JIC JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA XV EDIÇÃO
Integridade Científica e Combate à desinformação
20 a 22 de outubro
uffs.edu.br/jic
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL

ESTUDO DA PERMEABILIDADE E DA COMPRESSIBILIDADE DO SOLO DA UFFS, *CAMPUS* CHAPECÓ

ISAQUE FERNANDES OLIVEIRA[1,2]*, MAURO LEANDRO MENEGOTTO[2,3]

1 Introdução

Os solos são materiais heterogêneos em virtude da variedade de minerais sólidos e mecanismos de processos intempéricos sobre os quais são formados, governados pelas características geológica, climática, biológica e topográfica reinantes na área-fonte (Popp, 2017). O homem utiliza os solos em ramos distintos, desde a agronomia até a construção civil. O êxito alcançado na realização de atividades com uso do solo, quaisquer sejam, requer o conhecimento do tipo de material e de suas propriedades de interesse definidas em relação à finalidade da atividade executada (Murrieta, 2018).

A qualidade geotécnica do solo, ou seja, sua aptidão construtiva, é descrita por meio de atributos físicos, geralmente hidromecânicos, obtidos através de testes *in situ* ou ensaios experimentais realizados em laboratório. Usualmente, os parâmetros investigados são relativos às propriedades de adensamento, resistência ao cisalhamento e permeabilidade dos solos indeformados ou não (Das; Sobhan, 2019).

No contexto da caracterização representativa dos solos presentes na região Oeste de Santa Catarina, nota-se que o cenário da cidade de Chapecó apresenta escassez de dados sobre as propriedades geotécnicas de permeabilidade e compressibilidade do solo local. Neste sentido, este trabalho propôs o estudo e a determinação das propriedades citadas anteriormente, em termos de um solo residual de basalto presente nas Áreas Experimentais da Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Chapecó e representativo do material típico do município e comumente empregado em obras em sua região.

2 Objetivos

O presente estudo tem como objetivo a determinação das propriedades de permeabilidade e de compressibilidade do solo encontrado nas Áreas Experimentais da UFFS,

1 Estudante do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, UFFS, *campus* Chapecó, contato: isque.oliveira@estudante.uffs.edu.br
2 Grupo de Pesquisa: Geotecnia e Recursos Hídricos (GeoHidro)
3 Docente do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, UFFS, *campus* Chapecó, Doutor em Geotecnia, **Orientador**.

campus Chapecó, por meio dos resultados de ensaios laboratoriais realizados em amostras indeformadas.

3 Metodologia

O material utilizado neste estudo apresenta distribuição granulométrica com aproximadamente 80% de fração argilosa, cor próxima ao vermelho escuro, densidade dos sólidos de 2,775 g/cm³, e atributos análogos ao grupo de classe MH, de acordo com a tipificação atribuída pelo Sistema Unificado de Classificação de Solos - SUCS, como reportado por Menegotto *et al.* (2016).

As amostras utilizadas neste trabalho são oriundas da Área Experimental da UFFS, *campus* Chapecó, com ponto de coleta situado nas coordenadas de 27º07’07,5’’S e 52º42’20,6’’W. A coleta foi realizada em uma cava de aproximadamente 0,8 m de profundidade, num talude sem cobertura vegetal, em que efetuou-se a retirada de duas amostras de solo indeformadas, com auxílio de moldes metálicos. Seguinte à amostragem, os blocos foram recobertos com parafina, para maior retenção da umidade natural, e acondicionados no laboratório de Geotecnia Ambiental. Os procedimentos de coleta e preparação das amostras foram executados seguindo as orientações prescritas no texto da NBR 9604 (ABNT, 2016)

A partir das amostras indeformadas foram moldados, sob perturbação mínima, os corpos de prova (CPs) utilizados em ensaios de compressão confinada, conforme procedimento descrito pela NBR 16853 (ABNT, 2020), e de permeabilidade a carga variável, como descrito no método B apresentado pela NBR 14545 (ABNT, 2021), bem como o de carga constante, como na NBR 13292 (ABNT, 2021).

Os gradientes hidráulicos utilizados no estudo da permeabilidade do solo foram de 3,0 a 9,0 nos ensaios de carga variável e de 3,8 a 6,0 nos de carga constante. Em cada ensaio realizou-se a determinação da permeabilidade em sete gradientes diferentes, efetuando-se no mínimo três repetições por determinação.

Os ensaios de compressão confinada foram realizados com uso de amostras na condição de umidade natural. Os CPs foram moldados com auxílio de molde metálico, e introduzidos e confinados lateralmente numa célula de compressão em prensa de carregamento. Durante o adensamento do solo, foi determinada a variação da altura dos CPs, ao longo do intervalo de tempo decorrido entre nove estágios de carregamento com valores de

tensões normais variando de 5 kPa a 1280 kPa. O descarregamento foi realizado em cinco estágios.

4 Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta os resultados do coeficiente de permeabilidade dos solos em função do gradiente hidráulico para cada tipo de ensaio realizado. Verifica-se que a permeabilidade determinada no ensaio com carga variável apresentou pouca variação com o gradiente hidráulico, com valores em torno de $1{,}50 \times 10^{-3}$ cm/s. No ensaio sob carga constante, embora os gradientes não tenham coincidido com os do ensaio anterior, notam-se que os valores apresentaram pequena alteração em relação aos de carga variável, mas um aumento discreto da permeabilidade com o acréscimo do gradiente hidráulico. Em ambos os ensaios, os resultados obtidos foram maiores que os valores característicos de solos argilosos (10^{-7} cm/s), evidenciando que o solo residual em estudo apresenta permeabilidade elevada. Isso ocorre devido ao arranjo natural dos grânulos de solos residuais, que apresentam uma estrutura microporosa e macroporosa, fazendo com estes tipos de solos possuam permeabilidade alta, mesmo com elevados teores de grãos de argila (Lepsch, 2013, p. 38).

Tabela 1: Coeficiente de permeabilidade dos solos em função do gradiente hidráulico.

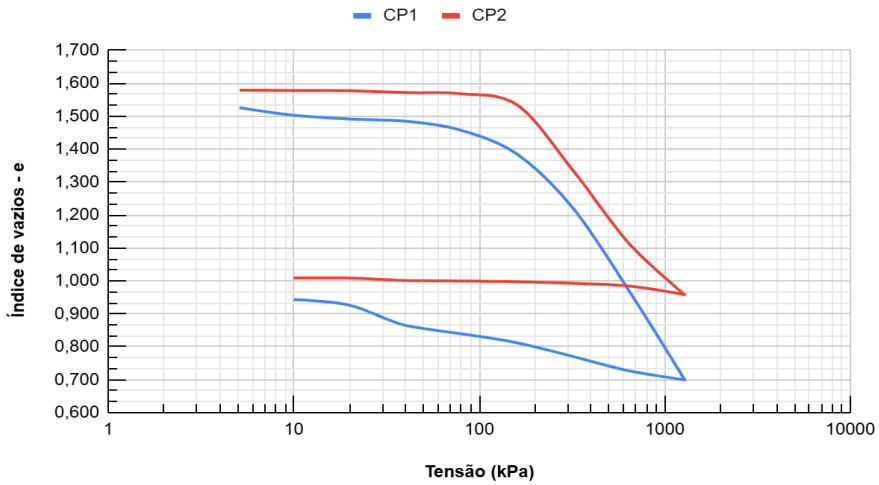
Carga Constante		**Carga Variável**	
i (m/m)	**k (cm/s)**	**i (m/m)**	**k (cm/s)**
3,8	$5{,}85 \times 10^{-4}$	3,0	$1{,}49 \times 10^{-3}$
4,2	$8{,}10 \times 10^{-4}$	4,0	$1{,}46 \times 10^{-3}$
4,5	$9{,}98 \times 10^{-4}$	5,0	$1{,}46 \times 10^{-3}$
4,9	$1{,}00 \times 10^{-3}$	6,0	$1{,}47 \times 10^{-3}$
5,2	$1{,}02 \times 10^{-3}$	7,0	$1{,}46 \times 10^{-3}$
5,6	$1{,}01 \times 10^{-3}$	8,0	$1{,}50 \times 10^{-3}$
6,0	$1{,}43 \times 10^{-3}$	9,0	$1{,}49 \times 10^{-3}$

Fonte: Os autores

Os resultados dos ensaios edométricos mostram o comportamento da relação entre o índice de vazios e tensão aplicada no corpo de prova (Figura 1), havendo uma acentuada variação do índice de vazios do solo a partir da tensão de 160 kPa em ambos os ensaios realizados. A variabilidade entre as curvas dos dois ensaios reflete tanto as condições de preparação da amostra quanto a natureza heterogênea dos solos residuais de basalto, que

mesmo em pequenas distâncias, apresentam variações na sua estrutura. Isso explica por que curvas de CPs diferentes podem não coincidir no início do ensaio e gerar pequenas diferenças nas inclinações das curvas.

Figura 1: Curvas dos ensaios de compressão confinada



Fonte: Os Autores, 2025.

Com base nas curvas dos ensaios de adensamento foram determinados: os índices de compressão e recompressão (C_c e C_r), o coeficiente de adensamento (c_v) e a tensão de pré-adensamento do solo. Os valores obtidos, de acordo com os métodos de determinação, são apresentados na Tabela 2 e podem ser utilizados em análises de deformabilidade do solo estudado. De forma prática, poderão ser utilizados na estimativas de recalques de fundações superficiais sobre o solo residual de basalto, por meio da teoria do adensamento.

Tabela 2: Parâmetros de Compressibilidade do Solo da UFFS Chapecó.

CP	c_v (cm²/s)		C_c	C_r	Tensão de pré-adensamento (kPa)
1	0,24[b]	0,10[a]	0,90[b]	0,06[e]	230
2	0,34[d]	0,20[b]	0,74[b]	0,01[e]	180
Média	0,29	0,15	0,82	0,035	205
	Método de Taylor		Inclinação da reta de recompressão	Inclinação da reta de compressão	Método de Pacheco Silva

Nota: Estágios de carregamento: a) 640 kPa, b) 320 kPa, c) 160 kPa, d) 80 kPa e e) 75 kPa.

Fonte: Os Autores, 2025.

5 Conclusão

Os resultados obtidos a partir de ensaios de permeabilidade e compressibilidade em amostras indeformadas são representativos para o solo residual de basalto, característico da região Oeste de Santa Catarina. Os valores de permeabilidade medidos foram maiores que os valores típicos de solos argilosos, evidenciando que o solo residual em estudo apresenta permeabilidade elevada devido a sua estrutura microporosa e macroporosa. Os resultados dos ensaios de compressão confinada poderão ser utilizados em análises de recalques de fundações superficiais no solo local.

Para futuras investigações acerca da compressibilidade sugere-se a realização de ensaios de compressão confinada na condição de umidade saturada por inundação do solo.

Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9604:** Abertura de Poços e Trincheiras de Inspeção em Solo, com Retirada de Amostras Deformadas e Indeformadas - Procedimento. Rio de Janeiro, p. 13. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13292:** Solo - Determinação do Coeficiente de Permeabilidade de Solos Granulares à Carga Constante. Rio de Janeiro, p. 8. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14545:** Solo - Determinação do Coeficiente de Permeabilidade de Solos Argilosos a Carga Variável Rio de Janeiro, p. 12. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16853:** Solo - Ensaio de Adensamento Unidimensional. Rio de Janeiro, p. 22. 2020.

LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação dos Solos.** 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos. 2013.

DAS, B. M.; SOBHAN, K. **Fundamentos de Engenharia Geotécnica.** 9. ed. São Paulo: Cengage. 2019. 691 p.

MENEGOTTO, M. L.; Bandeira, F. O.; Sartori, L.; Morais, M.. Caracterização geotécnica preliminar do solo da Área Experimental da UFFS - Campus Chapecó. In: Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, 18. 2016, Belo Horizonte - MG. **Anais...** São Paulo: ABMS.

MURRIETA, P. **Mecânica dos Solos**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018

POPP, J. H. **Geologia Geral**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

Palavras-chave: Compressibilidade, Permeabilidade, Solo Indeformado, Solo Residual, Caracterização Geotécnica.
Nº de Registro no sistema Prisma: PES 2024-0443
Financiamento: