RELATÓRIO DE CAMPO

COLETA DEAMOSTRASDE SOLO–CEI BIANCA CAROLINA PINHEIRO – JOINVILLE/SC

R00 – EMISSÃO INICIAL

CONTRATANTE:

ADEMAR STRINGARI JUNIOR:07414980901

Assinado digitalmente por ADEMAR STRINGARI JUNIOR:07414980901
ND: C=BR, O=ICP-Brasil, OU=Certificado Digital PF A1, OU=Videoconferencia, OU=34979098000192, OU=AC SyngularID Multipla, CN=ADEMAR STRINGARI JUNIOR:07414980901
Razão: Eu sou o autor deste documento
Localização:
Data: 2025.10.29 16:42:06-03'00'
Foxit PDF Reader Versão: 2023.3.0

MUNICÍPIO DE JOINVILLE

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

Documento assinado digitalmente
gov.br
FERNANDO STROISCH
Data: 29/10/2025 15:57:49-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

FERNANDO STROISCH
CREA/SC 155.848-4

19 DE AGOSTO DE 2024

SUMÁRIO

1 INFORMAÇÕES PRELIMINARES 2
1.1 OBJETIVOS 2
1.2 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA 2
1.3 REVISÕES 2
2 ÁREA DE ESTUDO 3
3 METODOLOGIA DE COLETA 5
4 DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS 6
4.1 PONTO DE COLETA 6
4.2 AMOSTRA INDEFORMADA 01 6
4.3 AMOSTRA INDEFORMADA 02 7
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 9
5.1 DO TÉCNICO 9
REFERÊNCIAS 10

1 INFORMAÇÕES PRELIMINARES

1.1 OBJETIVOS

O presente documento descreve os procedimentos realizados durante a **coleta de amostras indeformadas de solo**, destinadas à realização de ensaios laboratoriais para análise de sua resistência ao cisalhamento.

A coleta foi realizada no dia 07/08/2024, em um terreno localizado na Rua Rolando Gurske, bairro Vila Nova, no município de Joinville, estado de Santa Catarina, conforme solicitação da SUOLI Engenharia Geotécnica, e com supervisão da Eng.ª Larissa Tabalipa.

As amostras indeformadas são coletadas com a adoção de procedimentos que causam mínimas perturbações ao solo, de forma a manter sua estrutura natural mais preservada o possível. Amostras desse tipo são utilizadas para determinar características do solo como:

- Índices físicos;
- Coeficiente de permeabilidade;
- Parâmetros de compressibilidade;
- CBR;
- Parâmetros de resistência ao cisalhamento.

1.2 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Os documentos de referência e as referências bibliográficas empregadas no projetoem questão são apresentados ao fim do presente documento.

1.3 REVISÕES

TABELA 1 – RESUMO DE REVISÕES.

Revisão	Data	Descrição
R00	19/08/2024	Emissão inicial.

2 ÁREA DE ESTUDO

Aárea de estudo está situada no CEI Bianca Carolina Pinheiro, na Rua RolandoGurske, 261, bairro Vila Nova, no município de Joinville, estado de Santa Catarina.Trata-se de um talude que já passou por intervenções geotécnicas, incluindo a instalação de contenções do tipo Muro de Gabião e sistemas de drenagem superficial. Apesar dessas medidas, o talude ainda apresenta instabilidades e sofre com processos erosivos. A localização aproximada do talude está indicada na Figura 1.

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE INTERESSE.



Ascoordenadas dos pontos de coleta foram obtidas através da captura de imagenspelo aplicativo *Timestamp Camera Free*, que registra as coordenadas de latitudeelongitude do local onde a medição é efetuada.

TABELA 2–C OORDENADAS EM GRAUS DECIMAIS.

Amostra 1	Latitude	-26.27795803
	Longitude	-48.90290713
Amostra 2	Latitude	-26.27807625
	Longitude	-48.90304923

FIGURA 2 – TERRENO DO TALUDE EM ESTUDO.



3 METODOLOGIA DE COLETA

O procedimento de amostragem teve como base a norma ABNT NBR 9604/2016, intitulada “abertura de poço e trincheira de inspeção em solo, com retirada de amostras deformadas e indeformadas – procedimento”, e consiste em extrair amostras com o mínimo de perturbação, procurando manter a estrutura original do solo e condições de umidade e compacidade ou consistência naturais.

Após localizar o ponto, o procedimento se inicia da seguinte maneira: na região do ponto de coleta, a área que melhor represente as condições do terreno é escolhida e, em seguida, ocorre a remoção da vegetação ou a escavação até atingir a cota determinada pelo projetista.

Para extrair a amostra de forma indeformada são empregadas algumas técnicas.Inicialmente, a região é cuidadosamente aproximada com o uso de uma pá de corte,a fim de evitar perturbações no terreno. Em seguida, com o auxílio de uma espátula,a área é moldada. A Figura 3 apresenta este procedimento.

FIGURA 3 – APROXIMAÇÃO E MOLDAGEM DO BLOCO.



Após a extração, a amostra é embalada com plástico-filme e armazenada em uma caixa, a fim de preservar a sua umidade natural e sua estrutura durante o transporte.

4 DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS

4.1 PONTO DE COLETA

O ponto de coleta localiza-se em um talude sujeito a intervenções, onde o solo é de natureza residual derivado de gnaisse migmatito, característica geológica típica de Joinville. Foram coletadas duas amostras no talude em diferentes condições. A amostra 01 foi coletada na área mais afetada por processos erosivos, onde se encontra sem vegetação superficial. Por outro lado, a amostra 02 foi coletada em uma região mais íntegra do talude, que além da vegetação preservada, também se percebe grau superior de compactação.

FIGURA 4 – TALUDE EM ESTUDO.



4.2 AMOSTRA INDEFORMADA 01

Aamostra 01 consiste em um silte com areia, que pela textura apresenta plasticidade média a alta. A coloração é variegada, com tons que vão de ocre a rosa.

FIGURA 5 – AMOSTRA 01 COM COORDENADAS DO PONTO.



4.3 AMOSTRA INDEFORMADA 02

Através da análise tátil-visual, constatou-se que a amostra 02 é composta por um silte com areia, apresentando coloração ocre e a textura indica plasticidade média. Nessa região do talude, nota-se certa compacidade do solo e a presença de alguns cascalhos de construção civil.

FIGURA 6 – AMOSTRA 02 COM COORDENADAS DO PONTO.



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 DO TÉCNICO

Realizei pessoalmente a coleta das amostras, entreguei o material no laboratório de Mecânica dos Solos (LMS) do Centro Tecnológico de Joinville (CTJ) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), e elaborei o presente relatório de coleta. Além disso, respeitei as normas técnicas pertinentes e trabalhei visando obter alta representatividade e qualidade nas amostras.

FIGURA 7 – AMOSTRAS ENTREGUES NO LABORATÓRIO DE MECÂNICA DOS SOLOS (LMS) DA UFSC-CTJ.



REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 8044**: projeto geotécnico. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9604**: abertura de poço e trincheira de inspeção em solo, com retirada de amostras deformadas e indeformadas: procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 11682**: estabilidade de encostas. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

DAS, B. M.; SOBHAN, K. **Fundamentos de engenharia geotécnica**. 9. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2019.

RELATÓRIO DE ENSAIO nº 47/2024

Data: 19/08/2024

Ensaios geotécnicos em solos

Documento assinado digitalmente
gov.br
FERNANDO STROISCH
Data: 29/10/2025 16:26:12-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

MUNICÍPIO DE JOINVILLE

FERNANDO STROISCH
CREA: 155.848-4

Fercon Projetos

A/C. Eng Fernando Stroisch

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 3
2. ENSAIO DE CISALHAMENTO DIRETO 4
2.1. Preparação dos corpos de prova 4
2.2. Execução dos ensaios 4
3. RESULTADOS 6
3.1. Amostra 01 6
3.2. Amostra 02 8
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS 11
REFERÊNCIAS BILBIOGRÁFICAS 12

Relatório de Estudo de Solo (27324230) SEI 25.0.125049-9 / pg. 13

1. INTRODUÇÃO O presente relatório apresenta os resultados obtidos em ensaios de cisalhamento direto
executados em duas amostras indeformadas de solo, enviadas ao Laboratório de Mecânica dos Solos (LMS) em agosto/2024. As amostras foram entregues sob a forma de blocos, contidas por filme de PVC.

As amostras encontravam-se assim denominadas, e apresentam as seguintes características, observadas em análise tátil visual:

- Amostra 01: Solo residual de gnaisse de textura silto-arenosa a silto-argilosa. Aparentemente a compacidade é baixa e a plasticidade é mediana.
- Amostra 02: Solo residual de gnaisse de textura silto-arenosa a silto-argilosa. A compacidade é aparentemente média a alta. A plasticidade é mediana

A aparência dos corpos de prova ensaiados pode ser observada na Figura 1 e na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**.



Figura 1. Corpos de prova referentes à Amostra 01.

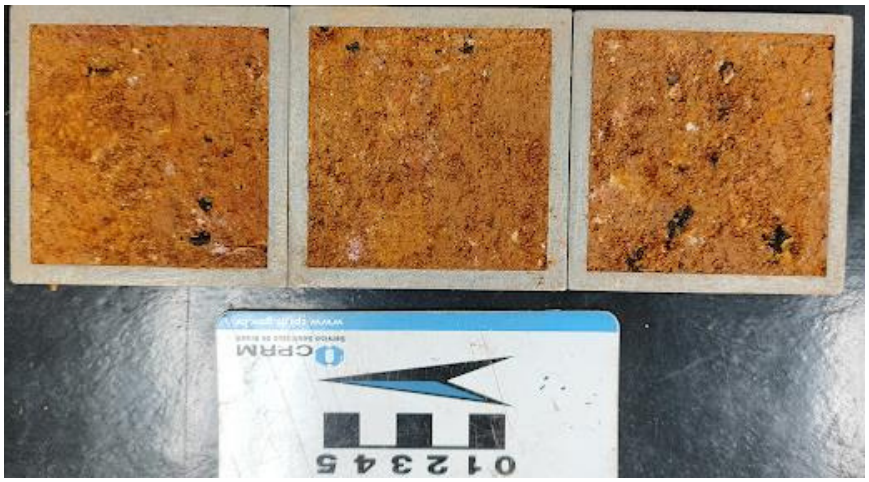

Figura 2. Corpos de prova referentes à Amostra 02.

2. ENSAIO DE CISALHAMENTO DIRETO

2.1. Preparação dos corpos de prova

Das amostras recebidas foram produzidos corpos de prova destinados aos ensaios de cisalhamento direto sob diferentes tensões normais efetivas. Na extração foram desprezadas as extremidades das amostras, buscando-se evitar as áreas mais sujeitas a amolgamento, seja pela própria coleta, seja pelo transporte. A moldagem dos corpos de prova foi executada em um anel quadrado de dimensões B=60 mm, L=60 mm e H=20 mm, com auxílio de ferramenta de corte como espátula e lâmina cortante.

2.2. Execução dos ensaios

Os ensaios de cisalhamento direto foram executados conforme norma técnica ASTM D3080/2011, utilizando o equipamento mostrado na Figura 3. O equipamento é dotado de um sistema de avanço composto por um motor de passo servo-controlado que permite controle preciso de velocidade de cisalhamento. A tensão vertical é aplicada por meio de pesos posicionados em um pendural associado a um braço de alavanca. A tensão cisalhante é obtida de medidas de força feitas por uma célula de carga digital IWM, e as medidas de deslocamento horizontal e deformação vertical por sensores do tipo LVDT, marca Gefran. As medições são obtidas de forma automatizada e processadas eletronicamente.



Figura 3. Equipamento utilizado nos ensaios

Foram executados ensaios sob tensões normais efetivas de 50, 100 e 200 kPa, utilizando-se um corpo de prova para cada tensão normal efetiva. Os ensaios foram executados em corpos de prova submersos.

A fase de consolidação teve duração de ao menos 120 minutos. Após esse período verificou-se que as deformações cessaram, indicando ocorrência de completa dissipação dos excessos de poropressão. Ao fim desta fase procedeu-se com a ruptura dos corpos de prova.

A partir do comportamento exibido na fase de consolidação estipulou-se a velocidade de cisalhamento necessária para permitir que a ruptura se desse de forma drenada como sendo da ordem de 0,025 mm/min.

Gibson e Henkel (1954) propuseram uma equação empírica para cálculo do tempo requerido para o cisalhamento, em função o tempo para que ocorra 100% do adensamento (t100) em um ensaio oedométrico:

$$tf = 12{,}7 \cdot t100 \ (\text{min})$$

Cada corpo de prova foi cisalhado até que se atingisse um deslocamento de 6 mm, requerendo cerca de 240 minutos.

3. RESULTADOS

3.1. Amostra 01

Na Tabela 1 são apresentados os índices físicos dos corpos de prova ensaiados, os quais tem densidades razoavelmente similares. A Figura 4 mostra as curvas de consolidação dos corpos de prova. Na Figura 5 são mostradas as curvas de deslocamento horizontal x tensão cisalhante mobilizada e deslocamento horizontal x variação de altura.

Tabela 1. Índices físicos dos corpos de prova da Amostra 01

	w	γnat(kN/m³)	γd (kN/m³)	e*	Sr*
1 (50kPa)	44,9%	14,77	10,19	1,55	76,7%
2 (100kPa)	48,1%	15,64	10,56	1,46	87,2%
3 (200kPa)	47,1%	14,90	10,13	1,57	79,7%

w:teorde umidade natural; γnat: pesoespecíficoaparentenatural; γ: pesoespecífico aparenteseco;e* índice devaziosestimado assumindo G=2,65; Sr*: grau de saturação estimado assumindo G=2,65.

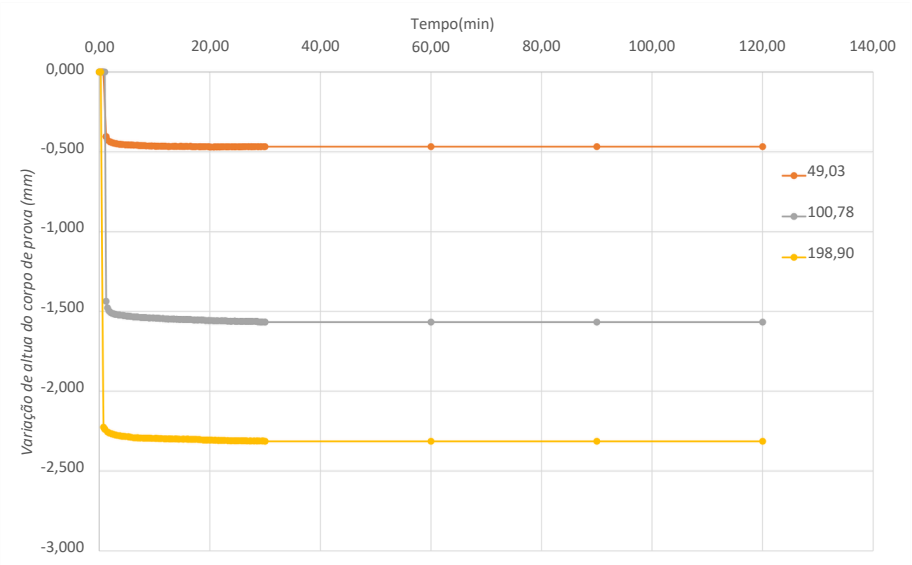

Figura 4. Curvas de consolidação dos corpos de prova da Amostra 01

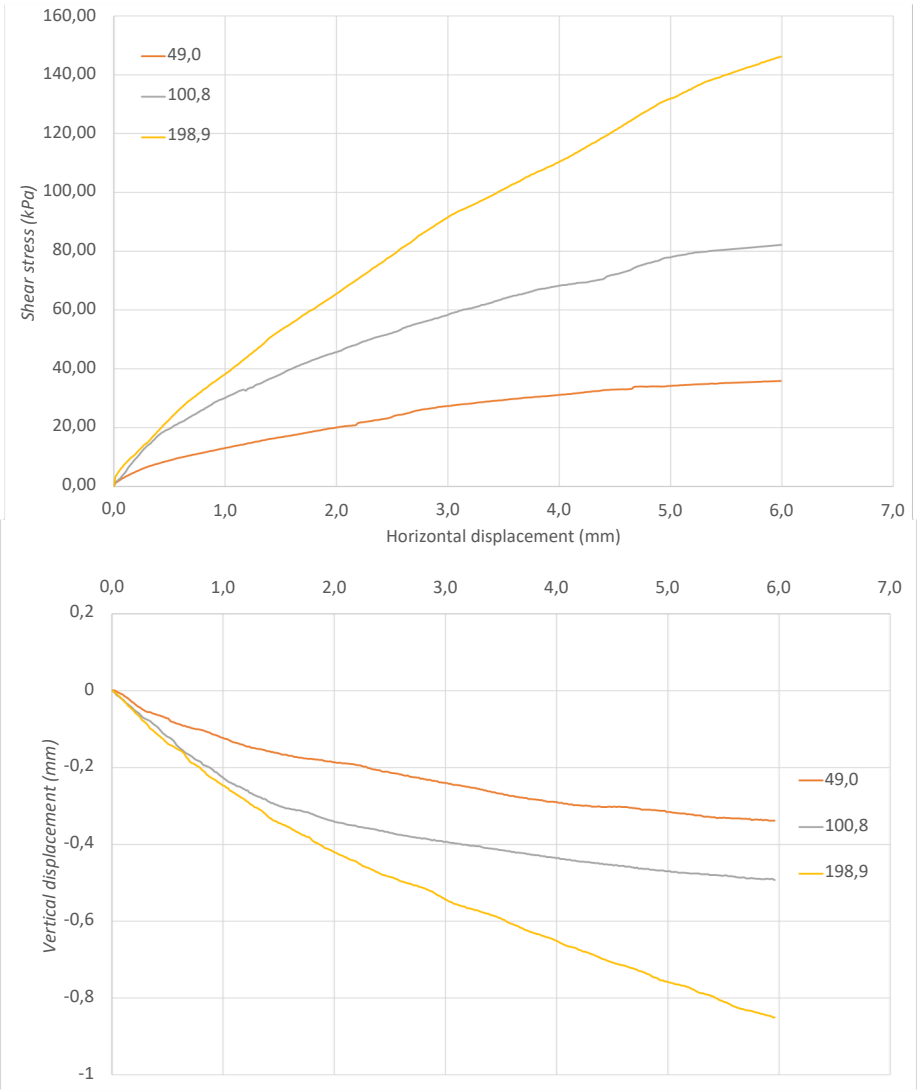

Figura 5. Curvas tensão-deformação dos ensaios de cisalhamento direto na Amostra 01

O solo apresenta comportamento marcado por curvas tensão-deformação sem picos de resistência, mas com *strain-hardening* sob σ'=200 kPa. O comportamento é contrativo sob todas as tensões normais efetivas testadas. Trata-se de um comportamento típico de materiais com baixa densidade/consistência.

As tensões cisalhantes medidas permitem, a partir do critério de ruptura de Mohr-Coulumb, a construção de uma envoltória de resistência de pico (peak), obtidas da máxima tensão cisalhante mobilizada corrigida, e uma envoltória de pós pico (post-peak), obtida das medidas de tensão cisalhante entre 5 e 6 mm (8 a 10% de deslocamento). As envoltórias são mostradas na Figura 6 e na Tabela 2 constam os parâmetros de resistência ao cisalhamento derivados destas envoltórias.

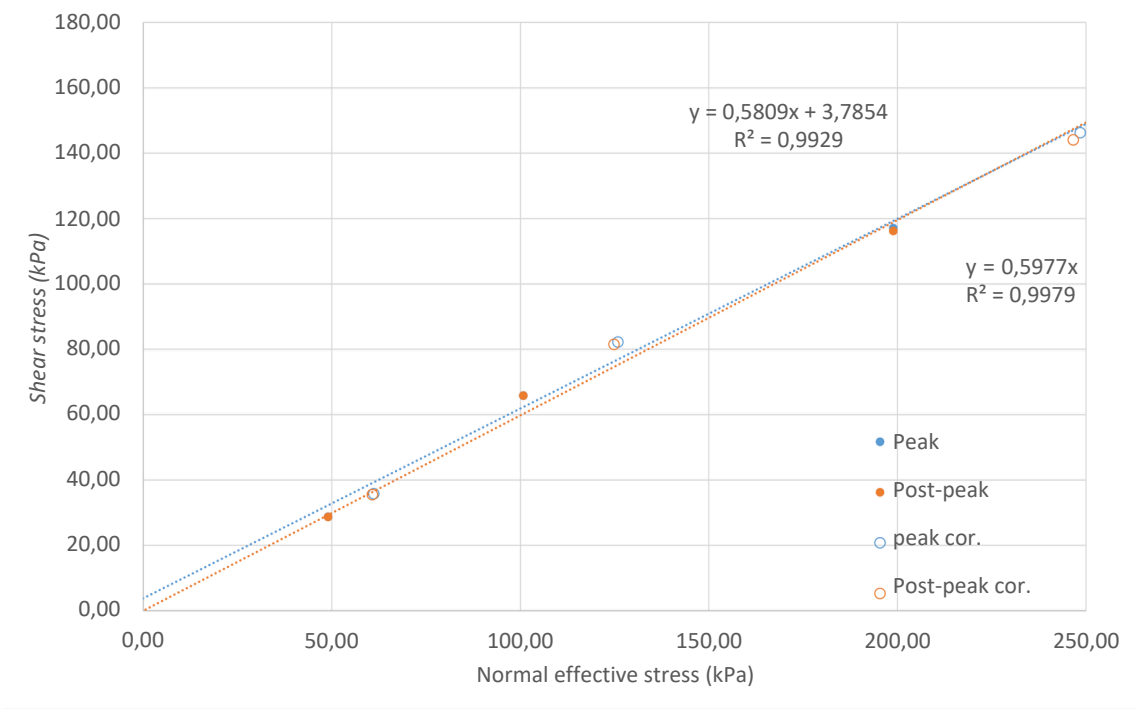

Figura 6. Envoltórias de resistência para o solo representado pela Amostra 01

Dada a ausência de picos, os parâmetros de pico e pós-pico são similares. O solo tem ângulo de atrito da ordem de 30,2° e intercepto coesivo da ordem de 3,8 kPa em pico. Em pós pico o ângulo de atrito e da ordem de 30,9° e o intercepto coesivo é nulo.

Tabela 2. Parâmetros de resistência ao cisalhamento para o solo representado pela Amostra 01

Condição	Intercepto coesivo (c')	Ângulo de atrito (φ')
Pico (peak)	3,8 kPa	30,2°
Pós pico (post-peak)	0	30,9°

3.2. Amostra 02

Na Tabela 3 são apresentados os índices físicos dos corpos de prova ensaiados, os quais tem densidades similares entre si. A Figura 7 mostra as curvas de consolidação dos corpos de prova. Na Figura 8 são mostradas as curvas de deslocamento horizontal x tensão cisalhante mobilizada edeslocamento horizontal x variação de altura.

Tabela 3. Índices físicos dos corpos de prova da Amostra 02

	w	γnat(kN/m³)	γd (kN/m³)	e*	Sr*
1 (50kPa)	28,7%	15,96	12,40	1,10	69,5%
2 (100kPa)	32,5%	16,36	12,35	1,10	78,0%
3 (200kPa)	32,6%	16,89	12,74	1,04	83,1%

w:teorde umidade natural; γnat: pesoespecíficoaparentenatural; γ: pesoespecífico aparenteseco;e* índice devaziosestimado assumindo G=2,65; Sr*: grau de saturação estimado assumindo G=2,65.

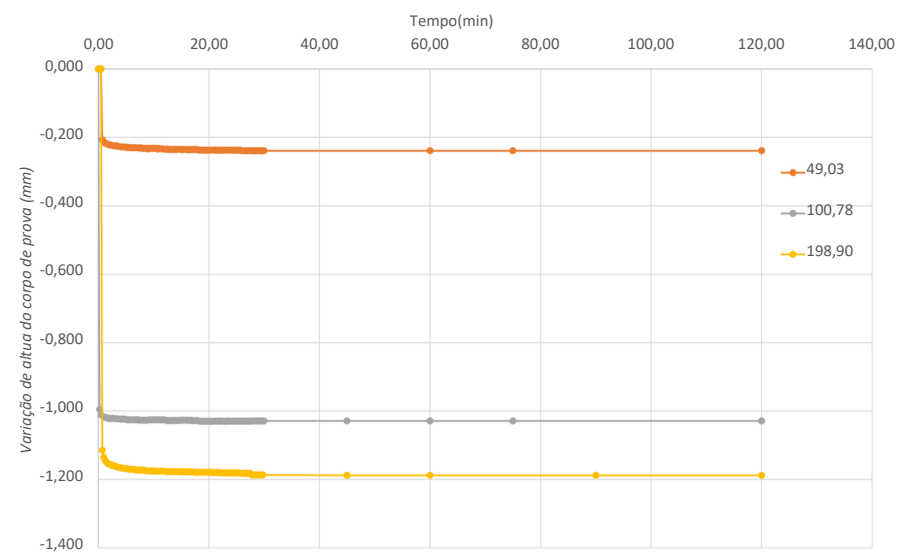

Figura 7. Curvas de consolidação dos corpos de prova da Amostra 02

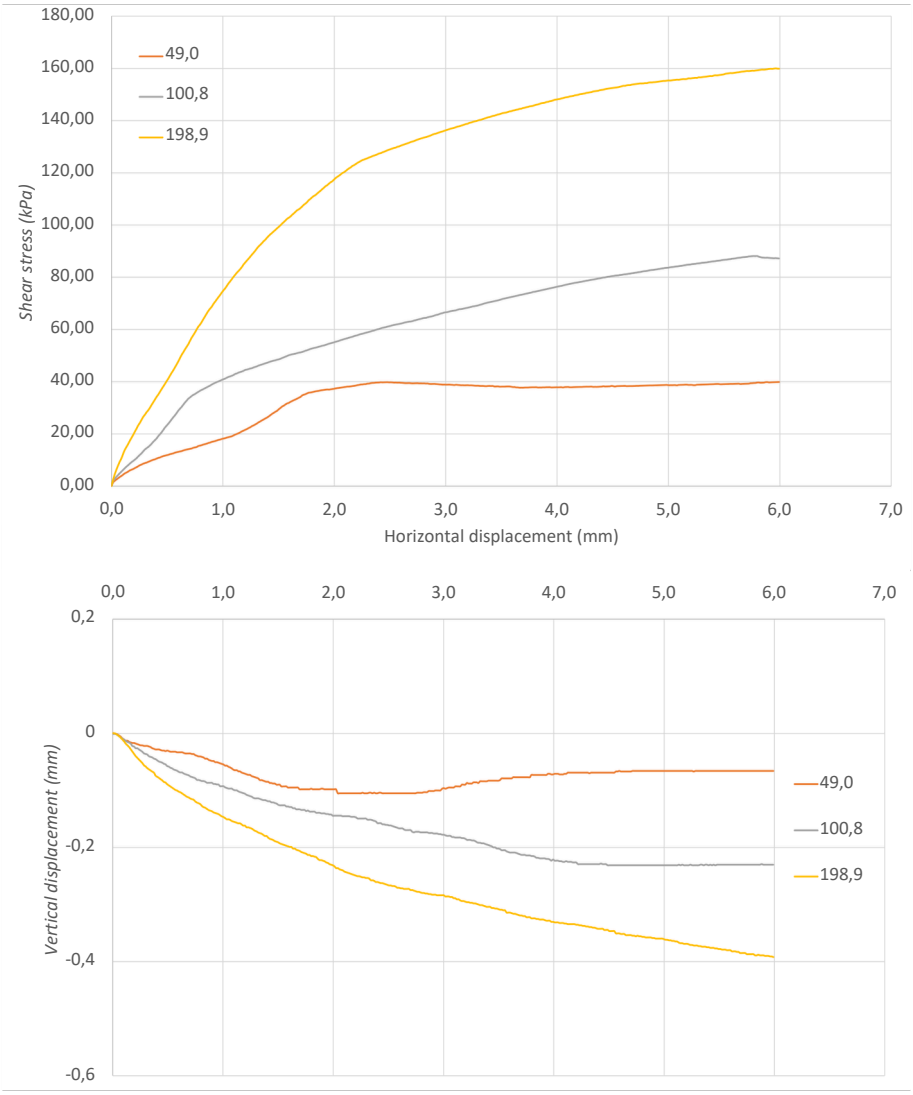

Figura 8. Curvas tensão-deformação dos ensaios de cisalhamento direto na Amostra 02.

O solo apresenta comportamento marcado por curvas tensão-deformação sem picos de resistência, mas leve *strain hardening* sob σ'=200 kPa. Em termos de variação de altura dos corpos de prova, observa-se comportamento contrativo, com alguma tendência à dilatante sob σ'=50 kPa. Trata-se de um padrão tipicamente associado a solos fracamente estruturados e com consistência/densidade mediana.

As tensões cisalhantes medidas permitem, a partir do critério de ruptura de Mohr-Coulumb, a construção de uma envoltória de resistência de pico (peak), obtidas da máxima tensão cisalhante mobilizada corrigida, e uma envoltória de pós pico (post-peak), obtida das medidas de tensão cisalhante entre 5 e 6 mm (8 a 10% de deslocamento). As envoltórias são mostradas na Figura 9 e na Tabela 4 constam os parâmetros de resistência ao cisalhamento derivados destas envoltórias.

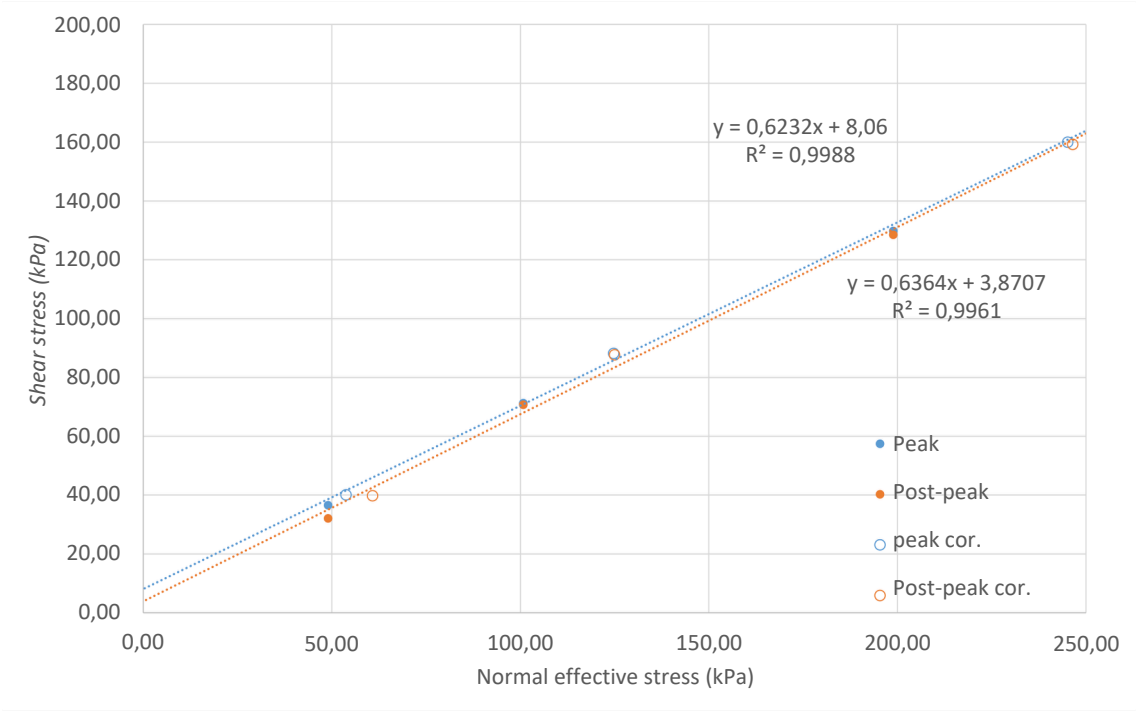

Figura 9. Envoltórias de resistência para o solo representado pela Amostra 02.

O solo representado pela amostra fornecida tem ângulo de atrito de pico da ordem de 31,9° e de 32,5° em pós pico. Em pico tem-se um intercepto coesivo de 8,6 kPa. O intercepto de pós-pico é de 3,9 kPa e deve resultar do ajuste da envoltória aos dados experimentais, sendo recomendado não associar sentido físico ao mesmo.

Tabela 4. Parâmetros de resistência ao cisalhamento para o solo representado pela Amostra 02

Condição	Intercepto coesivo (c')	Ângulo de atrito (φ')
Pico (peak)	8,6 kPa	31,9°
Pós pico (post-peak)	3,9 kPa	32,5°

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS As amostras recebidas apresentam características físicas de forma geral similares, com exceção
da compacidade, sendo a amostra 01 menos densa que a amostra 02. Trata-se de solos residuais de gnaisse de textura siltosa predominantemente, ocorrendo também areias e argilas. O solo representado pela amostra 01 tem ângulo de atrito da ordem de 30,2° e intercepto
coesivo da ordem de 3,8 kPa em pico. Em pós pico o ângulo de atrito e da ordem de 30,9° e o intercepto coesivo é nulo. O solo representado pela amostra 02 tem ângulo de atrito de pico da ordem de 31,9° e de 32,5°
em pós pico. Em pico tem-se um intercepto coesivo de 8,6 kPa. O intercepto de pós-pico é de 3,9 kPa, e deve resultar do ajuste da envoltória aos dados experimentais, sendo recomendado não associar sentido físico ao mesmo, já que sob grandes deformações espera-se que a parcela de resistência proveniente de uma hipotética coesão verdadeira já tenha sido perdida. Cabe mencionar que os níveis de deformação atingidos nos ensaios não foram suficientes para
que se atingisse a resistência residual, considerando o conceito de resistência residual proposto em Lupini et al. (1981) e Skempton (1985), e extensamente discutido por Rigo et al. (2006) para o caso de solos residuais. Caso feições reliquiares que possam mobilizar a resistência residual ocorram de forma desfavorável nas áreas em questão, uma investigação voltada a esse estado pode mostrar-se relevante.

Joinville, 19 de agosto de 2024.

REFERÊNCIAS BILBIOGRÁFICAS

ASTM (2011) Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions - D 3080. ASTM International, West Conshohocken, PA, USA.

Gibson, R.E.; Henkel, D.J. (1954) Influence of Duration of Tests at Constant Rate of Strain on Measure Drained Strength. Géotechnique, v. 4(1).

Lupini, J.F.; Skinner, A.E. & Vaughan, P.R. (1981). The drained residual strength of cohesive soils. Géotechnique, 31(2).

Rigo, M.L.; Pinheiro, R.J.B.; Bressani, L.A.; Bica, A.V.D. & Silveira, R.M. (2006). The residual shear strength of tropical soils. Canadian Geotech. J., 43(4).

Skempton, A.W. (1985). Residual strength of clays in landslides, folded strata and the laboratory. Géotechnique, 35(1).