

**COMPARAÇÃO ENTRE O MÉTODO
DAS PESAGENS E O MÉTODO
GRAVIMÉTRICO NA DETERMINAÇÃO
DO CONTEÚDO DE UMIDADE ATUAL
DOS SOLOS NO ESTADO DO AMAZONAS**



**EMBRAPA
UEPAE-Manaus**

DIFUSÃO DE TECNOLOGIA

COMPARAÇÃO ENTRE O MÉTODO DAS PESAGENS E O MÉTODO
GRAVIMÉTRICO NA DETERMINAÇÃO DO CONTEÚDO DE
UMIDADE ATUAL DOS SOLOS NO
ESTADO DO AMAZONAS

José Carlos Corrêa - Eng^o
Agr^o, M.Sc., em Fertilida
de do Solo - Pesquisador da
EMBRAPA - UEPAE de Manaus

Adroaldo Guimarães Rossetti -
Matemático, M.Sc. em Esta
tística - Pesquisador da
EMBRAPA - CNPSD



EMBRAPA

UEPAE de Manaus

Exemplares desta publicação podem ser
solicitadas à

Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual

UEPAE de Manaus

Rua Maceió, 460 - Ministério da Agricultura

Caixa Postal, 455

69.000 - Manaus - AM

Tiragem: 1500 exemplares

Corrêa, José Carlos

Comparação entre o método das pesagens e o método gravimétrico na determinação do conteúdo de umidade atual dos solos no Estado do Amazonas, por José Carlos Corrêa e Adroaldo Guimarães Rossetti: Manaus, EMBRAPA - UEPAE de Manaus, 1984.

21 p. (EMBRAPA-UEPAE de Manaus. Boletim de Pesquisa, 3).

1. Solos - Umidade - Determinação - Métodos - Brasil - Amazonas. I. Rossetti, Adroaldo Guimarães, colab. II. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual, Manaus, AM. III. Título. IV. Série.

CDD: 631.432098114

© EMBRAPA 1984

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	05
ABSTRACT	07
INTRODUÇÃO	09
MATERIAL E MÉTODOS	12
Determinação da umidade do solo pelo método das pesagens	13
Obtenção do valor M'	15
Cálculos para determinação da umidade atual do solo.	16
Determinações da umidade do solo pelo método gra- vimétrico	16
Análise estatística	17
RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
CONCLUSÕES	21
REFERÊNCIAS	22

COMPARAÇÃO ENTRE O MÉTODO DAS PESAGENS E O MÉTODO
GRAVIMÉTRICO NA DETERMINAÇÃO DO CONTEÚDO DE
UMIDADE ATUAL DOS SOLOS NO
ESTADO DO AMAZONAS

RESUMO. O presente trabalho foi conduzido com o ob
jetivo de comparar o Método das Pesagens com o Método
Gravimétrico Padrão, utilizados para determinar a umida
de de solos. Embora o segundo método seja considerado
bastante eficiente, exige instrumentos sofisticados ,
mais tempo e muito trabalho, enquanto o primeiro exige
instrumentos mais simples, menos tempo, fornecendo, con
sequentemente, resultados a prazos imediatos. Para de
terminar a umidade foram tiradas dez amostras e feitas
três dimensões, na profundidade de zero a vinte centíme
tros, em quatro tipos de solos. Os dados foram compara
dos através do coeficiente de correlação (r), encontran
do-se $r = 0,9607$ para o Podzólico Vermelho Amarelo sob
capoeira, $r = 0,8988$ para o Podzólico Vermelho Amarelo,
sob mata sem uso, $r = 0,8967$ para o Latossolo Amarelo
sob mata sem uso e $r = 0,9503$ para o Latossolo Amarelo,
sob mata com uso, todos positivos e significativos, in
dicando equivalência entre os dois métodos, para esses
solos. As equações de regressão estimadas para cada so
lo, revelaram valores significativos de \hat{b}_0 e \hat{b}_1 . Nessas
condições recomenda-se o Método das Pesagens, por ser
mais simples e rápido.

**COMPARISON BETWEEN THE WEIGHING METHOD AND THE GRAVIMETRIC
METHOD TO DETERMINE THE SOIL MOISTNESS CONTENT
IN SOIL OF THE AMAZON STATE - BRAZIL**

ABSTRACT

The present study was carried out to compare the Weighing Method with the Gravimetric Standard Method utilized to determine the soil moisture content. Though the second method has been considered satisfactory, it is labourious, time consuming and demands sophisticated instruments, whereas the first method demands simple instruments, shorter procedure and consequently immediate results. To determine the soil moisture content ten measurements were made in three determinations from zero to twenty centimeters in four soil types. The data were analyzed through the correlation coefficient which was found to be $r=0,9607$ to the Red Yellow Podzolic soil previously under a slashed and burned secondary forest growth; $r=0,8988$ for the Red Yellow Podzolic soil under disturbed primary forest; $r=0,8967$ for the Yellow Latossol under undisturbed forest and $r=0,9503$ to the Yellow Latossol under a previously slashed burned primary forest, all these values being positive and significant. A strait correlation therefore exists between, both methods and the significant \hat{b}_0 and \hat{b}_1 , values for regressions equations recomend the Weight Method since it is simpler and quiker.

INTRODUÇÃO

A determinação do conteúdo de umidade nos solos é de fundamental importância nos trabalhos de irrigação, na fixação da época de cultivo para culturas não irrigadas e na fixação do período em que os solos apresentam melhores condições físicas (friabilidade) para os trabalhos mecanizados.

Na literatura são encontrados inúmeros trabalhos preconizando novos métodos ou modificando outros, para determinar a umidade atual dos solos. Os métodos usados para determinar a umidade de solos são: Elétrico, Dispersão de nêutrons, Speed, Gravimétrico, Pesagens.

O método Elétrico desenvolvido por Bouyoucus & Mick (1940), determina a umidade do solo através da resistência elétrica. O principal inconveniente deste método é que os blocos ficam afetados pela compactação e textura do solo. Com o tempo os blocos se deterioram. Quando se deseja um alto grau de precisão, os blocos devem ser calibrados com amostras de solo retiradas do local que se deseja estudar. O seu uso a baixo teor de umidade tem se mostrado mais eficiente.

O método de Dispersão de nêutrons utiliza um instrumento que é constituído de uma sonda e um aparelho para medir fluxo de nêutrons lentos. Este método apresenta a vantagem de possibilitar a repetição periódica das medi-

ções no mesmo local e a uma mesma profundidade. Entretanto, apresenta desvantagem pelo alto custo do aparelho e por requerer, por parte do operador, cuidados especiais devido às radiações serem muito perigosas.

O método Speed baseia-se na reação do carbureto de cálcio que na presença da umidade do solo, resulta em uma pressão que é medida no monômetro que registra diretamente a quantidade de água (umidade). Uma das desvantagens é que o carbureto de cálcio deve ser puro e isso às vezes não ocorre por ser higroscópico. Para solos argilosos sua precisão é pequena em face da dificuldade para destorroar os agregados.

O método Gravimétrico é o mais antigo, mais preciso, sendo considerado o método padrão universal. Apresenta a desvantagem de ser muito trabalhoso, exigindo tempo (18-24 horas), para se obterem os resultados.

O método das pesagens foi proposto por Papadakis (1941) para determinações rápidas da umidade do solo no campo. Klar *et al* (1966) compararam este método com o método gravimétrico e encontraram íntima correlação ($r=0,99$) para solos de textura diferentes. Este método exige instrumentos simples e é de grande rapidez; apenas com duas pesagens consecutivas, se consegue determinar a umidade do solo, apresentando, portanto, vantagem em relação ao método gravimétrico.

No Estado do Amazonas, grandes projetos agrícola envolvendo áreas consideráveis, acham-se em fase de execução. Entretanto, devido a escassez de mão-de-obra rural, a mecanização agrícola vem sendo utilizada, às vezes, de maneira indiscriminada, como uma alternativa para suprir essa necessidade. Áreas são desmatadas e preparadas para o plantio através do uso de máquinas agrícolas pesadas não se levando em consideração certas propriedades físicas do solo.

Levantamentos pedológicos realizados por Falesi (1967), Falesi *et al.* (1969) e Rodrigues *et al.* (1972) revelaram a predominância de Latossolos Amarelos de textura argilosa e muito argilosa e em menor escala solos Podzólico Vermelho Amarelo de texturas argilosas e média. Estes solos, devido a alta percentagem de argila, quando trabalhados muito úmidos, formam lama que posteriormente endurece e, quando seca, formam grandes blocos ou torrões que não se desfazem posteriormente em uma massa granular.

Os "limites de consistência dos solos do tipo Latossolo Amarelo e Podzólico Vermelho Amarelo de textura argilosas", foram obtidos por Corrêa (1982) na Unidade Experimental da UEPAE de Manaus. A finalidade foi de estabelecer a faixa de umidade ideal em que estes solos apresentam melhores condições físicas para o seu preparo com máquinas agrícolas. Esse limite variou de 30% a 42%

de umidade, respectivamente, para o Podzólico e o Latos solo. Estes solos, portanto, só deverão ser trabalhados com níveis de umidade um pouco abaixo destes limites.

As faixas de umidade foram encontradas, surgindo, en tretanto, o problema de como determiná-las, uma vez que não há disponibilidade de aparelhos entre nossos agriculto res para as determinações da umidade do solo. Estas determinações deverão ser rápidas e precisas devido a frequência de chuvas.

Este trabalho tem o objetivo de estabelecer uma com paração entre o método gravimétrico (preciso e mais demo rado) e o método das pesagens (simples e rápido) nas con dições dos solos da Amazônia.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado utilizando-se os seguintes solos, na profundidade de 0 a 20cm;

- a) Podzólico Vermelho-Amarelo, textura média, sob condição de capoeira desmatada e queimada, cujas amostras foram coletadas na área experimental da EMBRAPA, localizada no município de Tefé;
- b) Latossolo Amarelo, textura argilosa, sob condi ções de mata sem uso - Manaus, Km 30 AM-010;

- c) Latossolo Amarelo, textura argilosa, sob condição de mata com uso (desmatada mecanicamente, arada e gradeada na profundidade de 20cm) - Manaus, km 30,5 AM-010;
- d) Podzólico Vermelho-Amarelo, textura argilosa, sob condição de mata sem uso, localizado na área experimental da EMBRAPA/UEPAE de Manaus, nos quilômetros 30 e 31 da rodovia AM-010, respectivamente.

De cada solo se tiraram dez amostras, e se fizeram três determinações em cada uma pelos dois métodos.

Determinação da umidade do solo pelo método das pesagens

Os fundamentos do método das pesagens, apresentados neste trabalho, são semelhantes aos indicados por Klar *et al.* (1966). Entretanto, o balão especial utilizado por este autor, foi substituído por um balão volumétrico com capacidade para 500 ml. (Figura 1).

Além disso, a umidade atual do solo foi determinada sob condições de campo.

- a) Para obtenção deste valor passar as amostras do solo, previamente secas ao ar, em peneiras de 2mm de diâmetro de malha e em seguida em estufa à temperatura de 105°C;
- b) Num balão de vidro com capacidade de 500ml, colocar 250ml de água destilada a 100 gramas da amo

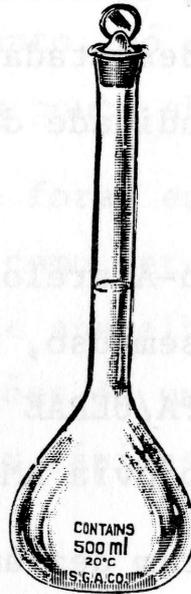


FIGURA 1. Balão volumétrico com capacidade aproximada de 500 ml.

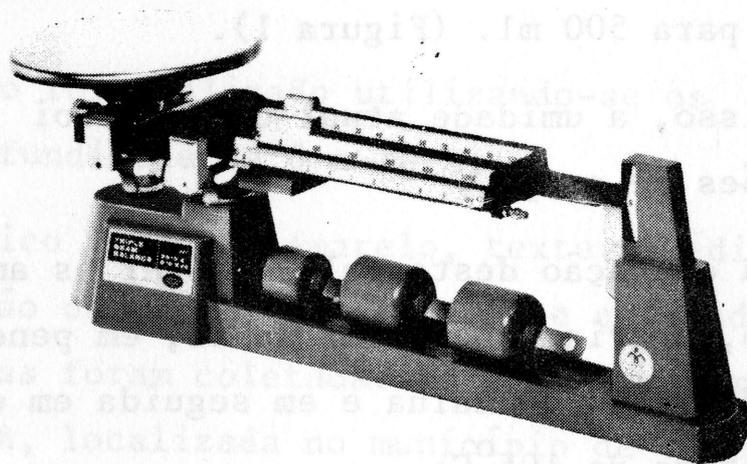


FIGURA 2. Balança com capacidade para 2.000g e precisão de 0,01g

tra seca na estufa.

- c) Agitar durante dois minutos (para eliminação do ar retido na amostra), completar o volume até o traço de aferição do balão e pesar o conjunto numa balança com capacidade para 0,2 kg e precisão de 0,01g (Figura 2). Este peso é o valor padrão (M) obtido através da média de 04 (quatro) determinações;
- d) Usar uma parte da amostra (terra fina seca em estufa) para determinar a densidade das partículas (dr) pelo método do balão volumétrico e álcool etílico (Oliveira 1963).

Para cada tipo de solo deverá ser determinado o valor padrão.

Obtenção do valor M'

- a) No mesmo balão em que foi determinado o valor padrão (M) adicionar aproximadamente 250ml de água e colocar 100 gramas de solo natural, coletado no campo, cuja umidade se deseja conhecer;
- b) Agitar durante dois minutos para eliminar o ar retido na amostra e completar o volume com água até o traço de aferição e
- c) Pesar o conjunto. Este peso, em média de 04 (quatro) determinações é o valor M'.

Para solos com alto teor de matéria orgânica, completar o volume do balão até que o nível da água coincida com o nível de aferição do balão.

Cálculos para determinação da umidade atual do solo

- a) Percentagem de umidade em relação ao solo úmido (%U)

$$\%U = (M - M') \frac{dr}{(dr-1)}$$

dr = densidade real

- b) Percentagem de umidade em relação ao solo na estufa (a%)

$$a\% = \frac{100 \times \%U}{100 - \%U}$$

Determinações da Umidade do Solo pelo Método Gravimétrico

As amostras de solo pesadas e secadas na estufa, à temperatura 105°C - 110°C, durante 24 horas ou até obter peso constante.

A umidade é calculada pela diferença de peso sendo expressa com base no peso do solo seco.

$$\% \text{ Umidade (U)} = \frac{P_u - P_s}{P_s} \times 100$$

P_u = peso do solo úmido

P_s = peso do solo seco

Análise Estatística

Os métodos foram comparados estatisticamente, utilizando-se dois procedimentos: coeficiente de correlação (ρ), cuja estimativa (r) próxima da unidade indica perfeita equivalência entre eles; e equação de regressão:

$$Y = b_0 + b_1 X,$$

cujas estimativas de coeficientes linear (\hat{b}_0) e de regressão (\hat{b}_1), testados separadamente pelo teste t de "Student" e estatisticamente significativos, dão informações semelhantes às dadas por r , Pimentel Gomes (1977).

As estimativas do coeficiente de correlação, para cada solo, foram calculadas pela fórmula:

$$r = \frac{\sum_i \sum_j x_i y_j - [(\sum_i x_i) (\sum_j y_j) / N]}{[(\sum_i x_i^2 - (\sum_i x_i)^2 / N) (\sum_j y_j^2 - (\sum_j y_j)^2 / N)]^{1/2}}$$

Através de análise de regressão foram estimadas as respectivas equações e os correspondentes valores de \hat{b}_0 e \hat{b}_1 (Tabela 2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados da Tabela 1 representam a umidade média das três determinações, expressas em percentagem de solo seco, coletados na profundidade de 0 a 20cm.

Os coeficientes de correlação com 8 graus de liberdade

TABELA 1 - Unidade de solos estudados (%), pelos métodos das Pesagens e Gravimétrico

	Podzólico Vermelho Amarelo	Latossolo Amarelo Textura Ar	Latossolo Amarelo Textura Ar	Podzólico Vermelho Amarelo
	Textura Média, sob condição de capoeira -	gilosa, sob condição de Mata sem uso, Manaus, km 30 AM-010	gilosa, sob condição de mata com uso, Manaus, km 30 AM-010	Textura argilosa, sob condição de mata sem uso, Manaus, km 31 AM-010
Método das Pesagens	Método Gravimétrico	Método das Pesagens	Método das Pesagens	Método das Pesagens
		Método Gravimétrico	Método Gravimétrico	Método Gravimétrico
34,01	33,09	38,12	39,35	27,92
34,28	33,51	38,35	39,35	28,43
34,55	33,79	38,98	39,59	28,92
34,66	33,91	39,31	39,76	28,92
34,97	34,17	39,64	40,19	29,10
34,98	34,32	39,64	40,30	29,27
35,49	35,23	39,95	40,73	29,31
35,80	36,28	40,29	40,75	30,24
36,01	36,99	40,29	40,94	30,77
37,05	37,15	40,39	42,00	30,79
				30,01
				30,29
				30,63
				30,74
				30,79
				30,79
				30,87
				31,06
				31,32
				32,36

de foram de 0,9607 para o Podzólico Vermelho Amarelo de textura média sob condição de capoeira, localizado no Município de Tefé e 0,9503 para o Latossolo Amarelo, textura argilosa sob condição de mata com uso agrícola, localizado em Manaus. Tais coeficientes são, como se vê, altos e significativos ao nível de 0,01 de probabilidade, indicando a equivalência entre os dois métodos.

Entretanto, os coeficientes de correlação estimados com o mesmo número de graus de liberdade para o Podzólico Vermelho Amarelo de textura argilosa sob mata sem uso agrícola (0,8988) e Latossolo Amarelo de textura argilosa sob mata sem uso agrícola (0,8967), ambos localizados em Manaus, foram mais baixos, mas igualmente significativos ao nível de 0,01 de probabilidade. Estes resultados concordam com os encontrados por Klar *et al.* (1966).

Provavelmente os menores valores de r para os solos sem uso agrícola, em relação aos com uso, foram devido ao teor de matéria orgânica. Normalmente nos solos sem uso agrícola o teor de matéria orgânica é maior, o que dificulta sensivelmente as leituras no balão (Método das pesagens).

As estimativas do coeficiente de regressão, foram todas significativas ao nível de 0,01 de probabilidade (Tabela 2), o que confirma a concordância dos Métodos.

Na mesma tabela encontram-se as estimativas dos coe

TABELA 2 - Análise de regressão e coeficientes de correlação dos solos estudados, pelos métodos das Pesagens e método Gravimétrico.

Solos	Coefficiente de correlação "r"	Equação de regressão	Coefficiente linear "b ₀ "	Coefficiente de regressão "b ₁ "
Podzólico Vermelho-Amarelo, Textura média sob condição de capoeira - Te_fé (AM)	0,9607**	Y= -19,58 + 1,547x	-19,58*	1,547**
Latossolo Amarelo Textura Argilosa, sob condição de Mata sem uso - Manaus, km 30 AM-010	0,8967**	Y= 3,45 + 0,933x	3,45	0,933**
Latossolo Amarelo Textura Argilosa sob condição de Mata com uso - Manaus, km 30,5 AM-010	0,9503**	Y= 17,09 + 0,481x	17,09**	0,481**
Podzólico Vermelho-Amarelo, Textura Argilosa sob condição de Mata sem uso - Manaus, km 31 AM-010	0,8988**	Y= 13,36 + 0,597x	13,36**	0,597**

** P < 0,01

* P < 0,05

ficientes lineares das equações de regressão (\bar{b}_0), das quais, a referente ao Latossolo Amarelo textura argilosa sob condição de mata sem uso Manaus (3,45) não foi significativa ao nível de 0,05 de probabilidade. O Podzólico Vermelho Amarelo textura média sob condição de capoeira-Tefê, cuja estimativa do coeficiente linear - 19,58, foi significativa ao nível de 0,05 de probabilidade. As demais, apresentaram diferenças significativas ao nível de 0,01 de probabilidade.

CONCLUSÕES

Baseado nos resultados obtidos, conclui-se que o método das pesagens poderá ser utilizado nas determinações do teor de umidade dos tipos de solos estudados, em substituição ao método gravimétrico padrão, facilitando, consequentemente, ao fornecimento de informações rápidas e confiáveis para os trabalhos de mecanização agrícola.

REFERÊNCIAS

BOUYOUCOS, G.J. & MICK, A.H. An **Electrical resistance method for the continuous measurement of soil moisture under field conditions**. Michigan, Agricultural Experiment Station, 1940. p. (Technical bulletin, 172).

CORRÊA, J.C. Limites de consistência de solos da Amazônia Central e sua importância agrícola. **Pesq. Agropec. Bras.** Brasília, 17 (6): 917-21, jun., 1982.

FALESI, I.C. O estado atual dos conhecimentos sobre os solos da Amazônia brasileira, In: SIMPÓSIO SOBRE BIOTA AMAZÔNICA, Rio de Janeiro, 1967. **Ata.** Rio de Janeiro, CNPq, 1967. v.1, p. 151-68.

FALESI, I.C.; CRUZ, E. de S. & PEREIRA, P.B. Os solos da área Manaus-Itacoatiara. Manaus, SEPROR/IPEAN, 1969, 116 p. (SEPROR-AM. Estudos e ensaios, 1).

KLAR, A.E.; VILA NOVA, N.A.; MARCOS, Z.Z. & CERVELLINE, A. Determinação de umidades do solo pelo método das pesagens. **An. Esc. Sup. Agric. Luiz de Queiroz**, Piracicaba, 23: 16-30, 1966.

OLIVEIRA, L.B. de. **Estudo físico hídrico do solo, caracte**

terização completa sob o ponto de vista físico de uma área experimental de série Recife, localizada na Estação Experimental do Curado. Recife, IPEANE, 1963 p. (IPEANE. Boletim Técnico, 19).

PAPADAKIS, J.S. A rapid method for determining soils moisture. **Soil Sci.**, 51: 279-81, 1941.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 7. ed. Piracicaba, Nobel, 1977. 430 p.

RODRIGUES, T.E.; SOUZA DOS, R.; MORIKAWA, I.K.; FALESI, I.C. & SILVA, B.N.R. da. **Levantamento detalhado dos solos do IPEAOc**. Manaus, IPEAOc, 1972. 63 p. (IPEAOc. Boletim Técnico, 3).