

## ***Estimativa da umidade na capacidade de campo em vasos e em laboratório***

### ***Estimate of moisture in the field of capacity in pots and through the collection of soil undisturbed***

*Célia S. dos Santos<sup>1</sup>, Patrícia Ferreira da Silva<sup>2</sup>, Jania Claudia Camilo dos Santos<sup>3\*</sup>, Carlos Humberto da Silva<sup>4</sup>, Allan Cunha Barros<sup>5</sup>.*

**Resumo** - Objetivou-se, com este trabalho, determinar a umidade na capacidade de campo em vasos (CCV) e da coleta indeformada do solo caracterizado por Neossolo amarelo-vermelho distrófico avaliando a capacidade de retenção da água da região agreste –AL. O trabalho foi desenvolvido na unidade experimental dos solos na Universidade Federal de Alagoas/Campus Arapiraca. A determinação da capacidade de campo em vasos consistiu na utilização de 9 vasos, em duas profundidades, 0-10 e 10-20 cm, no período de 0; 24 e 48 horas. Para a coleta com anel volumétrico foram utilizados 6 coletores PVC, na profundidade de 0-15 e 15-30 cm, onde foram determinados massa úmida (MU), massa seca (MS), umidade gravimétrica (UG) e volumétrica (UV) e densidade do solo (DS). Os resultados indicam que houve um decréscimo significativo com relação à profundidade em função do tempo de coleta. Conclui-se que o teor de água apresentado para a obtenção de massa úmida e massa seca é bastante representativo diante do decréscimo obtido na saturação. O modelo polinomial da equação de segundo grau foi ajustado com sucesso aos dados experimentais. A densidade do solo (DS) apresenta um efeito bastante significativo diante das demais variáveis analisadas.

**Palavras-chave:** Infiltração de água, curva de retenção de água no solo, textura do solo

**Abstract** - The objective of this work was to determine the moisture content at field capacity in vessels (CCV) and collecting undisturbed soil characterized by yellow-red loam Typic assessing the capacity of water retention of wild-AL region. The study was conducted in the experimental unit of land at the Federal University of Alagoas / Campus Arapiraca. The determination of the field capacity vessels consisted in the use of pots 9, in two layers, 0-10 and 10-20 cm in the period 0; 24 and 48 hours. To collect the volumetric ring with six collectors were used PVC, the 0-15 and 15-30 cm, where wet weight were determined (MU), dry matter (MS), gravimetric moisture (UG) and volume (UV) and bulk density (DS). The results indicate that there was a significant decrease with respect to depth due to the sampling time. It is concluded that the water content introduced to obtain wet weight and dry weight is very representative obtained before the drop in saturation. The polynomial model of the quadratic equation was fitted well to the experimental data. Soil bulk density (DS) has a very significant effect on the remaining variables.

**Keywords:** Infiltration of water; retention curve ground water, soil texture.

---

\*autor para correspondência

Recebido para publicação em 28/12/2012; aprovado em 30/06/2013

<sup>1</sup>Mestranda pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, área de concentração Manejo de água e solo. E-mail: celia\_agron@hotmail.com

<sup>13</sup>Mestranda pela Universidade Federal de Campina Grande, área de concentração Irrigação e Drenagem. Email: patrycyafs@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Mestranda pela Universidade Federal de Campina Grande, área de concentração Irrigação e Drenagem. Email:

<sup>4</sup>Graduanda pela Universidade Federal de Alagoas-Campus de Arapiraca. Email:

## INTRODUÇÃO

O solo é a camada superficial constituída de partículas minerais e orgânicas, distribuídas em horizontes de profundidade variável, resultante da ação conjunta de agentes intempéricos sobre as rochas (EMBRAPA, 2006). A disponibilidade de água no solo é variável de acordo com as condições climáticas, tipo de solo e manejo. Sendo a umidade do solo é um dos principais fatores responsáveis pelas flutuações na produção das culturas (RITCHIE, 1981).

Capacidade de campo é o termo utilizado para descrever a quantidade máxima de água retida no solo, oriunda de chuvas ou irrigação, a qual a perda de água por drenagem natural é muito lenta e pequena, a ponto de não interferir na estrutura física do solo. Segundo os autores Veihmeyer e Hendrickson (1931), os mesmos definem capacidade de campo como sendo a quantidade máxima de água retida em um solo, após o excesso ter sido drenado.

Para Hillel (1980), o conceito de capacidade de campo estar intimamente ligado ao teor de água remanescente da área de drenagem, após o escoamento ter atingido um valor desprezível, ou seja, valor zero. Até o momento não existe um conceito único que defina capacidade de campo, no entanto, sabe-se que essa conceituação expressa o limite superior da quantidade de água disponível aos vegetais.

Apesar das dificuldades desse conceito, a capacidade de campo é um fator indiscutível e necessário para definição da capacidade de armazenamento de água pelo solo (ANDRADE et al. 1998). A umidade do solo é uma variável de suma importância no estudo e modelagem nos diferentes processos hidrológicos, ambientais e agronômicos (TSEGAYE et al., 2004).

Atualmente existem várias formas e métodos para a determinação do teor de umidade presente no solo. Esses métodos podem ser realizados tanto em campo ou laboratório. A determinação da capacidade de campo em "in situ" é um método bastante utilizado e recomendado por diversos autores, no entanto, é uma técnica cara, trabalhosa e demorada. De acordo com Fabiam e Otoni Filho (2000) e Reichardt (1988), os mesmos relatam que a capacidade de campo é diretamente influenciada pela textura e estrutura do solo, além da sequência dos horizontes e teor de matéria orgânica presente no solo. Da mesma forma, Poulouvassilis (1983) e Boedt e Verheye (1985), em concordância com os referentes autores também afirmam que o valor da capacidade de campo é influenciado pela sequência dos horizontes, teor inicial de água e propriedades hidráulicas do solo.

No cultivo de plantas em ambientes protegidos é comum a prática de determinação da capacidade de campo em vaso. Essa técnica permite um maior controle no decorrer do experimento, além de facilita a coleta dos dados. No entanto, sabe-se que o formato e a capacidade do recipiente interferem no valor real da capacidade de campo, nem sempre os modelos ajustados para a condição

de campo representam com precisão a variação da umidade do solo armazenada em vasos.

Desta forma o objetivo do presente trabalho foi determinar a umidade na capacidade de campo em vasos e na coleta indeformada do solo caracterizado por Neossolo amarelo-vermelho distrófico avaliando a capacidade de retenção da água da região agreste –AL.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Universidade Federal de Alagoas/UFAL, Campus Arapiraca, com as seguintes coordenadas geográficas (9° 45' 09" Sul, 36° 39' 40" W, 264 metros). Esta região é caracterizada pela transição da Zona da Mata e o Sertão Alagoano, cujo clima é classificado como tipo 'As' tropical, pelo critério de Köppen (1948). O trabalho foi desenvolvido no período de dezembro do ano de 2009 e novembro de 2010, estação seca de verão, na área experimental do Campus Arapiraca, caracterizado pelo plantio de leguminosas, cujo solo é classificado como Neossolo amarelo-vermelho distrófico (EMBRAPA, 2006).

O ensaio foi realizado em nove vasos plásticos de 20 L de volume com 29 cm de altura, em duas profundidades, 0-10 cm e 10-20 cm durante 3 dias consecutivos para determinação da capacidade de campo em vasos.

Os vasos utilizados foram perfurados na parte inferior central, foram utilizadas britas na proporção de 10 cm de altura para cada vaso, simulando o escoamento da passagem de água no solo. O solo coletado foi devidamente peneirado antes do preenchimento em malha de 5 mm, para retirada de possíveis destroços. Em seguida, foi saturado durante o período de 24 horas, para completa saturação, sendo cobertos com tampa para evitar a evaporação, e colocados para drenar em campo, foram medidas suas massas nos tempos 0, 24 e 48 horas nas camadas de 0-10 e 10-20 cm, obtendo-se o teor de água no solo em cada tempo, devidamente acondicionadas em cápsulas de alumínio, pesadas e colocadas em estufa durante o período de 24 horas a 105 °C para aferição da massa seca do solo.

Para o método do anel volumétrico foram utilizados seis coletores de forma cilíndrica de material PVC, com 5 cm de altura, em duas profundidades de solos, das camadas de 0-15 e 15-30 cm, onde foram realizadas seis coletas em pontos estratégicos 'zig-zag' nas áreas adjacentes próximo ao local de onde foram retirados o solo para determinação da capacidade de campo em vaso.

O local para retirada da amostra de solo foi umedecido antecipadamente, sendo introduzido o amostrador no solo com o auxílio de um martelo, sem danificar a estrutura do mesmo, em seguida, foram cavados ao redor de cada coletor, removendo o excesso de solo de cada extremidade, retirando e envolvendo as amostras individualmente em papel alumínio para evitar a deformidade para evitar a perda de solo na extremidade inferior e superior, sendo colocado um atilho de borracha,

para evitar perdas durante todo o processo de mobilização do amostrador/PVC, mantendo a integridade da amostra.

As amostras coletadas no experimento da capacidade de campo em vaso e amostras indeformadas foram levadas ao Laboratório de química de solo no departamento de ciências agrárias da UFAL-Arapiraca, onde foi determinada massa úmida (MU) dos solos em cada profundidade amostral obtendo dados de peso, em seguida sendo transferida a estufa durante o período de 48 horas a 105 °C para a obtenção de massa constante. Foram retiradas as amostras da estufa para obtenção da massa seca (MS), podendo-se calcular a umidade gravimétrica através da seguinte equação:

$$U_g (\%) = [ (MU - MS) / MS ] * 100$$

Com os dados da área dos coletores da capacidade de campo em vasos e dos coletores das amostras indeformadas os quais foram de 28,26 cm<sup>2</sup> e 19,63 cm<sup>2</sup>, respectivamente. Sendo ainda calculado o volume dos vasos utilizados para capacidade de campo e da coleta indeformada, cujos valores foram de 113,04 cm<sup>3</sup> e 98,15 cm<sup>3</sup> calculados pelas seguintes equações:

$$[ A = \pi d^2 / 4 ]; [ V = A \times h ]$$

Com a obtenção do volume dos coletores das amostras, a MU e MS pôde-se calcular a umidade volumétrica a partir da equação:

$$U_V (\%) = [ (MU - MS) / V ] * 100$$

A partir da determinação da massa seca do solo (MS) e do volume (V), pode-se calcular a densidade do solo (DS) através da equação:

$$[DS (g / cm^3) = MS / V]$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O solo estudado é caracterizado por apresentar boa capacidade de retenção de água, e por sua elevada representatividade no teor de argila devido aos microporos existentes. Dessa forma, analisando os valores apresentados na Tabela 1, em que foram coletados solos para aferição da massa úmida (MU) e massa seca (MS) de solo classificação como Neossolo amarelo-vermelho distrófico, presente na área experimental do campus da universidade, onde o mesmo foi submetido à secagem e analisado teores médios de umidade gravimétrica (UG) em que se observa que ocorreu um decréscimo significativo na percentagem apresentada no decorrer do tempo analisado (Tabela 1). Obtendo-se os valores para umidade volumétrica (UV) na capacidade de campo em função do tempo (0,24,48 horas), observa-se que o mesmo apresentou o mesmo decréscimo apresentado na umidade gravimétrica em função do tempo de escoamento do solo analisado (Tabela 1). Analisando a densidade do solo (DS) a capacidade de campo verifica-se que houve um aumento significativo da densidade do solo as 24 horas na camada de de 10 a 20 centímetros, cujo o aumento apresentado foi de 1,31 g/cm<sup>3</sup>, mostrando ser superior as demais densidades e a menor densidade do solo apresentada foi de 1,05 g/cm<sup>3</sup>, no solo coletado as zero horas na camada 0 a 10 centímetro de solo (Tabela 1).

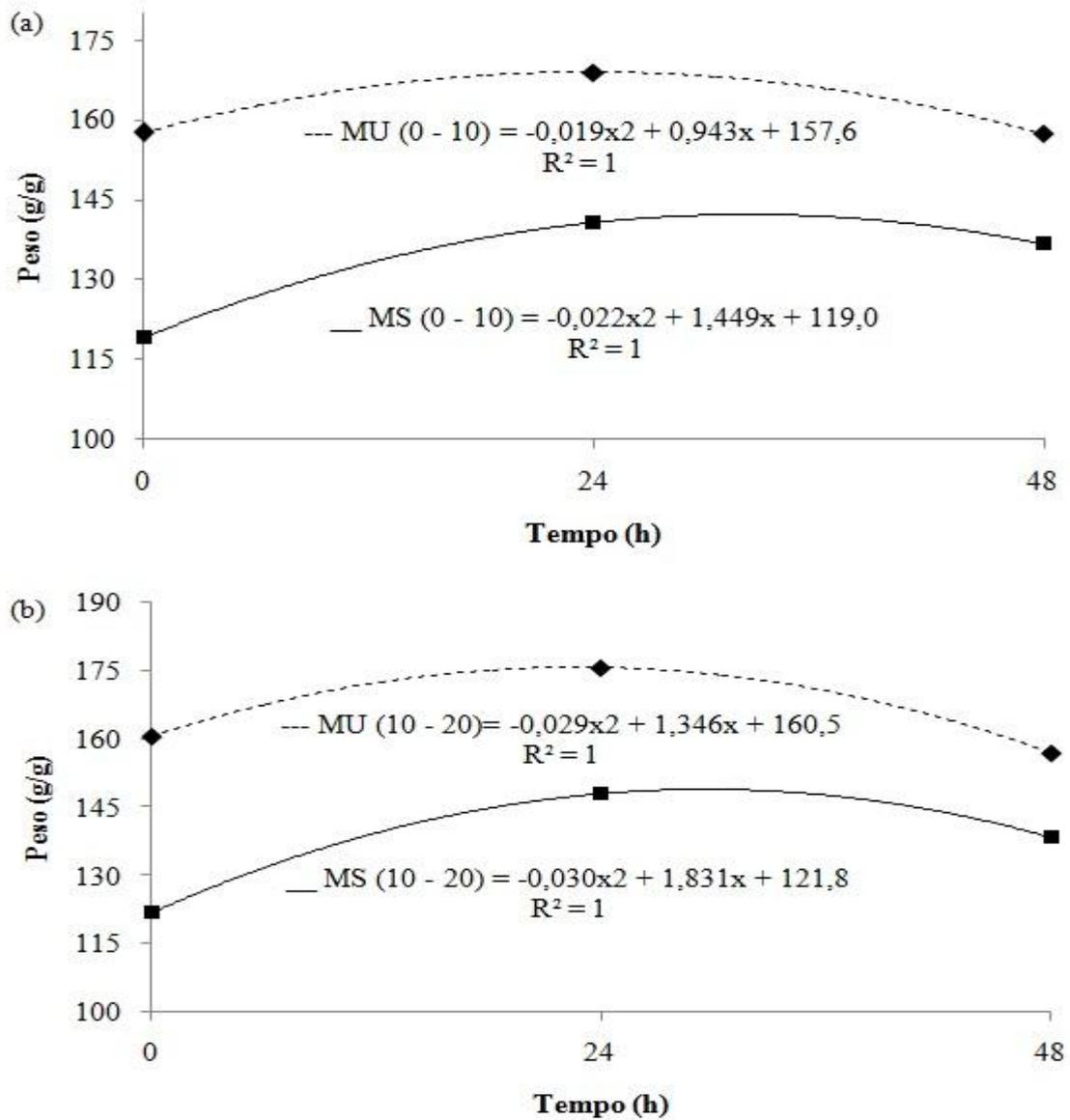
**Tabela 1.** Valores médios de umidade gravimétrica (UG), umidade volumétrica (UV) e densidade do solo (DS) para o fator profundidade no experimento da capacidade de campo em vasos.

Tempo (horas)	Profundidade (cm)	UG ----- (%) -----	UV -----	DS ---- (g/cm <sup>3</sup> ) ----
0 hs	0 – 10	32,41	34,13	1,05
	10 – 20	31,73	34,21	1,08
24 hs	0 – 10	19,88	24,78	1,25
	10 – 20	18,81	24,63	1,31
48 hs	0 – 10	15,06	18,22	1,21
	10 – 20	13,45	16,47	1,22

Os valores de massa úmida e massa seca de solo coletados na camada de 0 a 10 cm, apresentaram efeito significativo para umidade na capacidade de campo em função do tempo (0,24,48 horas), demonstrado na (Figura 1a). Tendo desta maneira a lâmina de irrigação a ser aplicada na cultura em que a profundidade radicular se desenvolva nas camadas de 0-20 cm do solo. Pode avaliar nessa figura que a umidade na capacidade de campo tornou-se reduzida com o passar do tempo e diminuindo desta forma a saturação de água no solo e por consequência sua capacidade de reter água sendo inversamente proporcional, quanto menor o tempo de

saturação maior a umidade do solo em capacidade de campo e quanto maior o tempo de saturação menor será a umidade na capacidade de campo deste solo, isso devido ao processo de drenagem do solo.

Nos dados obtidos para capacidade de campo em vaso nos três tempos avaliados pode-se observar que nas camadas de solo de 10 a 20 cm, houve um decréscimo significativo a partir das 24 horas, em que a equação obtida foi um polinômio de segundo grau, apresentando a real condição do solo nas condições ideais, onde o mesmo possui uma boa capacidade de retenção (Figura 1b).



**Figura 1.** Valores médios para massa úmida (MU) e massa seca (MS), na profundidade de: 0 – 10 (a) e 10 – 20 (b) da capacidade de campo em vasos.

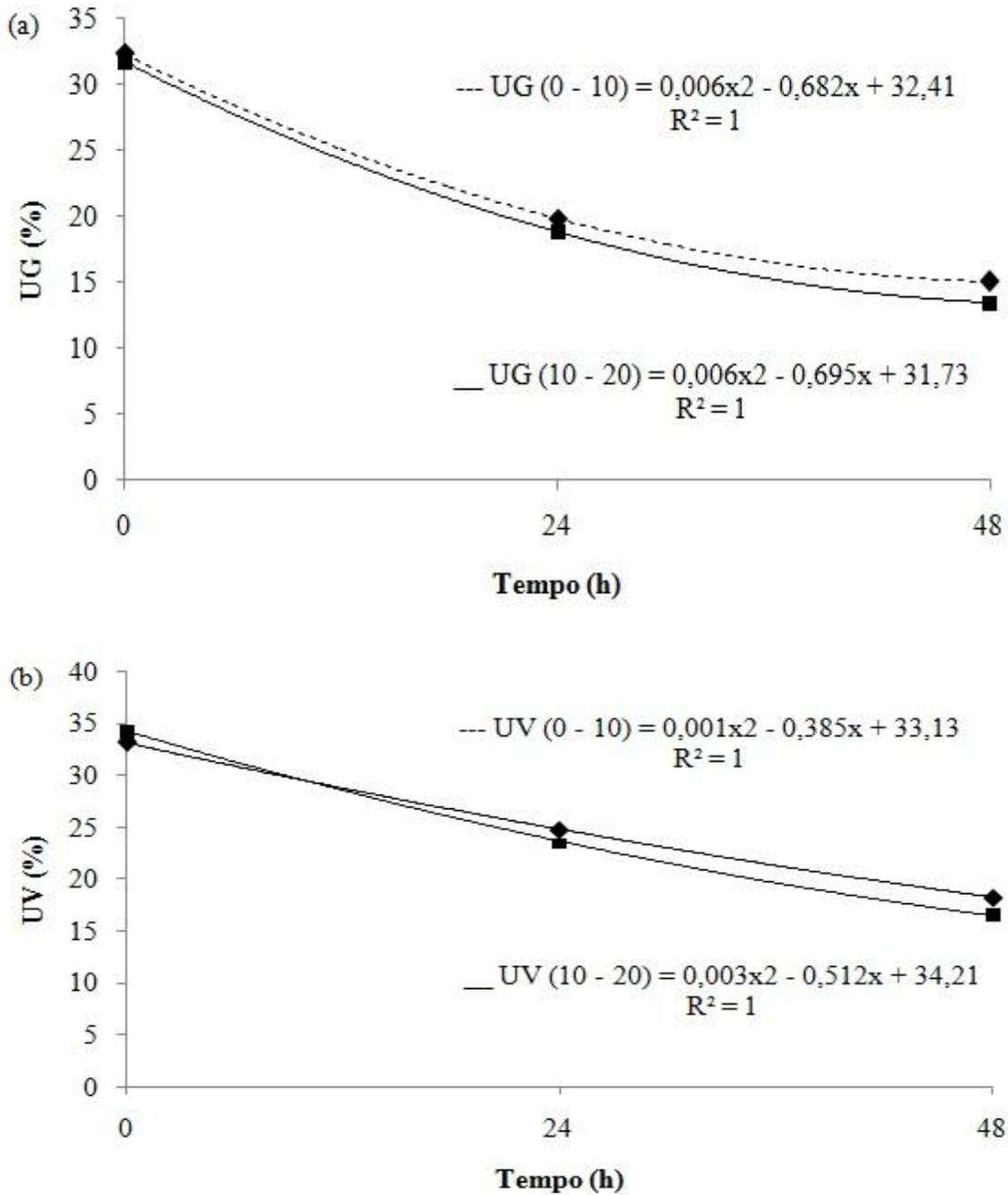
Observa-se que ocorreu um decréscimo significativo nos dados referentes à umidade gravimétrica nos tempos avaliados, os quais foram de 0; 24 e 48 horas, respectivamente, nas duas profundidades de 0 a 10 e 10 a 20 centímetros do solo (Figura 2a). Essa profundidade foi escolhida por compreender a área de maior absorção de água pelas raízes das plantas, proporcionando um maior estudo para o conhecimento do solo da região. Da mesma forma, segundo Sozim (2011) em trabalho realizado com análise da umidade gravimétrica utilizando biocarvão no solo, onde o mesmo verificou que para UG os maiores valores foram encontrados na camada superficial do solo, indicando que o biocarvão aplicado na superfície, conseguiu reter parte da água na primeira camada. Da mesma forma, a umidade gravimétrica mantida na

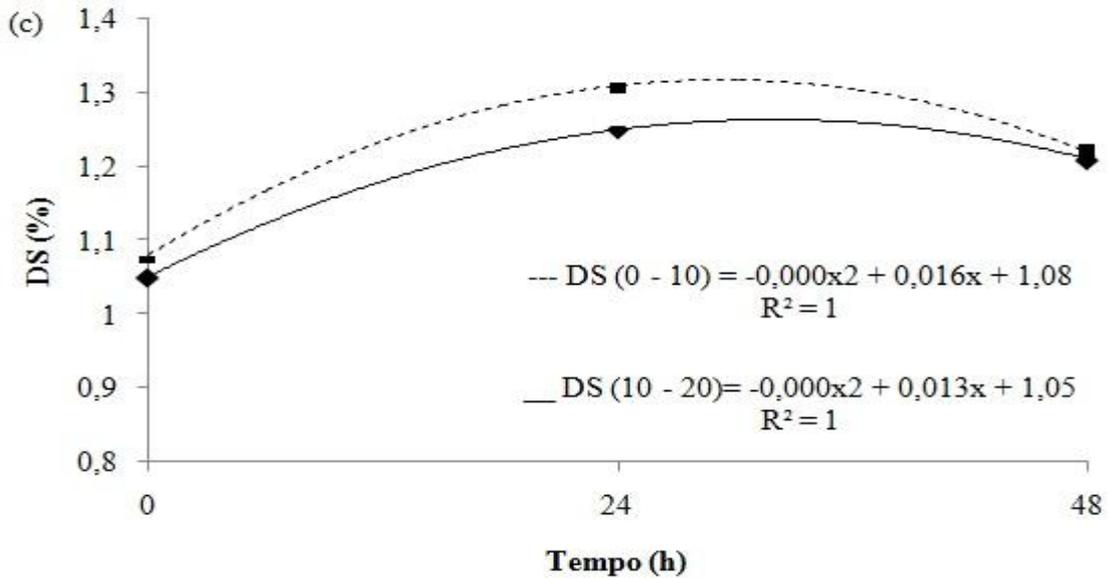
primeira camada dependeu unicamente da matéria orgânica presente, como resultado do plantio anterior de leguminosas ou plantas melhoradoras de solo (Figura 2a).

Em análise a variável umidade volumétrica (UV), observa-se que os maiores valores encontrados foram nas primeiras camadas de 0 a 10 cm do solo, acarretando um decréscimo significativo nas camadas mais profundas do solo de 10 a 20 cm, que ocorreu gradativamente com o aumento do tempo (Figura 1b). Contrariamente Sozim (2011), em estudos da umidade volumétrica dos solos com aplicação de biocarvão os maiores valores encontrados foram nas últimas camadas nos três experimentos realizados, que pode estar atribuído ao fluxo descendente de água nos tubos.

Os maiores valores obtidos na análise para densidade do solo (DS) ou densidade aparente, foram visualizadas na camada superficial do solo (0 – 10 cm), no período de avaliação de 24 horas, ocasionando um decréscimo significativo com o aumento do tempo e da camada avaliada (Figura 2c). Diferentemente, Sozim (2011)

avaliando densidade do solo utilizando biocarvão, observou que nas camadas inferiores foi onde ocorreram maiores valores para densidade, sugerindo dessa forma, o adensamento das partículas de solo no decorrer do tempo.





**Figura 2.** Curva da relação entre: umidade gravimétrica – UG (a), umidade volumétrica –UV (b) e densidade do solo – DS (c) em função do tempo nas profundidades de (0 – 10) e (10 – 20), para avaliação da capacidade de campo em vaso.

Com base nos valores apresentados para umidade gravimétrica (UG), pode-se notar os dados obtidos para massa úmida e massa seca do solo, os quais foram submetidos a média e realizado os cálculos para obtenção dos referentes resultados, proporcionou um maior decréscimo da umidade conforme a profundidade, diferentemente nas diferentes camadas que compõe o solo e vários locais de coleta, proporcionando uma maior

uniformidade e confiabilidade nos dados apresentados. Para avaliação do experimento na coleta de solos indeformada, observou-se que os valores de umidade volumétrica oscilaram bastante independentemente da profundidade de solo, da mesma forma que avaliando a densidade do solo o maior valor obtido foi na camada que vai de 15 a 30 cm do solo, com  $1,27 \text{ g/cm}^3$  e a menos densidade apresentada foi de  $0,90 \text{ g/cm}^3$  (Tabela 2).

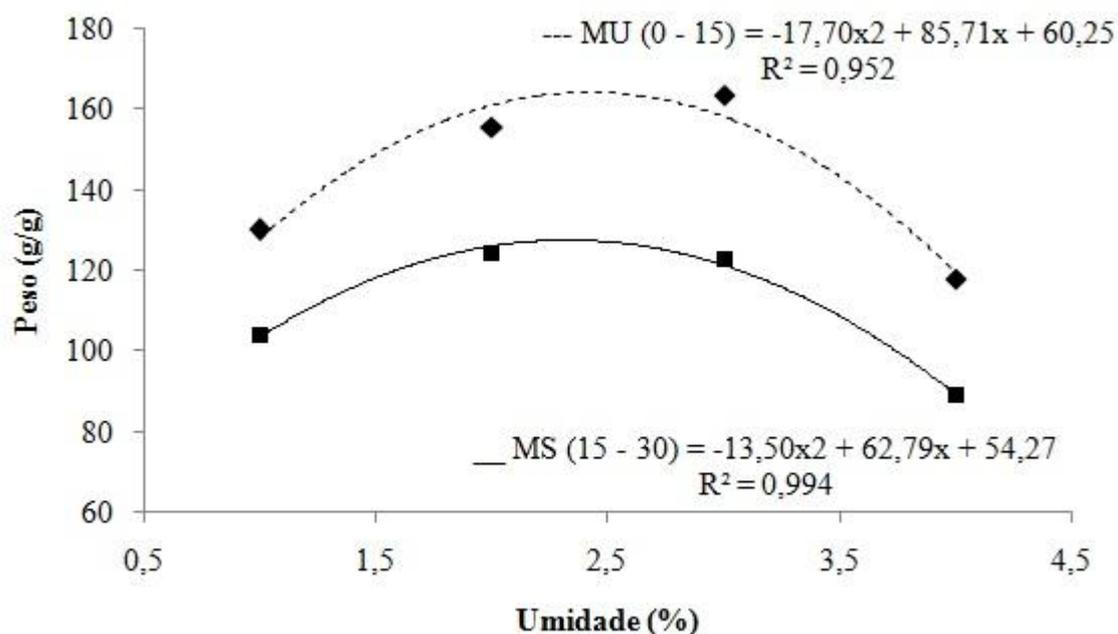
**Tabela 2.** Valores médios de umidade gravimétrica (UG), umidade volumétrica (UV) e densidade do solo (DS) para o fator profundidade no experimento de coleta de solo indeformada.

Profundidade (cm)	UG	UV	DS
	----- (%) -----	-----	--- ( $\text{g/cm}^3$ ) ----
0 – 15	25,00	26,50	1,06
	25,00	31,69	1,26
	33,32	41,61	1,25
	32,77	29,67	0,90
15 – 30	24,35	27,48	1,13
	24,92	31,74	1,27

As amostras de solos coletadas para a obtenção da umidade na coleta indeformada apresentaram o formato de um arco, sendo melhor ajustada ao modelo polinomial cujo  $R^2$  foi bastante representativo, tanto para a massa úmida quanto para massa seca no solo analisado (Figura 3). A queda de umidade apresentado nos últimos valores da equação pode ser explicada pela pequena quantidade de água utilizada para umedecer o solo como requisito para impossibilitar a deformidade do mesmo, proporcionando

uma amostra indeformada com todas as estruturas presentes.

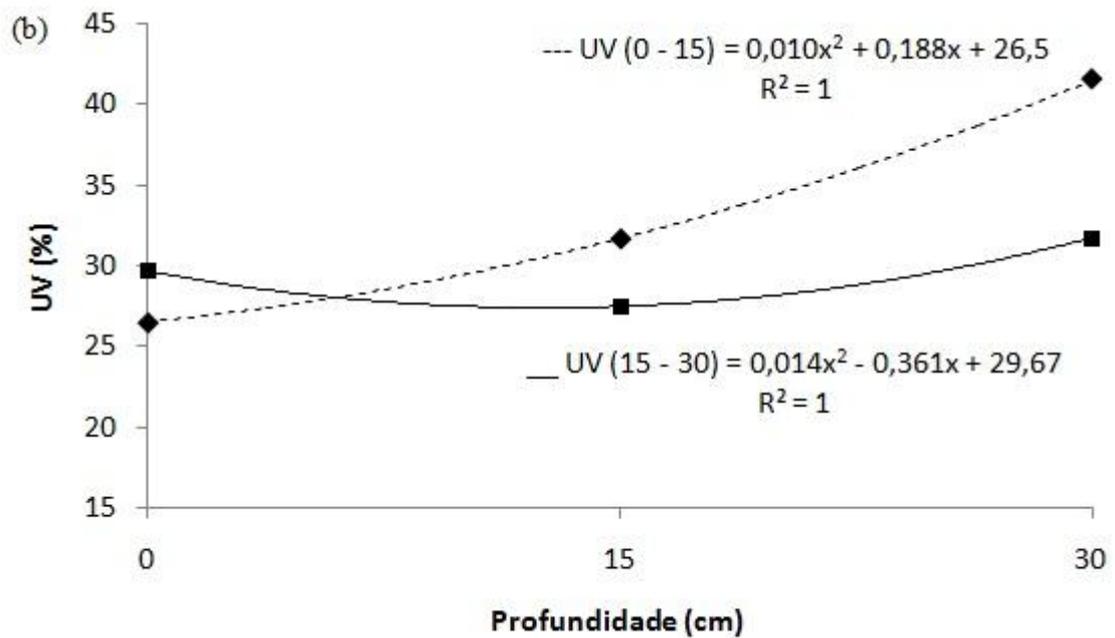
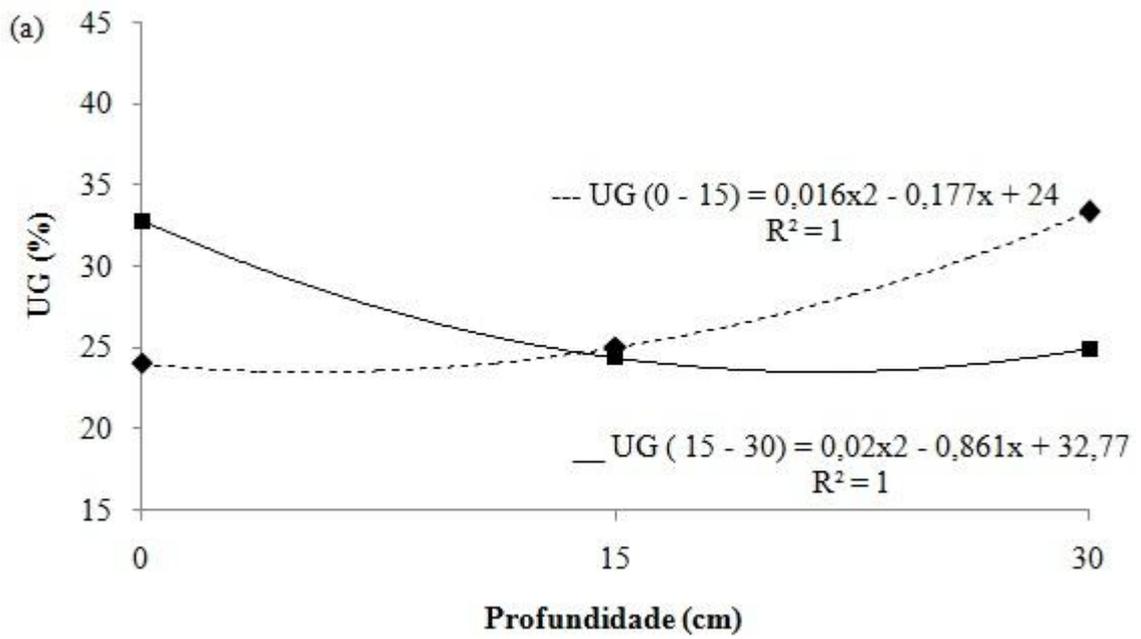
De um modo geral a capacidade de campo depende da drenagem do solo que esta interligada aos processos envolvidos da condutividade hidráulica de um solo. Dessa maneira, na irrigação para uma confiável capacidade de retenção, é necessária um período equivalente a no mínimo três dias, que é o período favorável para que ocorra a total absorção de água através dos poros existentes no solo.

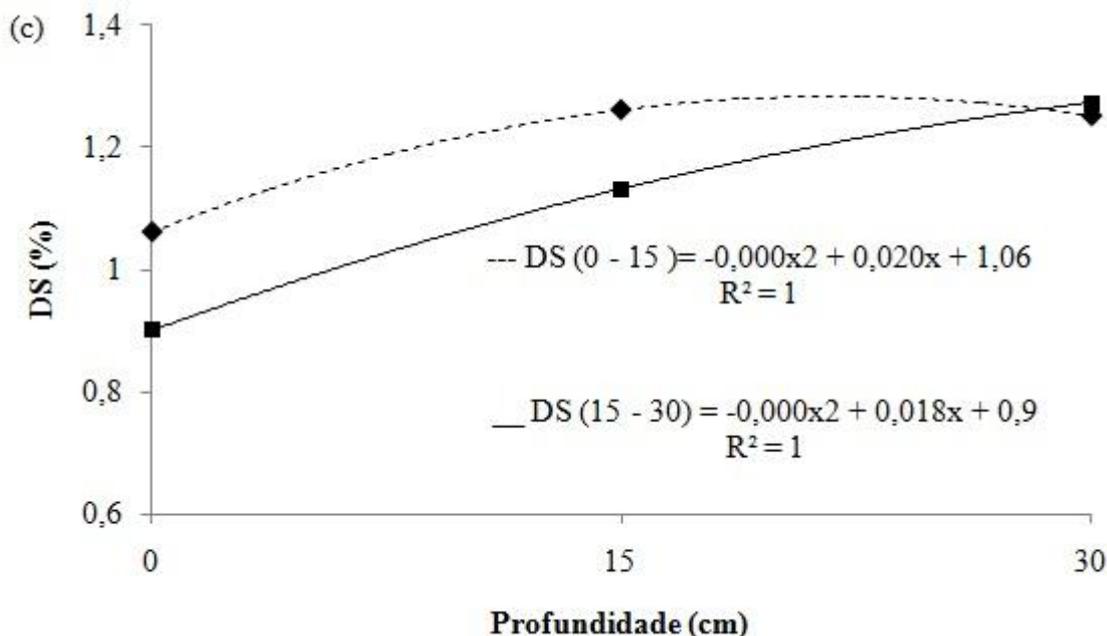


**Figura 3.** Valores médios para massa úmida (MU) e massa seca (MS), nas profundidades de (0 – 10) e (10 – 20), para coleta indeformada de solos.

Analisando os dados obtidos na umidade gravimétrica (UG) pode-se observar que houve um aumento significativo nas camadas mais profundas do solo, que é representada de 15 a 30 cm para as coletas realizadas nas duas profundidades, apresentando maiores valores de umidade nas camadas mais profundas de solo (Figura 4a). A umidade volumétrica (UV) apresentou valores crescentes nas camadas mais profundas do solo nas duas camadas avaliadas, tanto para a camada de 0 a 15, quanto para a de 15 a 30, podendo-se observar que ocorreu um aumento no teor de umidade nas camadas mais profundas de solo, isso devido à água ter infiltrado no solo por percolação (Figura 4b). Da mesma maneira observando a

curva de retenção da densidade do solo (DS), verifica-se que os maiores valores ocorreram nas camadas mais profundas do solo, em que ocorre uma maior junção das partículas, proporcionando uma maior densidade no mesmo (Figura 4c). Essa diferença nas diferentes coletas realizadas pode ser facilmente explicado por Lima et al., 2006, em que segundo os autores solos com a mesma classe textural e sem compactação podem apresentar diferentes densidade de solo dependendo do uso e da profundidade. Os autores ainda relatam que solos com maior proporção de material orgânico apresentam densidade de partícula menor (LIMA et al., 2006).





**Figura 4.** Curva da relação entre: umidade gravimétrica – UG (a), umidade volumétrica –UV (b) e densidade do solo – DS (c) em função do tempo nas profundidades de (0 – 15) e (15 – 30), para avaliação dos resultados da coleta de solos indeformada.

A capacidade de campo é o limite máximo que um solo pode armazenar água, perdendo esta por sua vez toda sua umidade contida por capilaridade. Essa perda ocorre pela força exercida da gravidade forçando a água para baixo através do peso, permitindo que a água contida no solo armazenado entre em equilíbrio com as forças de capilaridade dos poros, fazendo com que cesse a percolação de água armazenada no solo.

Tomando por base, os valores que foram apresentados, pode-se dizer que, quando o solo está com todos os seus poros preenchidos com água, diz-se que ele está saturado ou que atingiu a umidade de saturação. Dessa forma, é interessante ressaltar que no manejo da irrigação a planta não gaste energia para realizar a absorção, evitando assim possíveis quedas na produtividade. Sendo assim, deve-se procurar manter a umidade do solo sempre acima do ponto onde não há gasto de energia, isto é, na água disponível.

## CONCLUSÕES

Houve um decréscimo significativo da umidade na capacidade de campo em vasos, em todas as variáveis analisadas em função do tempo.

Houve um acréscimo da umidade gravimétrica e volumétrica em capacidade de campo realizada em laboratório em função do tempo.

O teor de água final extrapolado da curva observada  $\theta-t$  é um bom estimador da capacidade de vaso nos casos em que a tolerância de perda de água é pequena.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, C. L. T; Coelho, E. F; Couto, L; Silva, E. L; Faria, M. A; Silva, E. L; Vilela, L. A. A; Silva, A. M. Parâmetros de solo-água para a engenharia de irrigação e ambiental. Manejo de irrigação. Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, p. 1-132. 1998.

Boedt, L. & Verheye, W. Evaluation of profile available water capacity. 1. The conceptual approach. *Pedologie*, 35:55-65, 1985.

Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Brasília: Embrapa SPI, p.306, 2006.

Fabiam, A. J; Otoni Filho, T. B. Determinação da capacidade in situ através de equações de regressão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.5, p.1029, 1036, 2000.

Hillel, D. Internal drainage and redistribution following infiltration. ed. *Applications of soil physics*. New York, Academic Press, p.50-72. 1980.

Lima, M. R.; Sirtoli, A. E.; Motta, A. C. V.; Oliveira, A. C.; Serrat, B. M.; Wisniewski, C.; Ferreira, F. V.; Almeida, L. S.; Almeida, L.; Krieger, K. I.; Machado, M. A. M.; Favareto, N.; Cogo, N. P.; Bertol, O. J; Marques, R. Diagnóstico e Recomendações de Manejo do Solo:

aspectos teóricos e metodológicos. 1ª ed. Curitiba: UFPR/Setor de Ciências Agrárias, 2006.

Köppen, W. Climatologia, com um estudo de los climas de la tierra. Tradução: Pedro Pérez, 1ª ed. Madri: 1948.

Poulovassilis, A. The influence of the initial water content on the redistribution of soil water after infiltration. *Soil Sci.*, 135:275-281, 1983.

Reichardt, K. Capacidade de campo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.12, n.13, p.211-216, 1988.

Richie, J.T. Soil water availability. *Plant and Soil*, v. 58, p. 327-338, 1981.

Sozim, R. Avaliação dos atributos físico-químicos de neossolo litólico incubado com resíduo de biocarvão. Irati: Universidade Estadual do Centro-Oeste, 2011. 71p(Trabalho de Conclusão de Curso).

Tsegaye, T. D; Tedesse, W; Coleman, T. L; Jackson, T. J; Tewolde, H. Calibration and modification of impedance probe for near surface soil moisture measurements. *Canadian J. Soil Sci.*, 84:237-243, 2004.

Veihmeyer, F. J; Hendrickson, A. H. Methods of measuring field capacity and permanent wilting percentage of soils. *Soil Science*, Baltimore, v. 68, n. 2, p. 75-94, Aug. 1931.