de Cisalhamento Direto de Solos em Condição Drenada e Consolidada**

**Cliente:** VTB ENGENHARIA LTDA  
**Obra:** BARRAGEM LOMBA DO SABÃO  
**Local:** VIAMÃO-RS

**Furo:** BL 03  
**Amostra:** BL-03 - Inundado.  
**Profundidade (m):** 1m  
**Material:** Areia argilo-siltosa, coloração vermelho..



\* Equipamento com retorno automático da caixa de cisalhamento.

**Araucária, 11/10/2024**  
**Contrato:** 2404218  
**Revisão:** R00

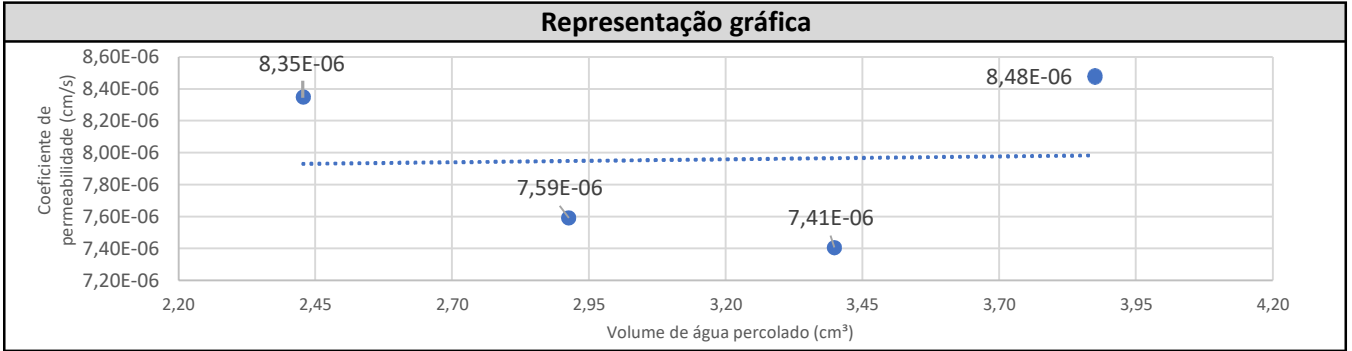
**Laboratorista:** Eng. Fábio Eduardo dos Santos.  
**Verificação:** Eng. Humberto Kuskowski / Eng. Luciano Kuskowski.  
**Resp. Técnico:** - Robson Alan Rodrigues CREA- PR143577

**NOTA:** Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documentos somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia.

**Solo - Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos argilosos à carga variável - NBR 14545 (ABNT, 2021)**

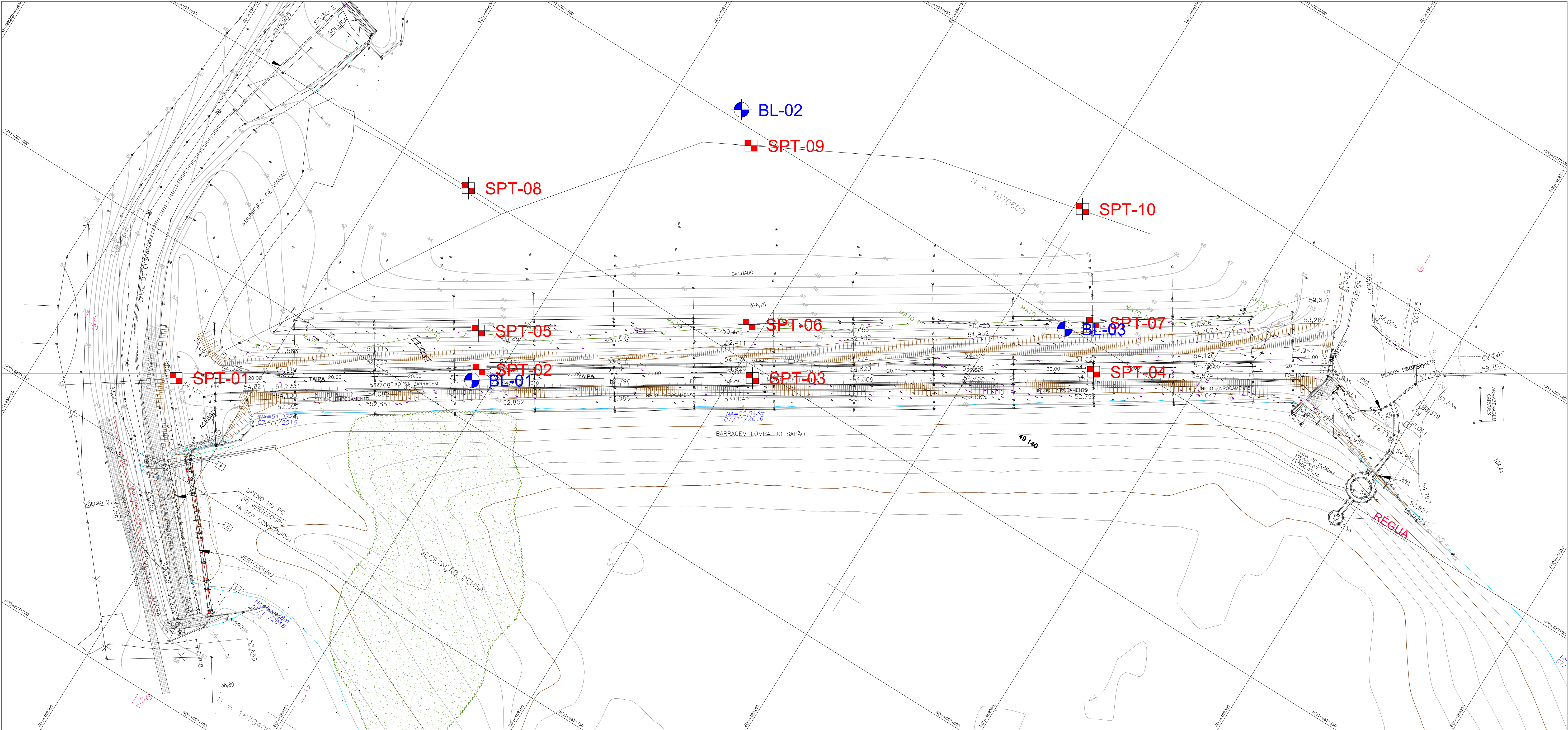
|                                                                                   |                                        |                                      |                        |                   |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|-------------------|----------------|
|  |                                        | <b>Cliente:</b> VTB ENGENHARIA LTDA. |                        |                   |                |
|                                                                                   |                                        | <b>Furo:</b> BL 03                   | <b>Amostra:</b> BL 03. |                   |                |
|                                                                                   |                                        | <b>Profundidade da coleta:</b> 1m    |                        |                   |                |
|                                                                                   |                                        | <b>Data da coleta:</b> 11/09/2024    |                        |                   |                |
| <b>Obra:</b>                                                                      | Barragem Lomba do Sabão                |                                      |                        |                   |                |
| <b>Dados iniciais do corpo de prova</b>                                           |                                        |                                      |                        |                   |                |
| Processo de compactação:                                                          | N/A.                                   | Amostras indeformada:                | ( <b>X</b> )           |                   |                |
| Descrição tátil visual:                                                           | Areia silto-argilosa, coloração marrom |                                      |                        |                   |                |
| <b>Dimensões \ leituras</b>                                                       | <b>1 leitura</b>                       | <b>2ª leitura</b>                    | <b>3ª leitura</b>      | <b>Média (cm)</b> |                |
| Diâmetro (mm):                                                                    | 50,08                                  | 50,11                                | 50,07                  | 5,01              |                |
| Altura (mm):                                                                      | 100,15                                 | 100,09                               | 100,22                 | 10,02             |                |
| Volume (cm³):                                                                     | 197,33                                 |                                      |                        |                   |                |
| Massa inicial do corpo de prova (g):                                              | 342,38                                 |                                      |                        |                   |                |
| <b>Teor de umidade inicial do corpo de prova</b>                                  |                                        |                                      |                        |                   |                |
| Número da cápsula:                                                                | 71                                     | 45                                   | 60                     |                   |                |
| Massa da cápsula (g):                                                             | 9,58                                   | 9,82                                 | 9,47                   |                   |                |
| Massa da cápsula + solo úmido (g):                                                | 60,44                                  | 62,85                                | 63,47                  |                   |                |
| Massa da cápsula + solo seco (g):                                                 | 50,42                                  | 52,38                                | 52,85                  |                   |                |
| Teor de umidade (%):                                                              | 24,53                                  | 24,60                                | 24,48                  |                   |                |
| Teor de umidade médio (%):                                                        | 24,54                                  |                                      |                        |                   |                |
| <b>Índices físicos iniciais do corpo de prova</b>                                 |                                        |                                      |                        |                   |                |
| Massa seca (dos sólidos) do corpo de prova - Ms (g):                              | 274,92                                 |                                      |                        |                   |                |
| Massa específica aparente seca inicial do corpo de prova - pd (g/cm³):            | 1,39                                   |                                      |                        |                   |                |
| Massa específica dos grãos do corpo de prova - ps (g/cm³):                        | 2,67                                   |                                      |                        |                   |                |
| Índice de vazios inicial do corpo de prova - ei:                                  | 0,92                                   |                                      |                        |                   |                |
| Grau de saturação inicial do corpo de prova (%):                                  | 73                                     |                                      |                        |                   |                |
| <b>Dados do conjunto de ensaio</b>                                                |                                        |                                      |                        |                   |                |
| Natureza da água utilizada no ensaio:                                             | Potável, filtrada e deaerada           |                                      |                        |                   |                |
| Gradiente hidráulico médio (cm/cm):                                               | 3,25                                   |                                      |                        |                   |                |
| Diâmetro interno do tubo de carga (mm):                                           | 11,12                                  |                                      |                        |                   |                |
| Área interna do tubo de carga (a) (cm²):                                          | 0,97                                   |                                      |                        |                   |                |
| <b>Ensaio</b>                                                                     |                                        |                                      |                        |                   |                |
| Método A:                                                                         | ( )                                    | Método B:                            |                        |                   | ( <b>X</b> )   |
| <b>Número do ensaio:</b>                                                          | <b>1</b>                               | <b>2</b>                             | <b>3</b>               | <b>4</b>          | <b>unidade</b> |
| Leitura inicial na escala do tubo manométrico (hi):                               | 130                                    | 130                                  | 130                    | 130               | mm             |
| Leitura final na escala do tubo manométrico (hf):                                 | 90                                     | 95                                   | 100                    | 105               | mm             |
| Tempo decorrido para a água percolar (s):                                         | 19418                                  | 18961                                | 15472                  | 11450             | s              |
| Volume de água percolado:                                                         | 3,87                                   | 3,40                                 | 2,91                   | 2,43              | cm³            |
| Coeficiente de permeabilidade (kT):                                               | 9,34E-06                               | 8,16E-06                             | 8,36E-06               | 9,20E-06          | cm/s           |
| Temperatura do ensaio:                                                            | 20                                     | 20                                   | 20                     | 20                | (°C)           |
| Coeficiente de permeabilidade (k20):                                              | 8,48E-06                               | 7,41E-06                             | 7,59E-06               | 8,35E-06          | cm/s           |
| Coeficiente de permeabilidade médio (k20 médio):                                  | 7,96E-06                               |                                      |                        |                   | cm/s           |
| <b>Índices físicos finais do corpo de prova</b>                                   |                                        |                                      |                        |                   |                |
| Massa final do corpo de prova (g):                                                | 367,32                                 |                                      |                        |                   |                |
| Umidade final do corpo de prova (%):                                              | 33,61                                  |                                      |                        |                   |                |
| Massa seca (dos sólidos) do corpo de prova - Ms (g):                              | 274,92                                 |                                      |                        |                   |                |
| Massa específica aparente seca final do corpo de prova - pd (g/cm³):              | 1,39                                   |                                      |                        |                   |                |
| Massa específica dos grãos do corpo de prova - ps (g/cm³):                        | 2,67                                   |                                      |                        |                   |                |
| Índice de vazios final do corpo de prova - ei:                                    | 0,92                                   |                                      |                        |                   |                |
| Grau de saturação final do corpo de prova (%):                                    | 100                                    |                                      |                        |                   |                |

Solo - Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos argilosos à carga variável - NBR 14545 (ABNT, 2021)



\*obs: o corpo de prova não apresentou variação em suas dimensões após o ensaio.

Araucária, 24 de outubro de 2024.



Planta  
Esc.: 1:500

| PONTO  | NORTE (m)  | ESTE (m)     | PROFUNDIDADE (m) |
|--------|------------|--------------|------------------|
| BL-01  | 489.095,20 | 6.671.809,59 | 1,00             |
| BL-02  | 489.116,54 | 6.671.902,86 | 1,00             |
| BL-03  | 489.214,34 | 6.671.899,21 | 1,00             |
| SPT-01 | 489.032,08 | 6.671.770,76 | 24,00            |
| SPT-02 | 489.095,26 | 6.671.812,79 | 24,00            |
| SPT-03 | 489.154,49 | 6.671.847,31 | 24,00            |
| SPT-04 | 489.226,10 | 6.671.893,93 | 24,00            |
| SPT-05 | 489.089,98 | 6.671.820,98 | 24,00            |
| SPT-06 | 489.146,66 | 6.671.858,25 | 24,00            |
| SPT-07 | 489.219,41 | 6.671.904,27 | 24,00            |
| SPT-08 | 489.068,93 | 6.671.849,94 | 24,00            |
| SPT-09 | 489.123,32 | 6.671.896,49 | 24,00            |
| SPT-10 | 489.202,15 | 6.671.927,05 | 24,00            |

LEGENDA:

- BL-00

— Bloco de Amostra indeformada
- SPT-00

— Sondagem SPT

- NOTAS:
1. Dimensões em metros, exceto indicação contrária;
2. Sistema de coordenadas Datum Sirgas 2000, UTM 22S



|      |          |                 |                       |             |                          |               |
|------|----------|-----------------|-----------------------|-------------|--------------------------|---------------|
| 00   | 04/04/24 | EMIÇÃO INICIAL  | JHONY PIRES           | JHONY PIRES | EMIÇÃO INICIAL           | RS13037792    |
| REV. | DATA     | TIPO DE EMISSÃO | RESP. TÉCNICO EMPRESA | DESENHISTA  | RESP. TÉCNICO DO CLIENTE | ASSUNTO       |
|      |          |                 |                       |             |                          | NÚMERO DA ART |

PLANTA DE PRANCHAS

PRANCHA  
ÚNICA

|                |  |                                         |                       |
|----------------|--|-----------------------------------------|-----------------------|
|                |  | AUTORES:<br>                            |                       |
| CLIENTE        |  | DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO |                       |
| EMPREENDIMENTO |  | BARRAGEM LOMBA DO SABÃO                 |                       |
| TÍTULO         |  | LOCAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA      |                       |
| CIDADE/UF      |  | VIAMÃO/RS                               | CÓDIGO VTB-248-DE-001 |
| ESCALA         |  | 1:500                                   | FOLHA 01/01           |
| EMISSÃO        |  | 04/04/2024                              | VERSÃO REV. 00        |

REV. 00.00 - 04/04/2024



Tipo: OBRA OU SERVIÇO Participação Técnica: INDIVIDUAL/PRINCIPAL  
Convênio: NÃO É CONVÊNIO Motivo: NORMAL

Contratado

Carteira: PR143577 Profissional: ROBSON ALAN RODRIGUES E-mail: rar.robson@gmail.com  
RNP: 1713956713 Título: Engenheiro Civil  
Empresa: NENHUMA EMPRESA Nr.Reg.:

Contratante

Nome: VTB ENGENHARIA LTDA E-mail:  
Endereço: RUA BENJAMIN CONSTANT 67 CONJ. 701, ANDAR 6 Telefone: CPF/CNPJ: 21128811000142  
Cidade: CURITIBA Bairro: CENTRO CEP: 80060020 UF: PR

Identificação da Obra/Serviço

Proprietário: DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO  
Endereço da Obra/Serviço: Rua DA HIDRÁULICA 769 BARRAGEM LOMBA DO SABÃO CPF/CNPJ: 92924901000198  
Cidade: VIAMÃO Bairro: SANTA ISABEL CEP: 94475814 UF: RS  
Finalidade: OUTRAS FINALIDADES Vlr Contrato(R\$): 49.000,00 Honorários(R\$):  
Data Início: 01/04/2024 Prev.Fim: 30/10/2024 Ent.Classe:

| Atividade Técnica | Descrição da Obra/Serviço                         | Quantidade | Unid. |
|-------------------|---------------------------------------------------|------------|-------|
| Estudo            | Geotecnia - Sondagem                              | 240,00     | M     |
| Ensaio            | Ensaio de Solo                                    | 3,00       | UN    |
| Estudo            | 10 FUROS DE SONDAGENS SPT                         | 10,00      | UN    |
| Ensaio            | CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS E CISALHAMENTO DIRETO | 3,00       | UN    |

ART registrada (paga) no CREA-RS em 06/09/2024

|              |                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Local e Data | Declaro serem verdadeiras as informações acima                                                                                              | De acordo                                                                                                                                                                                      |
|              | Robson Alan Rodrigues<br>Assinado de forma digital por Robson Alan Rodrigues<br>Dados: 2024.09.06 10:46:52 -03'00'<br>ROBSON ALAN RODRIGUES | CAMILA DE CARVALHO RIBEIRO<br>Assinado de forma digital por CAMILA DE CARVALHO RIBEIRO MOREIRA:07121250942<br>Dados: 2024.09.06 10:50:11 -03'00'<br>MOREIRA:07121250942<br>VTB ENGENHARIA LTDA |

Profissional

Contratante

A AUTENTICIDADE DESTA ART PODE SER CONFIRMADA NO SITE DO CREA-RS, LINK SOCIEDADE - ART CONSULTA.