

ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA E COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DE SOLOS DA GRANDE FLORIANÓPOLIS

Vitória Carminatti Serpa¹, Felipe Góes², Fernanda Domingues de Melo³, Francisco de Oliveira França⁴, Fernanda Simoni Schuch⁵, Jucélio Gonçalves⁶

^{1,2,3,4,5,6}Instituto Federal de Santa Catarina/Departamento de Construção Civil/Campus Florianópolis

¹vih_serpa@hotmail.com / ²felipe.g@aluno.ifsc.edu.br / ³fernandadominguesm@yahoo.com.br / ⁴nome370@hotmail.com / ⁵fernandass@ifsc.edu.br / ⁶jucelio@ifsc.edu.br

Resumo: Dentro da engenharia civil, os processos de caracterização de solos são de suma importância para compreender e antecipar determinados comportamentos deste material em campo. Tais processos de caracterização são regulamentados por normas técnicas e boas práticas em laboratório que têm como finalidade a padronização de ensaios. Este artigo visa apresentar o resultado de ensaios de caracterização de duas amostras de solos destacando sua importância, sendo uma identificada como solo pedregulhoso e a outra como solo argiloso. Os ensaios foram realizados no Laboratório de Solos e Tecnologia dos Materiais do IFSC-Campus Florianópolis (SC), onde, a partir da coleta de dados e auxílio de softwares para geração de gráficos e planilhas eletrônicas para os cálculos, pode-se fazer a análise e classificação dos solos de acordo com os parâmetros explorados. Para tanto, seguiu-se as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) referentes a: determinação do peso específico dos grãos, análise granulométrica e limites de consistência dos solos. Após análise dos resultados obtidos, pode-se concluir que o estudo desses parâmetros torna possível a implantação de técnicas construtivas que possam indicar as soluções mais adequadas para a etapa de fundações, evitando problemas futuros nas construções e consequentes gastos excessivos para o reforço ou recuperação de uma estrutura.

Palavras-Chave: solo argiloso, solo pedregulhoso, ensaios laboratoriais.

1 INTRODUÇÃO

Dentro do segmento de Mecânica dos Solos, ensaios de caracterização fazem parte de uma das mais importantes áreas de estudo geológico (KORMANN, 1997). Em obras de construção civil, procura-se a estabilidade de toda a estrutura, desde a cobertura à fundação (DAS, 2010), garantindo uma das três principais virtudes de obras desse segmento: segurança.

Dentre as atividades corriqueiras da Engenharia Civil estão os ensaios de caracterização dos quais consta: a distribuição granulométrica, o peso específico dos grãos, limites de liquidez e plasticidade e compactação dos solos. Tais ensaios são considerados básicos para que o homem possa realizar o devido uso deste. Tais estudos tratam de ensaios os quais são regulamentados por Normas Brasileiras Registradas (NBRs) produzidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Por este motivo, dentro da Unidade Curricular de Mecânica dos Solos e Obras de Terra do Curso de bacharelado em Engenharia Civil do IFSC Campus Florianópolis, os alunos são levados a desenvolver o pensamento crítico, na solução de problemas práticos relacionados à sua formação.

Neste sentido, no decorrer do semestre 2016/1 foi proposta uma pesquisa aplicada objetivando a caracterização e análise de duas amostras de solos típicos da região da Grande Florianópolis, os quais aparentemente seriam amostras de solo arenoso e argiloso. Abaixo seguem descritos o método, os resultados obtidos e as análises realizadas.

2 MÉTODO

A realização deste artigo foi possível através da coleta em campo de dois tipos de solo na região da Grande Florianópolis: Amostra 01 (com característica arenosa) e Amostra 02 (com característica argilosa). A partir daí os solos foram levados ao Laboratório de Solos e Tecnologia dos Materiais do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Florianópolis, onde foram realizados os ensaios de: massa específica dos grãos, análise granulométrica e limites de consistência dos solos (liquidez e plasticidade).

A caracterização dos solos ocorreu mediante a aplicação das normas: NBR 6508/1984 - Grãos de solo que passam na peneira de 4,8 mm - Determinação de massa específica, NBR 7181/1984 - Análise granulométrica de solos, NBR 6459/1984 – Determinação do limite de liquidez, NBR 7180/1984 – Determinação do limite de plasticidade. Preparou-se as amostras com base na NBR 6457/1986, ressaltando-se que, as amostras foram despejadas em bandejas separada e diferentemente do que preconiza a norma, foram preparadas com secagem prévia em estufa a 100 °C.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as duas amostras de solo trabalhadas nessa pesquisa, foram inicialmente determinadas as massas específicas dos grãos, tendo como resultados os valores apresentados na Tabela 01. De posse dos dados e aplicando-se a média aritmética, sendo desprezados valores que diferiram mais que 0,02 g/cm³ das demais amostras, obteve-se os seguintes valores para a massa específica dos grãos de solo: 2,63 g/cm³ para a Amostra 01 e 2,45g/cm³ para a Amostra 02. A partir dos resultados obtidos podemos observar que em uma unidade de volume, o peso de solo da Amostra 01 é superior ao da Amostra 02. O peso específico dos grãos, conforme afirma Pinto (2006), não identifica o tipo de solo, porém é de grande importância para o cálculo de outros índices e considerações, como no processo de sedimentação que compõe a análise granulométrica, determinada na sequencia deste artigo.

Tabela 01 - Peso específico dos grãos de cada solo por amostra.

Lote	Amostra 01 pedregulhoso	Amostra 02 argiloso
	γ_g (g/cm ³)	γ_g (g/cm ³)
1	2,64	2,02
2	2,62	2,44
3	2,64	2,46

Fonte: Dados obtidos em laboratório.

Para a determinação da composição granulométrica das amostras de solo foram utilizados o método de peneiramento (fração grossa e fração fina), que avalia até a granulometria de 0,075 mm, apresentados na Tabela 02 e o ensaio de sedimentação, que permite analisar os grãos menores que 0,075mm, apresentado na Tabela 03. Neste caso é importante destacar que para a Amostra 01 a temperatura média foi de 16,95 °C, enquanto para a Amostra 02 foi de 16,65 °C.

Tabela 02 - Composição granulométrica por peneiramento dos solos.

	Peneiras (mm)	AMOSTRA 01			AMOSTRA 02		
		Peso Retido (g)	% Retido	% Passante	Peso Retido (g)	% Retido	% Passante
Fração grossa	9,5	0,00	0,00	100,00	1,80	0,85	99,15
	4,8	24,70	3,69	95,07	11,60	5,50	93,65
	2,0	583,30	87,07	8,00	40,20	19,05	74,60
Fração fina	1,2	32,70	27,25	5,82	0,40	0,57	74,17
	0,6	47,20	39,33	2,67	2,30	3,29	71,72
	0,42	15,20	12,67	1,66	3,30	4,71	68,20
	0,3	11,00	9,17	0,93	5,60	8,00	62,24
	0,15	4,70	3,92	0,61	8,60	12,29	53,07
	0,075	2,00	1,67	0,48	9,80	14,00	42,63
	Fundo	0,00	0,00	0,00	1,40	2,00	41,98

Fonte: Dados obtidos em laboratório.

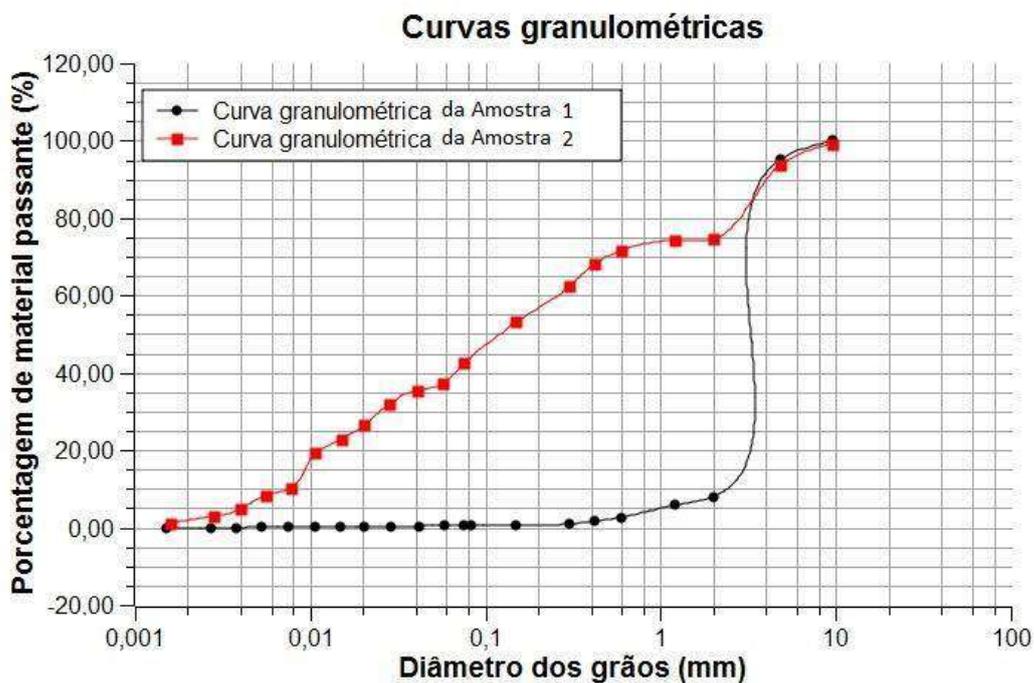
Tabela 03 - Granulometria por sedimentação dos solos.

AMOSTRA 01		AMOSTRA 02	
Diâmetro máx. (mm)	% Passante	Diâmetro máx. (mm)	% Passante
0,0832	0,51	0,0809	37,28
0,0588	0,51	0,0572	37,28
0,0418	0,40	0,0407	35,47
0,0289	0,29	0,0281	31,86
0,0204	0,29	0,0203	26,44

0,0149	0,29	0,0150	22,83
0,0107	0,08	0,0107	19,22
0,0075	0,08	0,0078	10,19
0,0053	0,08	0,0056	8,38
0,0038	0,00	0,0040	4,77
0,0027	0,00	0,0028	2,96
0,0015	0,00	0,0016	1,16

Fonte: Dados obtidos em laboratório.

Figura 01 - Curvas granulométricas



Fonte: Dados obtidos em laboratório.

A partir da análise dos gráficos, pôde-se caracterizar a Amostra 01 como de graduação muito uniforme, em função do valor de 1,4 para o coeficiente de uniformidade, o que significa haver pouca variação de tamanhos de grãos. Em contrapartida a Amostra 02 possui graduação desuniforme, sendo seu coeficiente de uniformidade igual a 38,5, mostrando possuir diferentes tamanhos de grãos, sem apresentar predomínio de frações específicas. Calculando-se o coeficiente de curvatura, verifica-se que a Amostra 01 é mal graduada enquanto a Amostra 02 é bem graduada: 0,37 e 1,4 respectivamente. Destaca-se que os solos bem graduados possuem coeficientes de curvatura entre 1 e 3, conforme indica a literatura (PINTO, 2006).

A composição granulométrica, fruto dos ensaios de peneiramento e de sedimentação dos solos, classifica-os por intermédio das porcentagens dos grãos

pertencentes a cada fração (Tabela 04). Dentre os tipos de classificação, há o Diagrama Trilinear, no qual cada lateral apresenta a quantidade das frações de areia, silte e argila presentes no solo estudado em porcentagem (Nunes, 2010).

Para tanto, foram definidas as composições dos solos tomando como base a ABNT NBR 6502/1995 a qual trata a respeito de rochas e solos e define que o pedregulho possui diâmetros entre 2,0 mm e 60,0 mm, a areia entre 0,06 mm e 2,0 mm, o silte de 0,002 mm e 0,06 mm e a argila possui partículas com dimensões inferiores a 0,002 mm.

Tabela 04 - Composição de solos.

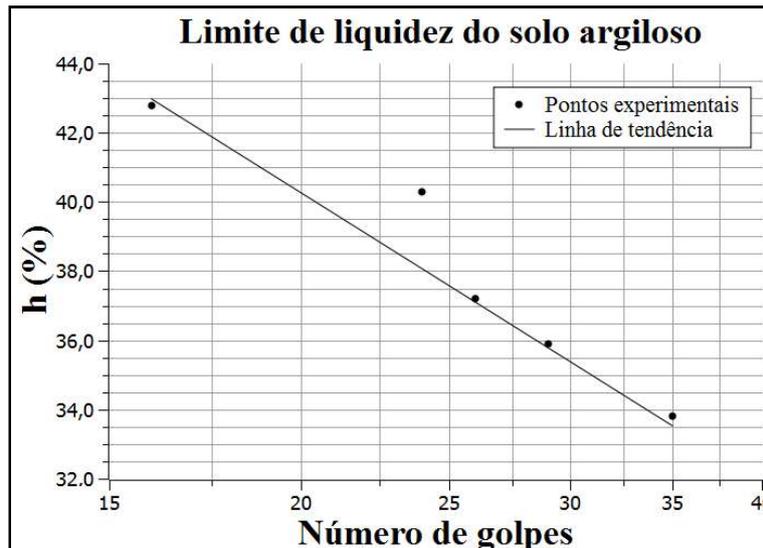
Composição do solo	Amostra 01	Amostra 02
Argila	0,00%	2,96%
Silte	0,54%	34,31%
Areia fina	0,00%	15,79%
Areia média	2,07%	18,65%
Areia grossa	5,34%	2,88%
Pedregulho	92,26%	25,40%

Fonte: Dados obtidos em laboratório.

Mediante análise gráfica do Diagrama Trilinear, concluiu-se Amostra 01, inicialmente denominada arenosa, é classificada como "Pedregulho" já que grande parte de suas composições é de pedregulho e areia, em contrapartida a Amostra 02, tomada inicialmente como uma amostra de solo argiloso, foi classificada como "Areia siltosa", em função da grande porcentagem de areia e silte contida no mesmo.

Após algumas tentativas malsucedidas de realização dos ensaios de limites de consistência no solo pedregulhoso, concluiu-se que o mesmo é um solo sem limite de liquidez e limite de plasticidade por não apresentar coesão e plasticidade, caracterizando-o como um solo sem resistência a esforços de cisalhamento. Já para o solo de característica areno-siltoso, utilizando material fino passante na peneira 0,42 mm, foram obtidas cinco medidas de limite de liquidez e três de limite de plasticidade.

Por meio desses, foi gerada a linha de tendência (Figura 02), permitindo a obtenção do teor de umidade relacionado a 25 golpes, o que corresponde a um limite de liquidez do solo de 38%. Enquanto, através de média aritmética, o limite de plasticidade encontrado foi de 27%.

Figura 02 - Gráfico de número de golpes em relação a umidade das amostras.

Fonte: Dados obtidos em laboratório.

O solo areno-siltoso foi também classificado como medianamente plástico e duro, de acordo com sua consistência. O primeiro deu-se através do índice de plasticidade, o qual foi obtido subtraindo o limite de plasticidade do limite de liquidez encontrado, resultando em um valor de 11%. Enquanto o segundo depende do limite de liquidez, índice de plasticidade e umidade natural da amostra igual a 18%, sendo classificado como duro em função de seu índice de consistência do solo ser superior a 1,00.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo dos solos é de extrema importância no âmbito da engenharia civil pois, para a realização de projetos é necessária a análise dos solos envolvidos com o intuito de prever seu comportamento diante de uma obra de engenharia. Portanto é de suma importância que os profissionais estejam aptos para fazer tal classificação. A organização, desenvolvimento e análise de ensaios laboratoriais consolida a formação teórica recebida em sala de aula na formação do Engenheiro Civil.

Sobre as características dos solos analisados e a literatura pertinente, diz-se que, solos com maiores distribuições granulométricas são, genericamente, mais indicados a obras de construção civil por admitirem maiores valores de resistência e compressibilidade. A amostra de solo com característica 'arenosa', solo pedregulhoso de acordo com a NBR 6502, se mostrou de granulometria uniforme, indicando que o solo há ressalvas quando da sua utilização se necessário que atinja grandes valores de

resistência mecânica. Ao contrário, a amostra de solo silto-arenoso apresentou uma granulometria bem graduada, demonstrando um potencial de melhores valores de resistência mecânica e compressibilidade, os quais devem ser medidos em ensaios futuros. Além disso, foi visto que a presença de finos de argila em um solo influencia diretamente na obtenção de seus limites de consistência, visto que o solo sem teor de argila (solo arenoso) não apresentou limite de liquidez ou plasticidade.

Visando a continuidade da pesquisa, sugerimos que em trabalhos futuros analisem a influência da variação da temperatura da amostra no ensaio de sedimentação.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6457**: Amostras de solo - preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. [S. I.]: ABNT, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7181**: Solo - análise granulométrica. Rio de Janeiro, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6508**: Grãos de solos que passam na peneira de 4,8 mm - determinação da massa específica. [S. I.]: ABNT, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6502**: Rochas e solos - Terminologia. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6459**: Solo - determinação do limite de liquidez. [S. I.]: ABNT, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7180**: Solo - determinação do limite de plasticidade. [S. I.]: ABNT, 1984.

DAS, Braja M.. **Principles of geotechnical engineering**. 7. ed. Estados Unidos da América: Cengage Learning, 2010. 683 p. Disponível em: <<http://kashanu.ac.ir/Files/Principles of Geotechnical Engineering 7th Edition.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2016.

KORMANN, Alessander C. Morales. **Ensaio de compactação e caracterização**. 1997. Disponível em: <<http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/e/e1/Apostila1.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2016.

NUNES, Marcus Soares. **Fundamentos de Mecânica dos Solos**. 2010. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/125775672/APOSTILA-COMPLETA-DICLAN-BERBERIAN-pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2016.

PINTO, Carlos de Sousa. **Curso Básico de Mecânica dos Solos**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 367 p.