

COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE EM SOLOS: SECAGEM POR ESTUFA E UMIDÍMETRO SPEEDY

FERNANDA PIRES PINTO¹; ALINE BORGES AZEVEDO²; KLAUS MACHADO THEISEN³.

¹Universidade Federal de Pelotas– fernanda.pires@ufpel.edu.br

²Universidade Federal de Pelotas– alinebazvdo@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – theisenkm@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

O teor de umidade em solos é fator de crucial importância no ramo da Engenharia Civil, especialmente em Pavimentação, pois é determinante na quantidade de água necessária para a compactação do solo, assim como para a obtenção da capacidade de suporte estabelecida em projeto.

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo analisar comparativamente os teores de umidade obtidos de amostras de materiais pelo método de secagem em estufa, o qual - segundo EMBRAPA (1997) - é um ensaio de precisão que serve de referência para os outros métodos, e compará-lo com as umidades obtidas pelo método Speedy (o qual permite rápidas determinações do teor de umidade em massa, importante para compactação de solos em campo).

2. METODOLOGIA

A metodologia aplicada está de acordo com as normas rodoviárias DNER-ME 052/94 – “Solos e agregados miúdos – determinação da umidade com emprego do Speedy” e DNER-ME 213/94 – “Solos e agregados miúdos - Determinação da umidade com emprego da estufa”.

Os materiais utilizados nos ensaios foram: saprolítico rosado, saprolítico amarelo e solo vermelho laterítico; os quais possuíam propriedades granulométricas, segundo DUTRA (2016), conforme a tabela 1:

Tabela 1: Características granulométricas dos materiais utilizados.

Nº da peneira	Abertura Peneira (mm)	% Material passante em peso		
		Saprolítico Amarelo	Saprolítico Rosado	Vermelho Laterítico
#4	4,75	99,64	99,79	100,00
#10	2,00	83,15	87,96	95,44
#40	0,425	64,75	65,08	84,38
#200	0,075	49,84	45,38	71,36
Limite de Liquidez (%)		53,69	44,98	67,14
Limite de Plasticidade (%)		38,55	34,60	38,20

Primeiramente, foram pesadas três amostras de 40g de cada material. Cada amostra foi então submetida à adição de 2g de água, equivalendo a 5% de umidade.

Após a homogeneização de cada uma, as mesmas foram divididas em massas de 21g, totalizando seis amostras de cada material.

Os ensaios pelo método *Speedy* foram realizados segundo a norma DNER-ME 052/94, cumprindo os seguintes passos: i) uma amostra de material úmido foi colocada na câmara do aparelho *Speedy*, seguida de duas esferas de aço e após uma ampola de carbureto de cálcio, a qual deslizou pelas paredes da câmara, evitando a quebra; ii) o aparelho foi fechado e agitado até a ampola se romper, de modo ao carbureto de cálcio entrar em contato com a água oriunda da umidade dos solos, consumando o surgimento da pressão mostrada pelo manômetro; iii) quando a pressão manométrica se apresentou constante, pôde-se concluir que a água da amostra reagiu totalmente com o carbureto; iv) a percentagem de umidade em relação à amostra úmida foi definida com base na tabela de aferição do aparelho *Speedy*, a partir da pressão manométrica e do peso da amostra utilizada. Este procedimento foi realizado com três amostras de cada material.

Os ensaios de secagem em estufa foram realizados da seguinte maneira, utilizando as outras três amostras de cada material e cumprindo as regras da norma já citada: i) a amostra úmida foi colocada em um recipiente, o qual foi inserido na estufa elétrica à temperatura constante de 105 a 110°C; ii) após 24h, o recipiente foi retirado da estufa, foi tampado e, após esfriar, seu peso foi novamente medido, sendo adotado como a massa bruta seca. Após, foi pesado o recipiente no qual continha o material seco em estufa. O cálculo do teor de umidade foi realizado conforme a Equação 1:

$$h = \frac{m_{bu} - m_{bs}}{m_{bs} - m} \times 100\%$$

Equação 1: Cálculo da umidade pelo método da estufa

Na Equação 1, h é o teor de umidade (%); m_{bu} é a massa bruta úmida correspondente à massa do recipiente mais a amostra de material úmido (g); m_{bs} é a massa bruta seca correspondente à massa do recipiente mais a amostra de material seco (g); e m é a massa do recipiente (g).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tabelas 2 e 3 apresentam os resultados obtidos pelos ensaios definidos neste trabalho:

Tabela 2: Dados obtidos pelo método de secagem em estufa

Tipo de solo	Amostra	Cápsula+material úmido (g)	Cápsula+material seco (g)	Umidade (%)	Umidade média (%)	Coeficiente de variação da umidade (%)
Saprolítico rosado	1	44,55	43,15	7,16	7,19	3,01
	2	47,51	46,14	6,99		
	3	46,31	44,86	7,42		
Saprolítico amarelo	1	47,84	46,18	8,32	7,43	10,71
	2	42,44	41,10	6,78		
	3	40,85	39,43	7,20		
Solo vermelho	1	40,85	38,97	9,84	9,78	0,61
	2	45,77	43,89	9,78		
	3	40,56	38,70	9,72		

Tabela 3: Dados obtidos pelos ensaios com Umidímetro Speedy

Tipo de solo	Amostra	Leitura da pressão (kgf/cm ²)	Umidade da tabela do Speedy	Umidade Média (%)	Coeficiente de variação da umidade (%)
Saprolítico rosado	1	1,15	6,41	6,30	2,89
	2	1,15	6,41		
	3	1,10	6,09		
Saprolítico amarelo	1	1,25	6,93	6,48	6,55
	2	1,15	6,41		
	3	1,10	6,09		
Solo vermelho	1	1,55	8,82	7,91	19,93
	2	1,55	8,82		
	3	1,10	6,09		

Levando-se em conta os dados apresentados nas Tabelas 2 e 3, é possível verificar a influência do índice de plasticidade (diferença entre o limite de liquidez e o limite de plasticidade) no valor das umidades médias e dos coeficientes de variação em ambos os ensaios. A análise realizada demonstra que quanto maior este índice, maior é a umidade média do material. Em contrapartida, quanto maior o índice de plasticidade, menor o coeficiente de variação das umidades; exceto no ensaio com Umidímetro Speedy com solo vermelho laterítico, onde houve má vedação do recipiente de ensaio na última amostra.

A seguir são apresentadas as Figuras 1 e 2, os quais relacionam os dois métodos de determinação de umidade, utilizando os valores reais e os médios de cada um, respectivamente:

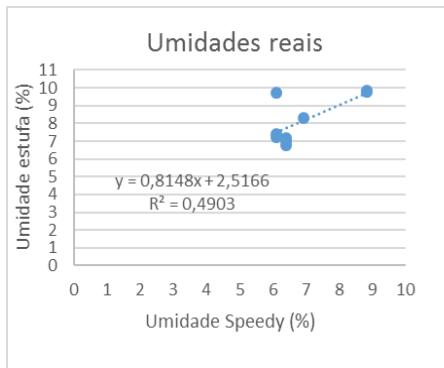


Figura 1

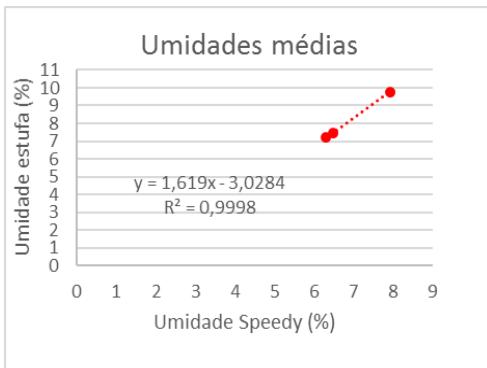


Figura 2

Observando-se as Figuras 2 e 3, nota-se dados mais próximos à linha de tendência na Figura 2, caracterizando resultados mais satisfatórios. Os valores de umidades podem ter se apresentado maiores nos ensaios com o método em estufa - em relação ao Speedy - devido à sua maior precisão.

4. CONCLUSÕES

Analizando-se resultados obtidos, conclui-se que o método Speedy é mais vantajoso na obtenção da umidade se levado em conta o critério rapidez. Porém, pode apresentar erros devido à má vedação da garrafa ou mistura ineficaz do carbureto de cálcio com a água da amostra, obtendo umidades distintas à realidade. Notou-se também a influência do tipo de solo, no qual características como granulometria, limite de liquidez, limite de plasticidade, índice de plasticidade

apresentaram influência nos resultados. Dessa maneira, é possível verificar que os dados obtidos são mais satisfatórios e menos sujeitos a erros pelo método de secagem em estufa, em contrapartida, são mais demorados.

Como trabalhos futuros, sugere-se executar a presente pesquisa com maiores teores de umidade, bem como diversos tipos de solo, de modo a buscar mais evidências a respeito das conclusões obtidas no presente trabalho.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAGA, G. V. B. P.; FERREIRA, P. M. M.; R. O., Guimarães; RIBEIRO, M. J. S.; Santos, T. L.; VIANA, P. M. F. Comparação de métodos de determinação do teor de umidade. In: **SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**, 7., 2009, Anápolis – GO, 2009. Comparação de métodos de determinação do teor de umidade, 2009. 8 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNER-ME 052/94 – “Solos e agregados miúdos – determinação da umidade com emprego do Speedy”**. Brasília, 1994. 4 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNER-ME 213/94 – “Solos e agregados miúdos - Determinação da umidade com emprego da estufa”**. Brasília, 1994. 4 p.

DUTRA, OTÁVIO LOURENÇO. **Caracterização comparativa de solos de São Lourenço do Sul/RS empregando as metodologias MCT expedita e Universal de Casagrande**. 2016. 91 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Curso de Engenharia Civil, Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997.

FONSECA, S. O.; ARAÚJO, G. L.; FARIA, B. H. G.; LIPARIZI JUNIOR, A.; COSTA, J.; REIS, E. F. **Avaliação do método do forno elétrico para a determinação de umidade do solo em relação ao método padrão de estufa**. In: **ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**, 8., São José dos Campos - SP, 2009. Avaliação do método do forno elétrico para a determinação de umidade do solo em relação ao método padrão de estufa, 2009. 4 p.

PREFEITURA DO RECIFE. **Métodos de ensaios para pavimentação - Determinação da umidade pelo método expedito (“Speedy”)**. Prefeitura do Recife, 2003. Acessado em 04 jul. 2016. Online. Disponível em: http://www.recife.pe.gov.br/emlurb/cadernoencargos/pavimentacao_Determinacaodaumidadepelometodoexpedito.pdf