



**Ensaio geotécnicos para o Projeto de
Urbanização da UFF de Rio das Ostras/RJ**

Título:

Ensaio geotécnicos para o Projeto de Urbanização da UFF de Rio das Ostras/RJ

Responsável:

Prof^a. Juliana Pessin

Objetivo do documento:

Avaliação da capacidade de infiltração do solo e de uso do solo como subleito.

Equipe Técnica:

<i>Profissional</i>	<i>Título e Especialidade</i>	<i>Registro (CREA-RJ)</i>
Prof. ^a Juliana Pessin	Eng. ^a . Civil, D.Sc., Geotecnia	2018116484
Téc. Adinelson Esteves dos Santos	Laboratorista de Solos	-
Sarah Ferreira Margon	Graduanda em Engenharia Civil	-

Revisões:

<i>Ver.</i>	<i>Data</i>	<i>Modificação</i>	<i>Verificação</i>	<i>Aprovação</i>
0	30/09/2024	Emissão inicial – relatório parcial		

Sumário

1 Introdução	4
Consideração inicial	4
Normas e documentos de referência.....	4
2 Ensaio de infiltração.....	5
3 Coleta das amostras para ensaios de compactação e CBR	8
4 Ensaio de compactação	8
5 Ensaio de CBR.....	10
6 Conclusões.....	15

1 Introdução

O presente relatório apresenta e analisa os resultados dos ensaios geotécnicos solicitados pela Superintendência de Arquitetura de Arquitetura Engenharia e Patrimônio (SAEP), a saber:

- i. Quatro ensaios de infiltração em cavas na Rua Recife do *campus* da UFF em Rio das Ostras;
- ii. Dois ensaios de compactação em Proctor Normal em amostras de solo coletadas na Rua Recife;
- iii. Dois ensaios de CBR nas mesmas amostras compactadas.

Ainda serão realizados, durante a compactação do material que atuará como subleito do piso intertravado:

- iv. Dois ensaios de massa específica aparente *in situ*.

Consideração inicial

Os ensaios de infiltração objetivam fornecer coeficientes de infiltração do solo representativos para o dimensionamento de sistemas de esgoto.

Os ensaios de ensaios de compactação e ensaios de Índice de Suporte Califórnia (CBR ou ISC) objetivam fornecer parâmetros para avaliar se o solo disponível na Rua Recife, que será urbanizada, é adequado para servir como subleito do piso intertravado a ser instalado.

Normas e documentos de referência

NBR 7182/2016: Solo - Ensaio de Compactação.

NBR 9895/2016: Solo - Índice de Suporte Califórnia (ISC) - Método de Ensaio.

NBR 17076/2024: Projeto de sistema de tratamento de esgoto de menor porte – Requisitos.

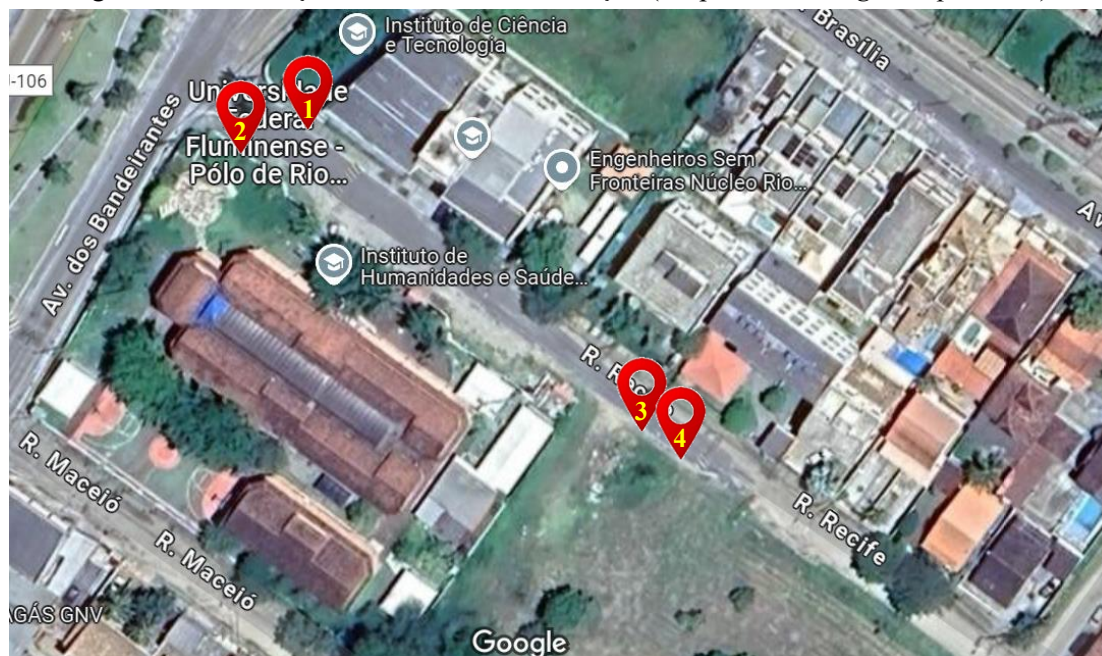
CREDER, H. (2006). Instalações hidráulicas e sanitárias. In Instalações hidráulicas e sanitárias (pp. 411-411).

FIOCRUZ (2004). Manual de Saneamento. Disponível em: <<https://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/manuais/residuos/Manual%20de%20Saneamento.pdf>>.

2 Ensaio de infiltração

Foram realizados quatro ensaios de infiltração em cavas de acordo com a localização apresentada na Figura 1, definida pela equipe da SAEP.

Figura 1 – Localização dos ensaios de infiltração (adaptado de *Google Maps*, 2024).



O procedimento adotado nos ensaios de infiltração consistiu em (Figura 2):

1. Fazer uma cava com seção quadrada de 30 cm de lado e profundidade também de 30 cm;
2. Encher o fundo da cava com 5 cm de brita;
3. Encher a cava com água e contabilizar o tempo para a primeira absorção. Caso o tempo de absorção total fosse menor que 10 min, a cava seria mantida cheia de água por 1h; caso o tempo fosse consideravelmente maior, a cava seria mantida cheia por 4h;
4. Após o enchimento da cava pelo tempo estabelecido acima, a cava foi cheia até 15 cm e o tempo para a descida de 15 para 14 cm foi contabilizado cinco vezes.

Figura 2 – Procedimento para execução das cavas.



1

2

3

4

Na Figura 3 são apresentados os aspectos visuais de cada uma das cavas com detalhe para o material que preenchia as cavas.

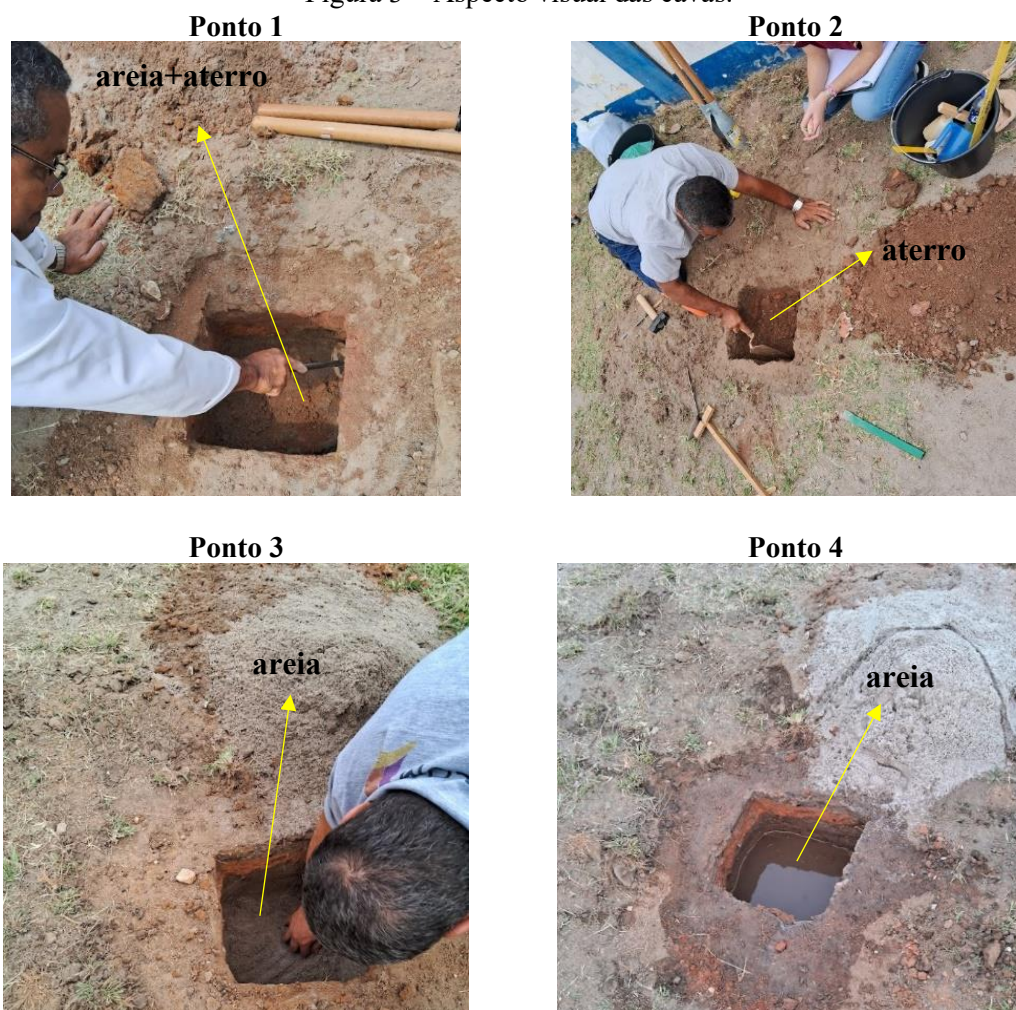
A cava do **ponto 1** possuía solo de aterro (provável silte-arenoso), em boa parte de sua profundidade, mas no fundo da cava o material era predominantemente arenoso. O tempo necessário para a primeira absorção foi de 3 minutos. Sendo assim, a cava foi mantida cheia por 1 h.

A cava do **ponto 2** possuía solo de aterro (provável silte-arenoso), em boa parte de sua profundidade, e no fundo se misturava com areia. O tempo necessário para a primeira absorção foi de 40 minutos. Sendo assim, a cava foi mantida cheia por 4 h.

A cava do **ponto 3** possuía solo de aterro (provável silte-arenoso) apenas no trecho superficial, sendo o restante composto por areia. O tempo necessário para a primeira absorção foi de 4 minutos. Sendo assim, a cava foi mantida cheia por 1 h.

A cava do **ponto 4** possuía solo semelhante à cava do ponto 3. O tempo necessário para a primeira absorção foi de 3 minutos. Sendo assim, a cava foi mantida cheia por 1 h.

Figura 3 – Aspecto visual das cavas.

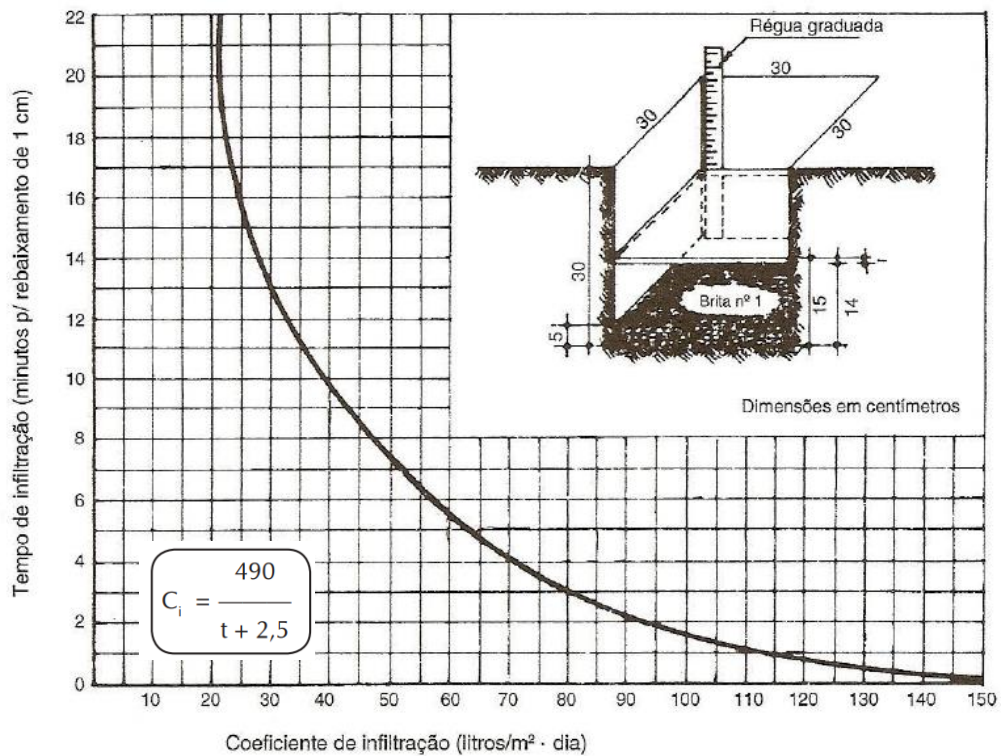


Na Tabela 1 são apresentados os resultados das medições dos ensaios de infiltração, assim como os respectivos coeficientes de infiltração, determinados com base na curva para a obtenção do coeficiente de infiltração, apresentada na Figura 4.

Tabela 1 - Medidas dos ensaios de infiltração nos quatro pontos (P1, P2, P3 e P4).

Medida	P1	P2	P3	P4
	Tempo			
1	43s	7min37s	31s	22s
2	42s	8min17s	31s	25s
3	41s	7min40s	41s	27s
4	42s	8min31s	42s	24s
5	43s	8min34s	41s	24s
Coefficiente de Infiltração (l/m³.dia) →	152	44	154	169

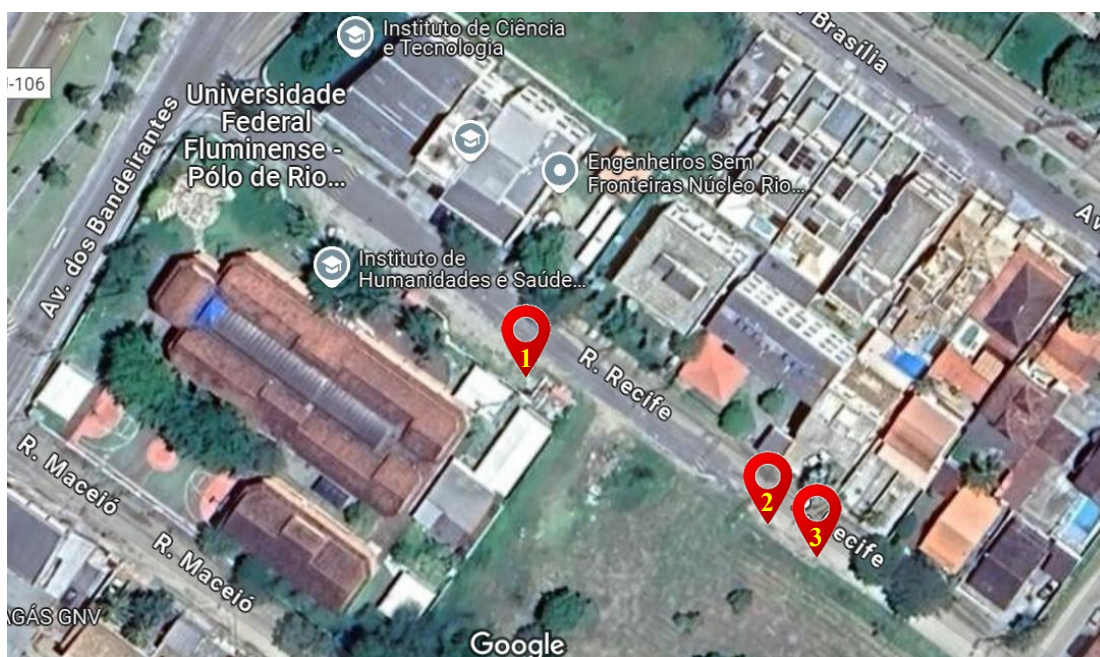
Figura 4 - Curva para obtenção do coeficiente de infiltração (Creder, 2006).



3 Coleta das amostras para ensaios de compactação e CBR

As amostras necessárias para os ensaios de compactação e ensaios de Índice de Suporte Califórnia (CBR ou ISC) foram coletadas na Rua Recife do *campus* da UFF de Rio das Ostras no dia 03 de setembro de 2024. Como os ensaios foram realizados sem reuso de solo, foram coletados cerca de 40 kg em cada um dos três pontos de coleta, cujas localizações são indicadas na Figura 5. O solo do ponto 1 é um solo de aterro, provável silte-arenoso; o solo do ponto 2 é arenoso e o solo do ponto 3 é semelhante ao do ponto 2, mas possui uma parcela de aterro silto-arenoso. Somente foram ensaiados os solos dos pontos 2 e 3, atendendo a solicitação da SAEP. O solo do ponto 1 está armazenado na UFF em caso de necessidade.

Figura 5 – Localização das amostras para ensaios de compactação e CBR (adaptado de Google Maps, 2024).



4 Ensaios de compactação

Os ensaios de compactação foram realizados de acordo com a Norma NBR7182:2016. A energia de compactação prescrita pela SAEP foi a Normal. Como os ensaios de CBR foram feitos na sequência, o cilindro adotado foi o grande assim como o soquete. Assim, o solo foi compactado em cinco camadas dentro do cilindro e foram aplicados 12 golpes

por camada. Os ensaios foram feitos sem reuso de material. A Figura 6 apresenta o solo e a água já separados para a realização de um dos ensaios de compactação.

Figura 6 – Separação das amostras de solo e água para os ensaios de compactação.



Ressalta-se a dificuldade de compactar a areia no ramo úmido da curva de compactação. Por conta da elevada drenagem que este material possui, a água escoava com facilidade em graus de saturação mais elevados, e por isso não fica completamente contida no corpo de prova, afetando o processo de compactação. Além disso, ocorre a dificuldade de inverter o corpo de prova, etapa necessária para a realização dos ensaios CBR, pois o material se desprende do cilindro, como exemplifica a Figura 7. Apesar disso, foi possível definir o ponto ótimo da curva de compactação, que foi confirmado pela curva de CBR.

Figura 7 – Corpo de prova compactado desprendido do cilindro no momento da inversão para o ensaio CBR.



5 Ensaio de CBR

Os ensaios de CBR foram realizados de acordo com a Norma NBR 9895:2016. Primeiramente, os cilindros de solo compactado foram submersos por quatro dias consistindo na fase de expansão. Em seguida, os cilindros foram submetidos à fase de penetração através da cravação do pistão da prensa de CBR a uma velocidade constante de 1,27 mm/min.

Na Tabela 1 apresenta-se um resumo dos resultados dos ensaios de compactação e CBR, e na sequência os dados e curvas obtidos em cada ensaio.

Tabela 1 – Resultados dos ensaios de compactação e CBR.

Solo	Umidade ótima (%)	Massa específica aparente seca máxima (g/cm ³)	Expansão (%)	CBR (%)
Ponto 2	5,9	1,810	0	9
Ponto 3	6,9	1,843	0	13

Ensaio de compactação no ponto 2

Material: Areia
 Estudo: Ensaio de compactação
 Data coleta: 03/09/2024
 Localização: UFF Rio das Ostras
 Referência base: NBR 7182:2016

PONTO 2

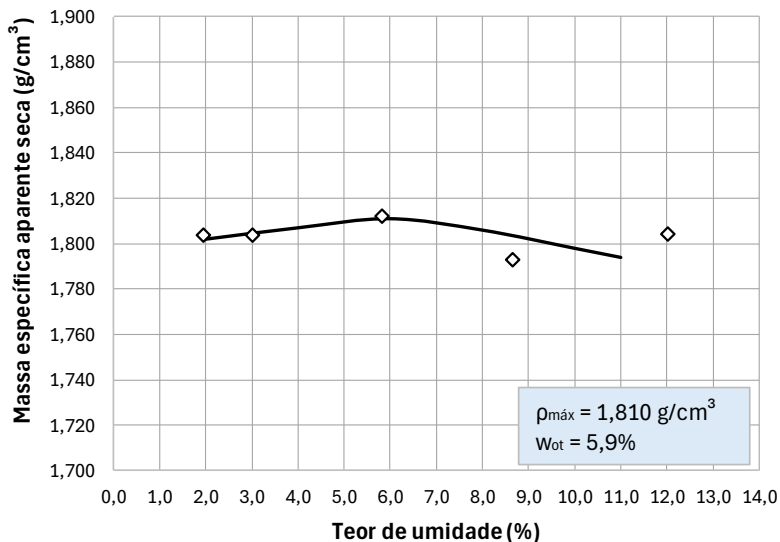
Teores de umidade - w (%)

Molde nº	1			2			3			4			5**		
Água adic. est. (%)	3			6			9			12			2		
Cápsula nº	1	3	57	13	24	48	9	7	8	15	10	44	32	11	12
Cápsula tara (g)	14,14	14,94	17,63	14,31	12,62	15,47	14,83	17,81	14,74	15,27	18,02	23,86	12,71	14,55	14,53
Cáp.+ sol. úm. (g)	45,5	48,42	49,55	46,18	46,42	48,71	47,89	49,99	47,67	48,58	51	56,94	46,42	46,48	48,66
Cáp.+sol. seco (g)	44,56	47,45	48,62	44,39	44,58	46,9	45,21	47,34	45,17	45,01	47,42	53,42	45,78	45,86	48
w (%)	3,09	2,984	3,001	5,951	5,757	5,759	8,822	8,974	8,216	12	12,18	11,91	1,935	1,98	1,972
w média (%)	3,0			5,8			8,7			12,0			2,0		

Massa específica aparente seca (g/cm³)

Molde nº	1	2	3	4	5**
Volume (cm ³)	2092,28	2096,53	2095,60	2090,74	2087,85
Molde tara (g)	4044	4232	4204	4211	4223
Molde+sol.úm. (g)	7932	8252	8286	8436	8062
M.esp.úm.(g/cm ³)	1,86	1,92	1,95	2,02	1,84
M.esp.sec.(g/cm ³)	1,804	1,812	1,792	1,804	1,803

Curva de compactação



Ensaio de compactação no ponto 3

Material: Areia
 Estudo: Ensaio de compactação
 Data coleta da amostra: 03/09/2024
 Localização: UFF Rio das Ostras
 Referência base: NBR 7182:2016

PONTO 3

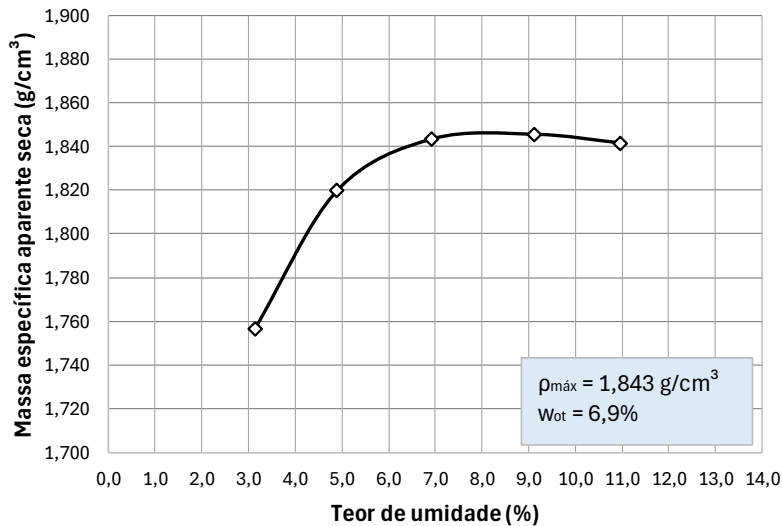
Teores de umidade - w (%)

Molde nº	1			2			3			4			5		
Água adic. est. (%)	3			5			7			9			11		
Cápsula nº	1	3	57	13	24	48	9	7	8	15	10	44	32	11	12
Cápsula tara (g)	14,14	14,94	17,63	14,31	12,62	15,47	14,83	17,81	14,74	15,27	18,02	23,86	12,71	14,55	14,53
Cáp.+ sol. úm. (g)	48,9	47,97	50,56	47,27	45,62	48,59	50,17	47,28	47,35	51	51,13	49,5	45,91	48,91	47,78
Cáp.+sol. seco (g)	47,91	47,05	49,4	45,74	44,1	47,01	47,83	45,42	45,22	48,11	48,41	47,24	42,64	45,61	44,38
w (%)	2,932	2,865	3,651	4,868	4,828	5,01	7,091	6,737	6,988	8,8	8,95	9,666	10,93	10,62	11,39
w média (%)	3,1			4,9			6,9			9,1			11,0		

Massa específica aparente seca (g/cm³)

Molde nº	1	2	3	4	5
Volume (cm ³)	2092,28	2096,53	2095,60	2090,74	2091,84
Molde tara (g)	4044	4232	4204	4211	4214
Molde+sol.úm. (g)	7835	8234	8335	8422	8489
M.esp.úm.(g/cm ³)	1,81	1,91	1,97	2,01	2,04
M.esp.sec.(g/cm ³)	1,757	1,820	1,843	1,845	1,841

Curva de compactação

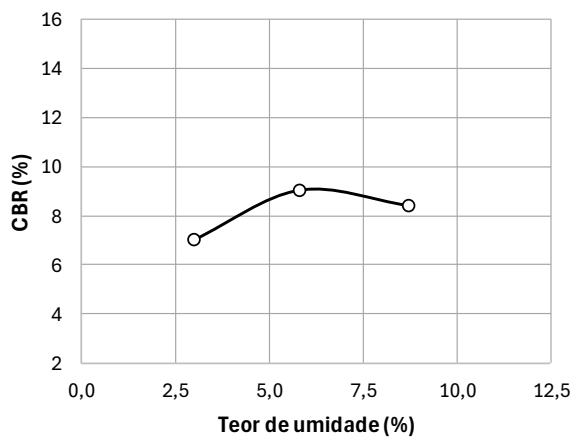
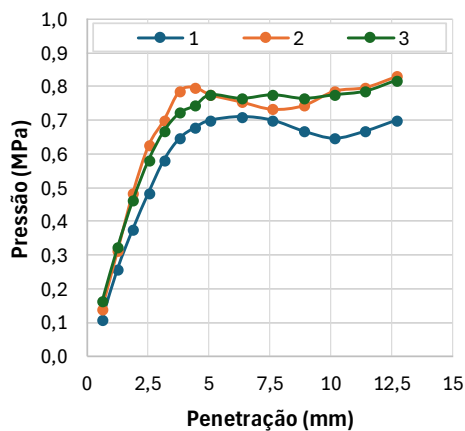


Ensaio de CBR no ponto 2

Material: Areia			
Estudo: Ensaio CBR			
Data coleta: 03/09/2024			
Localização: UFF Rio das Ostras			
Referência base: NBR 9895:2016			
PONTO 2			
Expansão (%)			
Molde nº	1	2	3
Leitura relógio dia 1	0	0	0
Leitura relógio dia 4	0	0	0
Altura C.P.	115	115	115
Expansão (%)	0	0	0

Expansão 0%

Penetração									
Molde	1			2			3		
Penetração (mm)	Leitura (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Leitura (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Leitura (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)
0,63	10	0,1		13	0,1		15	0,2	
1,27	24	0,3		29	0,3		30	0,3	
1,9	35	0,4		45	0,5		43	0,5	
2,54	45	0,5	7	58	0,6	9	54	0,6	8
3,17	54	0,6		65	0,7		62	0,7	
3,81	60	0,6		73	0,8		67	0,7	
4,44	63	0,7		74	0,8		69	0,7	
5,08	65	0,7	7	72	0,8	7	72	0,8	7
6,35	66	0,7		70	0,8		71	0,8	
7,62	65	0,7		68	0,7		72	0,8	
8,89	62	0,7		69	0,7		71	0,8	
10,16	60	0,6		73	0,8		72	0,8	
11,43	62	0,7		74	0,8		73	0,8	
12,7	65	0,7		77	0,8		76	0,8	
w (%)	3,0			5,8			8,7		



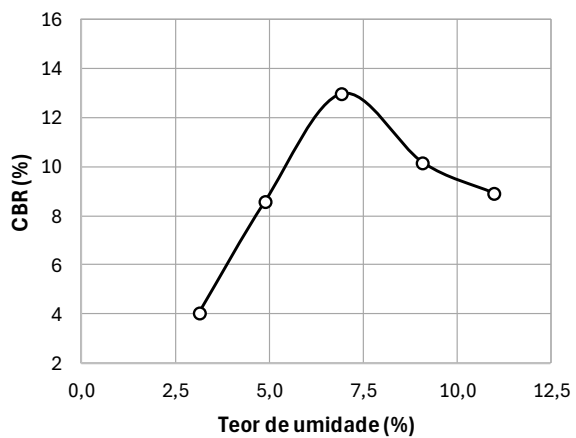
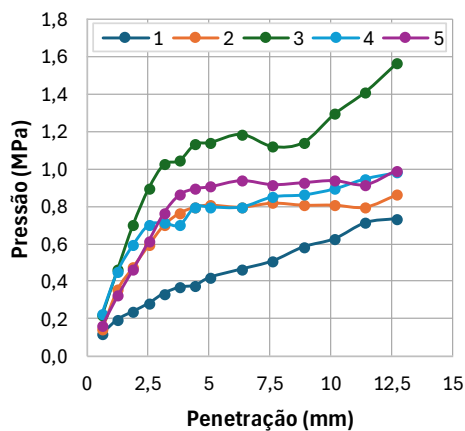
Ensaio de CBR no ponto 3

Material: Areia com aterro
 Estudo: Ensaio CBR
 Data coleta: 03/09/2024
 Localização: UFF Rio das Ostras
 Referência base: NBR 9895:2016

PONTO 3					
Expansão (%)					
Molde nº	1	2	3	4	5
Leitura relógio dia 1	0	0	0	0	0
Leitura relógio dia 4	0	0	0	0	0
Altura C.P. (mm)	115	115	115	115	115
Expansão (%)	0	0	0	0	0

Expansão 0%

Penetração															
Molde nº	1			2			3			4			5		
Penetração (mm)	Leitura (mm)	Pres-são (MPa)	ISC (%)	Leitu-ra (mm)	Pres-são (MPa)	ISC (%)	Leitu-ra (mm)	Pres-são (MPa)	ISC (%)	Leitu-ra (mm)	Pres-são (MPa)	ISC (%)	Leitu-ra (mm)	Pres-são (MPa)	ISC (%)
0,63	11	0,1		13	0,1		20	0,2		21	0,2		15	0,2	
1,27	18	0,2		33	0,4		43	0,5		42	0,5		30	0,3	
1,9	22	0,2		44	0,5		65	0,7		55	0,6		43	0,5	
2,54	26	0,3	4	55	0,6	9	83	0,9	13	65	0,7	10	57	0,6	9
3,17	31	0,3		65	0,7		95	1,0		66	0,7		71	0,8	
3,81	34	0,4		71	0,8		97	1,0		65	0,7		80	0,9	
4,44	35	0,4		74	0,8		105	1,1		74	0,8		83	0,9	
5,08	39	0,4	4	75	0,8	8	106	1,1	11	74	0,8	8	84	0,9	9
6,35	43	0,5		74	0,8		110	1,2		74	0,8		87	0,9	
7,62	47	0,5		76	0,8		104	1,1		79	0,9		85	0,9	
8,89	54	0,6		75	0,8		106	1,1		80	0,9		86	0,9	
10,16	58	0,6		75	0,8		120	1,3		83	0,9		87	0,9	
11,43	66	0,7		74	0,8		131	1,4		88	0,9		85	0,9	
12,7	68	0,7		80	0,9		145	1,6		91	1,0		92	1,0	
w (%)	3,1			4,9			6,9			9,1			11,0		




6 Conclusões

Os resultados dos ensaios de infiltração demonstraram-se coerentes com o solo encontrado e apresentaram estabilidade de leitura. Em relação aos ensaios de compactação, a compactação do material no ramo úmido foi desafiadora devido à falta de consistência do material arenoso. Apesar disso, foi possível definir o ponto ótimo com os valores de umidade ótima e massa específica aparente seca máxima. Quanto aos ensaios de CBR, a expansão do material arenoso submerso foi nula, conforme esperado para este tipo de material. A curva de CBR confirmou a tendência da curva de compactação.

Como o material coletado nos pontos 2 e 3 é uma areia praticamente pura, recomendo que o controle de compactação em campo seja realizado por meio de densidade relativa e não por grau de compactação. Para isso, são necessários ensaios de índice de vazios máximos e mínimos do solo dos pontos 2 e 3.

Este relatório consiste em um relatório parcial e posteriormente serão acrescentados os ensaios de massa específica aparente *in situ* quando compactação do subleito for realizada.

Niterói, 30 de setembro de 2024

Documento assinado digitalmente
 JULIANA PESSIN
Data: 30/09/2024 12:45:48-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^ª Juliana Pessin



De: Prof^a Juliana Pessin

Responsável pelo Laboratório de Mecânica dos Solos da UFF

Rua Passo da Pátria, 156, Bloco D, 1º andar, São Domingos, Niterói – RJ. CEP: 24210-240.

Para: Prof^a Renata Gonçalves Faísca

Superintendente de Arquitetura, Engenharia e Patrimônio da UFF

Conforme solicitado, venho apresentar a proposta de serviço para a execução de ensaios geotécnicos de laboratório (Compactação em Proctor Normal e CBR) e de campo (Massa Específica Aparente) com a finalidade principal de realizar o controle de compactação do solo de base do pavimento referente ao projeto de Urbanização da UFF de Rio das Ostras. Além disso, são solicitados ensaios de infiltração de campo para avaliação da capacidade de infiltração do solo. Nesta proposta não estão incluídos os gastos com o transporte da equipe executora da UFF de Niterói para a UFF de Rio das Ostras.

Ensaio/Serviço	Quant. (un)	Valor un. (R\$)	Valor tot. (R\$)
Compactação Proctor Normal (5 amostras por ensaio, 2 ensaios - NBR 7182)	10	130,00	1300,00
Ensaio CBR (5 amostras por ensaio, 2 ensaios - NBR 9895)	10	130,00	1300,00
Ensaio de massa específica aparente in situ (frasco de areia ou outro)	2	150,00	300,00
Ensaio de infiltração*	4	200,00	800,00
Brita para ensaio de infiltração**	-	-	-
Emissão de relatório com descrição e interpretação dos resultados	1	950,00	950,00
3 diárias para idas a Rio das Ostras, 2 pessoas (valor de alimentação do dia inteiro)	6	120,00	720,00
ART (para serviços até R\$15.000)***	1	99,64	99,64
Bolsa para 1 aluno apoiar a realização dos ensaios	1	700,00	700,00
		Total	6.169,64

*Há necessidade de água disponível no local para a realização deste ensaio.

** 30 kg de “brita 0” a serem disponibilizados pela SAEP.



*** Verificar se a professora em regime 40 DE pode assinar, e, em caso de impossibilidade, se um engenheiro da SAEP possa assinar.

Equipe executora:

A equipe executora dos ensaios será composta pela Prof^a Juliana Pessin, pelo técnico Adinelson Esteves dos Santos e pela discente em Engenharia Civil Sarah Ferreira Margon.

Quanto à quantidade necessária de viagens para Rio das Ostras:

- Um (1) dia para coleta das amostras de solo para a realização dos ensaios de compactação e CBR (cerca de 35 kg de solo). Nesta mesma ida iniciaremos os ensaios de infiltração, porém podemos precisar de mais um dia para finalizar esses ensaios, a depender das condições do solo em campo. Nessa primeira viagem, o carro disponibilizado pela SAEP deve ser capaz de transportar os 35 kg de solo e um enxadão, além da equipe executora.

- Um (1) dia para a realização dos ensaios de massa específica aparente em campo. Estes ensaios serão realizados para controle de compactação e só poderão ser realizados quando a camada do solo estiver sendo compactada.

Assim, serão necessárias de duas (2) a três (3) viagens, a depender das condições de campo.

Prazo para a execução da proposta:

- Após a coleta das amostras de solo em Rio das Ostras, serão necessários vinte (20) dias corridos para a realização dos ensaios de laboratório;

- Um relatório parcial com os ensaios de laboratório será emitido em sete (7) dias corridos após a finalização dos ensaios;

- O prazo para a realização dos ensaios em campo dependerá do agendamento das viagens da equipe junto à SAEP (um a dois dias para os ensaios de infiltração) e do andamento da obra (um dia para o ensaio de massa específica aparente);

- O relatório final com os ensaios de laboratório e de campo será emitido em sete (7) dias corridos após a finalização dos ensaios.

Ressalta-se a necessidade de recebimento das diárias de alimentação pela equipe no dia da viagem ou anteriormente.



Niterói, 28 de agosto de 2024.

Juliana

Assinado de forma digital por
Juliana Pessin:13554317780

Pessin:13554317780

Dados: 2024.08.28 21:16:53 -03'00'

Juliana Pessin