

Caracterização Geotécnica Preliminar do Solo da Área Experimental da UFFS - *Campus Chapecó*

Mauro Leandro Menegotto

Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, Brasil, mauro.menegotto@uffs.edu.br

Felipe Ogliari Bandeira

Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, Brasil, bandeira.felipeog@gmail.com

Leno Sartori

Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, Brasil, lenosartori@hotmail.com

Manuella de Moraes

Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, Brasil, manuellademoraes@gmail.com

RESUMO: O presente trabalho apresenta os resultados da caracterização geotécnica preliminar do solo da Área Experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) - *Campus Chapecó*. A partir das sondagens de simples reconhecimento realizadas nas obras implantadas no *Campus*, próximas a área de estudo, foi definido um perfil estratigráfico representativo do maciço de solo residual de basalto encontrado no local. Posteriormente foi escolhido um ponto na Área Experimental para a realização dos estudos geotécnicos, buscando-se um perfil que representasse as características do subsolo encontrado na região. A caracterização geotécnica preliminar do maciço de solo, ao longo da profundidade, foi realizada por meio de ensaios de laboratório em amostras deformadas de solo obtidas em uma sondagem a trado. Também, em duas cavas foram coletadas amostras deformadas e indeformadas entre as profundidades de 0,3 a 0,6 m. O solo retirado a cada 0,5 m na sondagem a trado, até a profundidade de 4,0 m, foi submetido a ensaios de laboratório para a determinação do teor de umidade natural, da massa específica dos sólidos, da granulometria e dos limites de consistência. A partir destes resultados o solo residual de basalto, muito argiloso, encontrado nos diferentes horizontes foi classificado pelo Sistema Unificado de Classificação de Solos (SUCS) como um silte de alta compressibilidade (MH), pelo Sistema Rodoviário como um solo A-7-5 e por meio do índice de atividade (IA) como uma argila inativa. Com as amostras deformadas coletadas na cava foram realizados ensaios de compactação com três diferentes energias: Proctor normal, intermediário e modificado, sendo possível determinar para o solo local uma correlação entre a massa específica seca máxima e a energia de compactação. Ainda, com as amostras indeformadas foram realizados ensaios de cisalhamento direto para a determinação dos parâmetros de resistência do solo, nas condições de umidade natural e com o solo inundado. Os resultados preliminares obtidos trazem informações de parâmetros geotécnicos para o solo local e que são de suma importância para qualquer obra geotécnica.

PALAVRAS-CHAVE: Investigação geotécnica, Ensaio de caracterização, Compactação de solos, Resistência dos solos.

1 INTRODUÇÃO

O solo é um material amplamente utilizado em obras de engenharia, assim como, o aço e o concreto, porém estes últimos podem ser

considerados materiais razoavelmente homogêneos, em função do processo de fabricação que permite a supervisão da qualidade e quantidade de seus componentes. O solo é um material em suma heterogêneo, pois

seu mecanismo de formação é dependente de distintos fatores. Assim, a determinação das propriedades geotécnicas dos solos é de fundamental importância para se conhecer o comportamento dos mesmos, seja no estado natural ou após ser amolgado.

A caracterização geotécnica se refere as investigações do solo, que se pretende utilizar como material de construção ou como apoio de obras de engenharia, a fim de determinar seu tipo, estratigrafia, composição, estrutura, parâmetros de resistência, de deformabilidade e de permeabilidade, ou seja, suas propriedades geotécnicas necessárias aos projetos de engenharia (LAMBE; WHITMAN, 1970; HACHICH et al., 1998).

A caracterização e a posterior classificação geotécnica dos solos permitem separá-los em grupos que apresentam comportamentos semelhantes sob os aspectos de interesse da engenharia (PINTO, 2006). A finalidade principal da classificação geotécnica é a de prever o comportamento mecânico ou hidráulico do solo, respectivamente, quando submetido a alterações no seu estado de tensões ou perante a percolação de fluidos em seus vazios. Ainda, pode servir de base para o planejamento de um programa de investigação complementar.

Cavalcante et al. (2006) apresentaram um relato sobre Campos (ou Sítios) Experimentais de Geotecnia e Fundações a partir de dados de 11 localidades do Brasil, sendo a maioria criada a partir da segunda metade da década de 1980. Esse relato apresenta uma síntese da expressiva caracterização geotécnica, tanto de campo quanto de laboratório, realizada nestes locais, bem como a sua aplicação às diversas situações da engenharia geotécnica, seja para soluções de aterros sobre solos moles seja para projeto de fundações sobre solos saturados e não saturados. Ressaltam-se ainda trabalhos, que contribuem com a experiência nacional, com solos de outros locais, como Dalla Rosa et al. (2004), Pinheiro et al. (2006), Diemer et al. (2008), Rodriguez Brochero (2014), Moraes et al. (2014), entre outros.

Neste contexto, o presente trabalho apresenta os resultados da caracterização geotécnica preliminar do solo da Área Experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) –

Campus Chapecó. Esse estudo servirá de base para o desenvolvimento de pesquisas que conduzam a um melhor entendimento sobre o comportamento deste material e de obras geotécnicas comumente empregadas na região oeste do estado de Santa Catarina, o que poderá contribuir para a otimização da segurança e da economia destas obras.

2 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

Atualmente, a Área Experimental da UFFS - *Campus* Chapecó possui cerca de 10 ha de área de cultivo e aproximadamente 10.000 m² destinados às atividades de ensino, pesquisa e extensão dos cursos de Engenharia Ambiental e Agronomia. Esta área localiza-se nas coordenadas geográficas 27° 07' 07,9" S e 52° 42' 25,7" W e apresenta uma altitude de 603 m em relação ao nível do mar.

As rochas aflorantes no município de Chapecó-SC pertencem à Formação Serra Geral, do Grupo São Bento, predominando rochas vulcânicas efusivas representadas por uma sucessão de derrames que cobrem cerca de 50% da superfície do estado de Santa Catarina. Destacam-se duas sequências: a) sequência básica, constituída por basaltos de coloração cinza escura a negra e com intercalações de arenitos intertrapeanos; b) sequência ácida representada por riolitos e riodacitos (SCHEIBE, 1986). A evolução destas rochas resulta na formação de solos férteis, com elevado teor de cálcio e magnésio. Os solos residuais de basalto apresentam textura argilosa de cor vermelha escura e com uma drenagem bem desenvolvida (DIEMER et al., 2008).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente, realizou-se a interpretação das sondagens de simples reconhecimento (SPT) anteriormente realizadas em locais próximos à área de estudo. O levantamento das sondagens ocorreu por meio da consulta direta às empresas que atuaram na construção das obras da UFFS – *Campus* Chapecó.

Ao todo foram disponibilizados 23 boletins de sondagens, das investigações realizadas entre

janeiro de 2011 e agosto de 2013, que apresentaram profundidades limite de 5,45 a 17,40 m. A interpretação das sondagens SPT possibilitou a elaboração de um perfil estratigráfico representativo do solo local.

Posteriormente deu-se início à determinação das propriedades geotécnicas do solo a partir da coleta de amostras deformadas e indeformadas.

Para a coleta de amostras deformadas, utilizou-se um trado holandês de 8,0 cm de diâmetro e hastes prolongadoras de 1,0 m de comprimento. As amostras foram obtidas a cada 0,5 m de profundidade, até a profundidade de 4,0 m. Também, para cada uma das profundidades foi coletada uma pequena amostra e acondicionada em saco plástico, para a determinação do teor de umidade *in situ*.

O material utilizado para a realização dos ensaios de compactação foi coletado com auxílio de pás e enxadas, em uma cava de 0,8 x 0,8 m aberta ao lado da sondagem a trado, desde a profundidade de 0,35 m até 0,60 m.

Para realização do ensaio de cisalhamento direto retiraram-se dois blocos de amostras indeformadas de solo. Essa coleta seguiu as orientações da NBR 9604 (ABNT, 2016), entretanto, os moldes utilizados para retirada das amostras eram cilíndricos, com dimensões de 25 cm de altura e 15 cm de diâmetro. A amostragem indeformada foi realizada adjacente às demais e consistiu na abertura de uma nova cava de 0,8 x 1,0 m com profundidade inicial de 0,35 m e final de 0,6 m, de modo a eliminar a matéria orgânica e raízes que poderiam interferir nos resultados.

3.1 Ensaios de caracterização

De posse das amostras deformadas, foram realizados os seguintes ensaios de laboratório, que possibilitaram a caracterização do solo em estudo:

- a) Análise granulométrica conjunta: seguindo a NBR 7181 (ABNT, 1984), com o peneiramento da fração grossa e sedimentação da fração mais fina do solo.
- b) Massa específica dos sólidos: em conformidade com a NBR 6508 (ABNT, 1984), utilizando o método do picnômetro.
- c) Limites de consistência: conforme a NBR 6459 (ABNT, 1984) para o limite de liquidez

e a NBR 7180 (ABNT, 1984) para o limite de plasticidade.

- d) Teor de umidade do solo: determinado pelo método da estufa.

3.2 Ensaio de compactação

O ensaio de Proctor foi realizado, para a determinação das curvas de compactação, para os três diferentes níveis de energia: normal, intermediário e modificado. Os procedimentos seguidos foram os prescritos pela NBR 7182 (ABNT, 1986), efetuando-se os ensaios com reuso de material, bem como o número de camadas e o de golpes específicos para cada uma das energias empregadas.

3.3 Ensaio de cisalhamento direto

O ensaio de cisalhamento direto foi realizado com equipamento eletrônico, da marca Pavitest, controlado por meio de software específico. O equipamento possui dois sensores para medir deslocamentos lineares (LVDTs), um para o deslocamento vertical e outro para o horizontal, além de uma célula de carga para medida da força de cisalhamento.

A partir dos blocos de amostras indeformadas coletados em campo, com o auxílio de um molde metálico de dimensões 50,5 x 50,5 x 19,9 mm, moldaram-se os corpos de prova para o ensaio de cisalhamento direto.

Os ensaios foram realizados em duas condições de umidade: natural e inundada. Na condição natural tentou-se preservar ao máximo o teor de umidade do solo *in situ*. Por outro lado, na condição de solo inundado a caixa de cisalhamento foi preenchida com água logo após a colocação da célula com o corpo de prova na prensa de ensaio. A velocidade de cisalhamento adotada foi de 0,025 mm/min. Para a condição inundada foram ensaiados quatro corpos de prova, com tensões normais de 50, 100, 150 e 200 kPa. Para a condição natural, devido a uma falha no sistema de aquisição de dados, foi possível aplicar apenas os três primeiros valores de tensão normal. Considerou-se que a tensão de ruptura corresponde à máxima tensão de cisalhamento medida no ensaio, o qual foi conduzido até um deslocamento máximo de 7,0 mm, ou seja,

aproximadamente 14% da dimensão do corpo de prova na direção do cisalhamento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Perfil estratigráfico do solo local

A Figura 1 representa um perfil estratigráfico representativo do solo local, elaborado a partir das sondagens SPT realizadas próximo à área de estudo (SP5 a SP8). Estas sondagens foram realizadas em agosto de 2013 e, para este período, não foi encontrado o nível do lençol freático. Observa-se a predominância do solo argilo-siltoso, ao longo de toda a extensão da investigação, e a ocorrência de pedregulhos e partículas de material mais claro a partir da profundidade de 3,0 m. A consistência do solo investigado varia de muito mole a dura, com aumento gradual da consistência ao longo da profundidade.

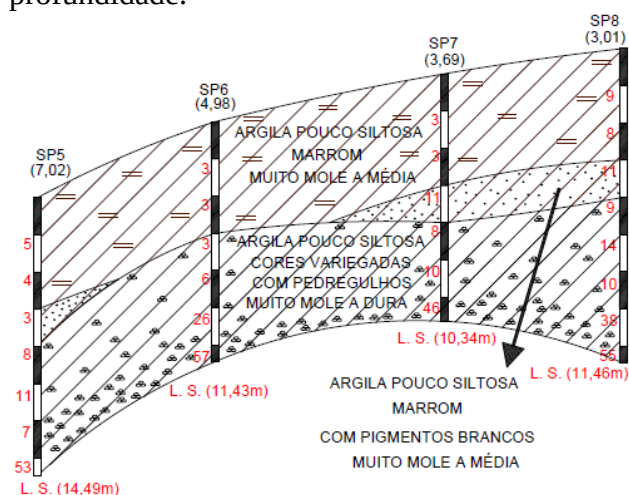


Figura 1. Perfil estratigráfico elaborado a partir das sondagens SPT.

4.2 Ensaios de caracterização

Através da determinação do teor de umidade *in situ*, representativo da época da amostragem com trado (novembro/2015), e da determinação da massa específica dos sólidos das amostras para diferentes profundidades, foi possível verificar a variação destes índices físicos com a profundidade (Figura 2). Observa-se que o teor de umidade apresenta um valor médio de 30 % ao longo do perfil e que a massa específica dos sólidos varia de 2,75 a 2,80 g/cm³, com aumento a partir da profundidade de 3,0 m.

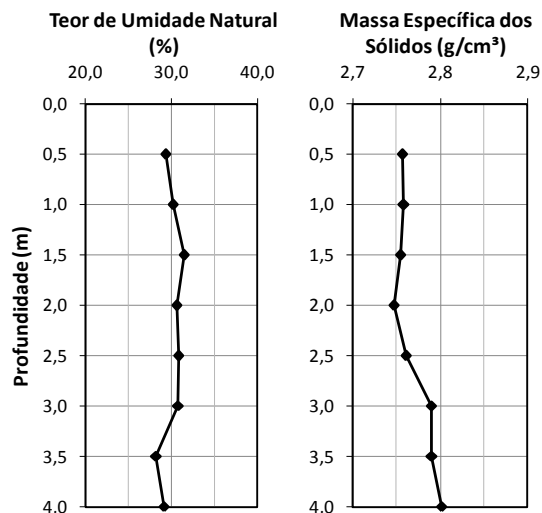


Figura 2. Variação do teor de umidade natural e da massa específica dos sólidos com a profundidade.

A Figura 3 apresenta algumas amostras de solo após a secagem em estufa. Nota-se a variação da coloração do solo ao longo da profundidade, com o aumento da ocorrência de partículas de coloração mais clara ao longo do perfil.

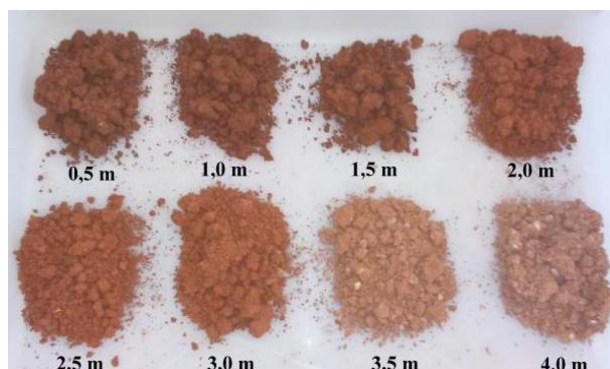


Figura 3. Amostras de solo após a secagem em estufa.

As curvas elaboradas a partir da análise granulométrica conjunta estão expressas na Figura 4. A Tabela 1 representa as frações de argila, silte e areia que compõem as amostras de solo em cada uma das profundidades analisadas.

Através da análise da Figura 4 e da Tabela 1 verifica-se que o solo encontrado na área em estudo é constituído, em sua maior parte, por partículas finas. Nota-se a predominância da fração argila (diâmetro menor do que 0,002 mm) na composição dos solos analisados, variando de 57 % (4,0 m) a 84 % (2,0 m).

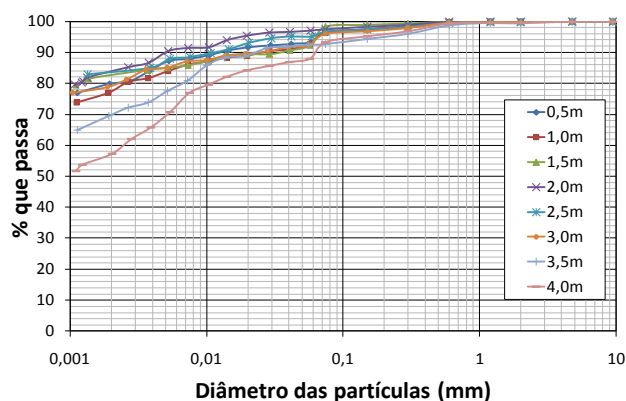


Figura 4. Curvas granulométricas da sondagem à trado.

Tabela 1. Distribuição granulométrica dos solos.

Profundidade (m)	Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)
0,5	79	13	8
1,0	77	16	7
1,5	83	10	7
2,0	84	13	3
2,5	84	11	5
3,0	79	14	7
3,5	70	24	6
4,0	57	32	11

Percebe-se, ainda, que as curvas granulométricas dos solos de 3,5 m e 4,0 m de profundidade possuem um decaimento maior na porcentagem passante para as frações mais finas do solo, se comparadas com as demais. Este fato tem relação com o aumento da quantidade de partículas maiores, de coloração branca, encontradas nestas profundidades.

Outras propriedades determinadas neste estudo foram os limites de consistência, os quais auxiliam na identificação e classificação do solo e até mesmo na estimativa do seu comportamento, visto que diversas características de um solo argiloso são dependentes do teor de umidade em que ele se encontra. Os limites de liquidez e de plasticidade ao longo da profundidade estão representados na Figura 5. O limite de liquidez variou de 53 a 68 %, respectivamente, nas profundidades de 0,5 a 3,5 m. Os valores do limite de plasticidade encontram-se no intervalo de 37 a 51%, com o maior valor na profundidade de 3,0 m. O espaço entre as duas linhas dessa figura representa o índice de plasticidade (IP) do solo, o qual variou de 13,4 % (0,5 m) a 22,6 % (3,5 m).

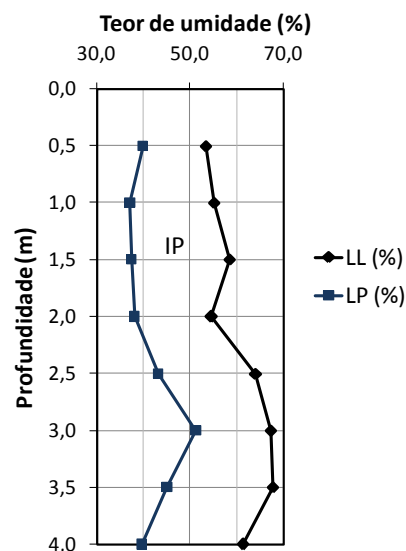


Figura 5. Perfil dos limites de consistência.

A Tabela 2 apresenta a classificação dos solos através do Sistema Unificado de Classificação de Solos (SUCS) e do Sistema Rodoviário (SR), bem como o índice de atividade (IA) dos solos. Em todas as profundidades analisadas o solo foi classificado pelo Sistema Unificado como MH, que corresponde a um silte de alta compressibilidade, e pelo Sistema Rodoviário como A-7-5. Quanto ao índice de atividade, todos os valores foram inferiores a 0,75 indicando a presença de minerais argilosos inativos.

Tabela 2. Classificação e Índice de Atividade dos solos.

Profundidade (m)	SUCS	SR	IA
0,5	MH	A-7-5	0,17
1,0	MH	A-7-5	0,24
1,5	MH	A-7-5	0,25
2,0	MH	A-7-5	0,20
2,5	MH	A-7-5	0,25
3,0	MH	A-7-5	0,20
3,5	MH	A-7-5	0,32
4,0	MH	A-7-5	0,38

4.3 Ensaio de Compactação

As curvas de compactação do solo para os três diferentes níveis de energia, juntamente com as curvas de igual grau de saturação de 80%, 90% e 100%, são apresentadas na Figura 6. Como esperado, observa-se que com o incremento na

energia de compactação a massa específica seca máxima do solo aumenta e o teor de umidade ótimo diminui.

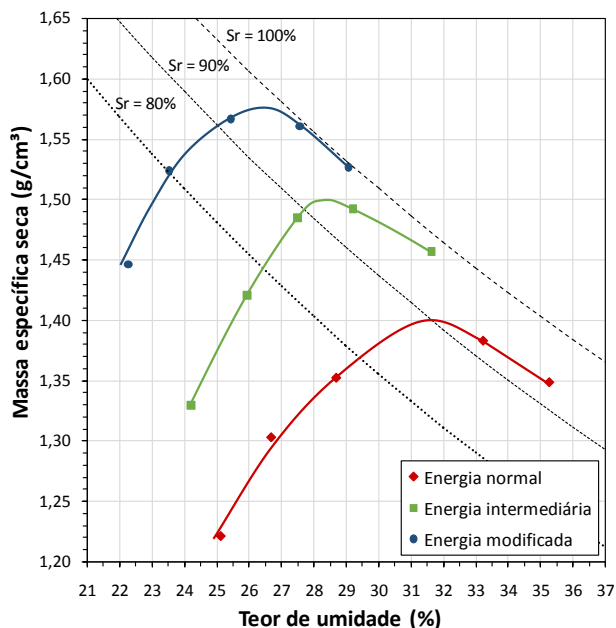


Figura 6. Curva de compactação do mesmo solo com energias diferentes.

Os valores obtidos para a massa específica seca máxima foram de 1,40, 1,50 e 1,75 g/cm³ e para o teor de umidade ótimo foram de 31,6, 28,4 e 26,4 %, respectivamente, para a energia de Proctor normal, intermediária e modificada.

Através da correlação apresentada por Pinto (2006), pode-se traçar a reta da equação (1), correspondente ao comportamento da massa específica seca máxima (ρ_d) em função da energia de compactação (EC).

$$\rho_d = a + b \cdot \log(EC) \quad (1)$$

A Figura 7 apresenta a variação da massa específica seca máxima com o logaritmo da energia de compactação. De acordo com Pinto (2006), quanto maior o parâmetro “b” da expressão, mais argiloso o solo é, o que demonstra que a massa específica seca máxima dos solos argilosos é muito mais afetada durante o processo de compactação do que a dos solos arenosos.

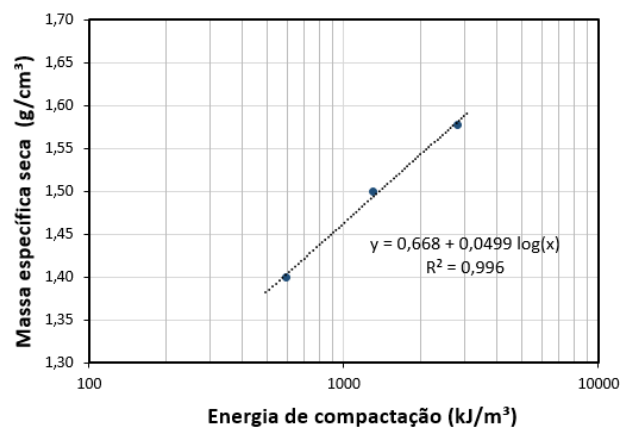


Figura 7. Relação entre a energia de compactação e a massa específica seca máxima.

4.4 Ensaios de Cisalhamento Direto

As curvas tensão cisalhante e deslocamento vertical *versus* deslocamento horizontal obtidas nos ensaios são apresentadas nas Figuras 8 e 9. Devido a um problema no LVDT vertical não foi possível determinar a variação do deslocamento vertical ao longo do ensaio para o corpo de prova 2 da condição de umidade natural.

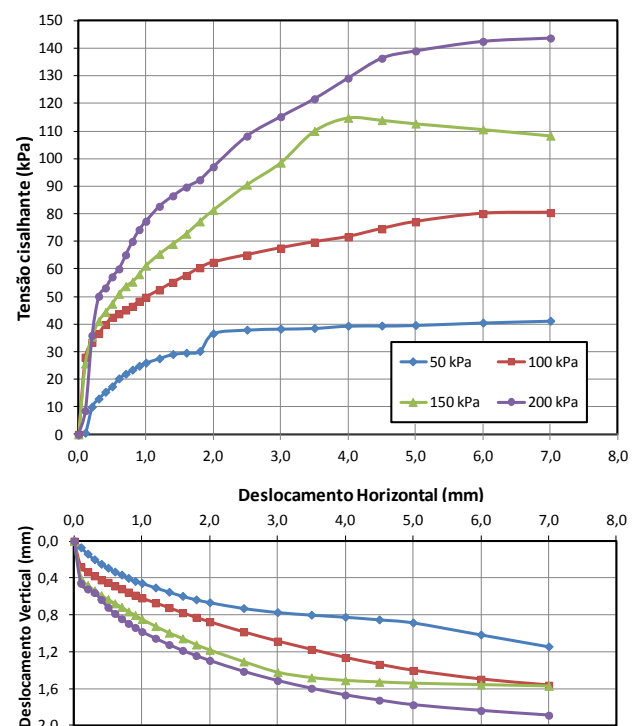


Figura 8. Resultados do ensaio de cisalhamento direto na condição de umidade natural.

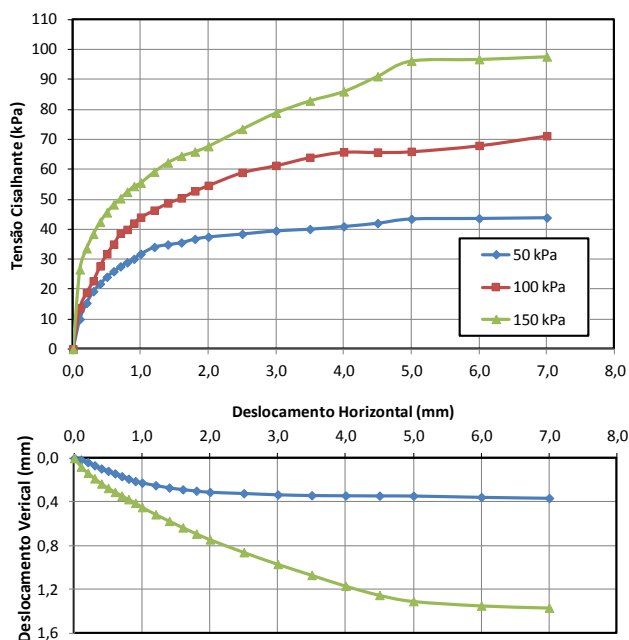


Figura 9. Resultados do ensaio de cisalhamento direto na condição inundado.

Em todas as curvas deslocamento horizontal *versus* deslocamento vertical, tanto nos ensaios na condição de umidade natural quanto na inundada, observa-se uma redução no volume do corpo de prova durante o cisalhamento.

O teor de umidade e o grau de saturação dos corpos de prova antes e após os ensaios de cisalhamento direto, assim como os valores iniciais da massa específica seca e do índice de vazios são apresentados nas Tabelas 3 e 4, respectivamente, para o solo no teor de umidade natural e inundado. Ainda nessas tabelas são apresentados os valores de tensão normal aplicada e a correspondente tensão de cisalhamento máxima medida em cada um dos corpos de prova ensaiados.

Tabela 3. Índices físicos e tensão de cisalhamento máxima com o solo no teor de umidade natural

CP	1	2	3
w_{antes} (%)	42,3	41,4	41,3
$w_{\text{após}}$ (%)	40,4	38,4	40,2
ρ_d (g/cm ³)	1,055	1,089	1,041
e	1,62	1,53	1,65
$S_{r_{\text{antes}}}$ (%)	72,2	74,4	69,0
$S_{r_{\text{após}}}$ (%)	68,9	69,1	67,1
σ (kPa)	50	100	150
$\tau_{\text{máx}}$ (kPa)	44	71	98

Tabela 4. Índices físicos e tensão de cisalhamento máxima com o solo inundado

CP	1	2	3	4
w_{antes} (%)	41,6	41,1	39,0	39,0
$w_{\text{após}}$ (%)	58,2	46,4	45,9	45,1
ρ_d (g/cm ³)	0,985	1,081	1,139	1,103
e	1,80	1,55	1,42	1,50
$S_{r_{\text{antes}}}$ (%)	63,7	73,1	75,5	71,7
$S_{r_{\text{após}}}$ (%)	89,1	82,5	89,0	82,9
σ (kPa)	50	100	150	200
$\tau_{\text{máx}}$ (kPa)	41	80	115	144

A partir dos dados das Tabelas 3 e 4 obtiveram-se as médias da massa específica seca de 1,062 g/cm³ e 1,077 g/cm³ e do índice de vazios de 1,60 e 1,57, respectivamente, para a condição de solo no teor de umidade natural e inundado.

Com os valores das tensões normais aplicadas e as suas correspondentes tensões de cisalhamento máximas medidas nos corpos de prova, determinaram-se as envoltórias resistência na ruptura considerando o critério de Mohr-Coulomb (Figura 10), para as duas condições de umidade analisadas.

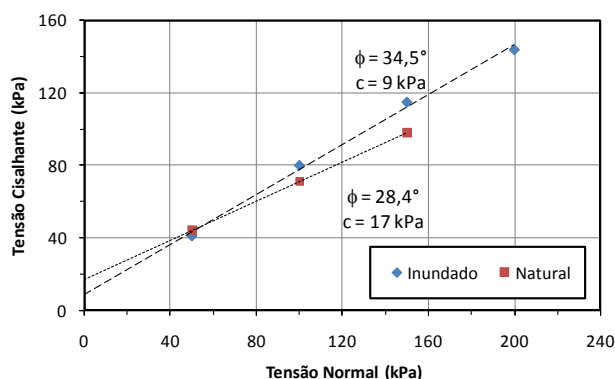


Figura 10. Envoltórias de ruptura nas condições de umidade natural e com o solo inundado.

O valor obtido para a coesão foi de 17 kPa e para o ângulo de atrito foi de 28,4°, na condição de umidade natural. Na condição inundada, foram obtidos os valores de 9 kPa e 34,5° para os parâmetros de resistência. Observa-se uma variação de aproximadamente 6° no ângulo de atrito entre as duas condições de umidade e uma redução de 47 % na coesão da natural para a inundada.

5 CONCLUSÕES

O trabalho apresentou os resultados de ensaios de campo e de laboratório realizados para caracterizar um perfil de solo representativo da região oeste do estado de Santa Catarina. Esses resultados preliminares trazem informações de parâmetros geotécnicos ainda escassos para o solo local e que são de extrema importância para qualquer obra geotécnica.

O perfil analisado é composto de horizontes de solo residual de basalto, argiloso, classificado como MH, pelo sistema unificado de classificação de solos, e A-7-5, pelo sistema rodoviário. De acordo com o índice de atividade de Skempton, os minerais argilosos presentes foram classificados como inativos.

Os resultados dos ensaios de compactação também são típicos para solos argilosos, com valor de teor de umidade ótimo elevado e de massa específica seca baixa.

Nos ensaios de cisalhamento direto apenas um dos corpos de prova apresentou curva tensão x deslocamento atingindo um valor máximo para em seguida decrescer para um valor residual. Todos os demais corpos de prova apresentaram ruptura por deformação excessiva. Em relação à variação de volume, todas as amostras diminuíram de volume ao serem cisalhadas. Essa redução de volume foi maior quanto mais elevado o nível de tensão normal aplicado.

O solo apresentou ângulo de atrito interno de 28,4°, na condição natural, e 34,5°, quando inundado. Quanto à coesão, houve uma redução no valor obtido na condição de solo inundado em relação à de umidade natural. Contudo, para os níveis de tensão normal empregados, as duas envoltórias de resistência na ruptura obtidas foram relativamente próximas, uma vez que o grau de saturação das amostras na condição de umidade natural já era elevado.

REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), (1984) *NBR 6459: Solo - Determinação do limite de liquidez*. Rio de Janeiro, 6p.
- _____, (1984) *NBR 6508: Grãos de solos que passam na peneira de 4,8 mm - Determinação da massa específica*. Rio de Janeiro, 8p.
- _____, (1984) *NBR 7180: Solo - Determinação do limite de plasticidade*. Rio de Janeiro, 3p.
- _____, (1984) *NBR 7181: Solo - Análise granulométrica*. Rio de Janeiro, 9p.
- _____, (1986) *NBR 7182: Solo - Ensaio de compactação*. Rio de Janeiro, 10 p.
- _____, (2016) *NBR 9604: Abertura de poço e trincheira de inspeção em solo, com retirada de amostras deformadas e indeformadas - Procedimento*. Rio de Janeiro, 9p.
- Cavalcante, E.H.; Giacheti, H.L.; Danziger, F.A.B.; Coutinho, R.Q.; et al. (2006) *Campos Experimentais Brasileiros*. In: Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, 13; Workshop Campos Experimentais de Fundações. Curitiba. Anais... Curitiba: ABMS, 2006. Vol. único, p. 1-90.
- Dalla Rosa, F.; Thomé, A.; Ruver, C.A. (2004) *Determinação de alguns parâmetros geotécnicos do campo experimental de geotecnia da Universidade de Passo Fundo - RS*. In: Simpósio Brasileiro de Jovens Geotécnicos, 1., São Carlos. Anais... São Carlos: EESC/USP, 2004. Vol. 1, p. 1-6. CD-ROM.
- Diemer, F.; Specht, L.P.; Strauss, D.A.; Pozzobon, C.E. (2008) Propriedades geotécnicas do solo residual de basalto da região de Ijuí/RS. *Teoria e Prática da Engenharia Civil*, n.12, p. 25-36, out.
- Hachich, W.; Falconi, F.F.; Saes, J.L.; Frota, R.G.Q.; Carvalho, C.S.; Niyama, S. (Org.) (1998) *Fundações: teoria e prática*. 2. ed. Pini, São Paulo, 751 p.
- Lambe, T.W.; Whitman, R.V. (1970) *Soil Mechanics*, John Wiley & Sons, New York.
- Morais, T.S.O.; Ramos, V.C.L.; Silva, H.F.; Vieira, L.C.L.M. (2014) *Implantação e Caracterização Geotécnica do Campo Experimental de Geotecnia da Universidade Federal de Alagoas*. In: Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, 17., Goiânia. Anais... Goiânia: ABMS, 2014
- Pinheiro, R.J.B.; Soares, J.M.D.; Emmer R.; Nienov, F.A.; Just, M.; Carmo, P.I.O. (2006) *Campo Experimental de Engenharia Geotécnica na Região Central do Rio Grande do Sul*. In: Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, 13., Curitiba. Anais... Curitiba: ABMS, 2006. Vol. 2, p. 763-768.
- Pinto, C.S. (2006) *Curso básico de Mecânica dos Solos*. 3. ed. Oficina de Textos, São Paulo, 354 p.
- Rodriguez Brochero, J.L. (2014) *Caracterização geotécnica do campo experimental da UFRGS em areia*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 173 p.
- Scheibe, L.F. (1986) A geologia de Santa Catarina: sinopse provisória. *Geosul*, Vol. 1, n. 1, p. 7-38.