



Número mínimo de amostras para determinação da curva de retenção de água no solo

Diego Gonçalves Feitosa^(1*); Fernando Braz Tangerino Hernandez⁽²⁾; Regiane de Carvalho Bispo⁽³⁾

⁽¹⁾ Doutorando, Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção, UNESP bnesp-Botucatu. Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, UNESP, Ilha Solteira, SP, Brasil, 15385-000 (*diegogfeitosa@gmail.com)

⁽²⁾ Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, UNESP Ilha Solteira, SP, Brasil, 15385-000

⁽³⁾ Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Irrigação e Drenagem, UNESP, Botucatu, SP



RESUMO: O uso da irrigação é uma prática que agrega inúmeras vantagens ao produtor ural, no entanto a precisão no seu manejo depende de uma adequada representação da Capacidade de Água Disponível (CAD), que por sua vez, pode ser obtida pela análise da Curva de Retenção de Água no Solo (CRAS) em amostras indeformadas, que devem ser amostradas de forma a representar da melhor forma possível a área de interesse. Dessa forma o presente trabalho buscou determinar a profundidade e o número de amostras ideais em uma área comercial de cana-de-açúcar, no município de Andradina-SP, avaliando o número mínimo de amostras de solo necessárias para determinação da CRAS. Os resultados encontrados no presente estudo demonstrou que apenas 2 amostras na profundidade de 40-60 cm são suficientes para se determinar a CAD nas condições avaliadas.

Termos de indexação: CAD, Porosidade, Irrigação

INTRODUÇÃO

O uso da irrigação é uma prática que agrega diversas vantagens ao produtor de alimentos e de fundamental importância para que não fique exposto a períodos de déficit hídrico e assim consiga alcançar produtividades próxima do potencial genético das culturas, garantindo dessa forma o retorno do investimento feito no sistema de produção.

No entanto, para que a prática da irrigação possa realmente apresentar todos os benefícios esperados para a cultura, deve-se oferecer primeiramente todos os demais fatores necessários a cultura para que ela possa expressar todo o seu potencial produtivo e em segundo lugar instalar e manejar o sistema de irrigação de maneira adequada, sendo que a maior parte dos usuários da agricultura irrigada não utiliza, ainda, qualquer tipo de manejo da irrigação (NUNES, 2014).

Operacionalmente o manejo da irrigação é realizado principalmente através do monitoramento da umidade do solo ou pela estimativa da evapotranspiração da cultura, no entanto, ambos dependem do cálculo da Capacidade de Água Disponível (CAD), que é feito a partir da Curva de Retenção de Água no Solo (CRAS), obtida em laboratório, a partir de amostras de solo indeformadas nas profundidades de interesse, relacionada com a profundidade efetiva do sistema radicular.

Ainda que essencial, Grigolon (2013) alerta que determinação da CRAS é demorada e com um valor relativamente elevado, o que acaba muitas vezes desestimulando o irrigante a realizar esse procedimento, comprometendo assim a qualidade do seu manejo.

Nesse contexto esse trabalho teve como objetivo, determinar o número mínimo de amostras de solo necessárias, para se determinar a CRAS para que se tenha: precisão no manejo da irrigação e representatividade com menor custo ao irrigante.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização

Este trabalho foi conduzido em uma área comercial de cana-de-açúcar do município de Andradina, estado de São Paulo, tendo como coordenadas geográficas Latitude 20° 43' 43,6" S; Longitude 51° 16' 30,3" W e altitude 360 metros (**Figura 1**), sob clima, segundo classificação de Köppen, do tipo tropical com inverno seco (Aw) (UNICAMP, 2018), com precipitação anual média 1.242 mm, temperatura do ar entre de 19,7 a 26,9°C e umidade relativa média de 62,4% (UNESP, 2018).

Amostragens e caracterização da área

As amostragens do solo foram realizadas no primeiro semestre de 2017 em 8 trincheiras com 0,70 m de profundidade, distribuídas ao longo de um talhão com uma área de 6,93 hectares irrigados por gotejamento em sub-superfície, onde foram coletadas amostras de estrutura preservada por meio de anéis volumétricos de 100 cm³ nas profundidades de 0-0,2 ; 0,2-0,4 e de 0,4-0,6 metros para determinação das CRAS, e amostras de estrutura deformada nas profundidades de 0-0,2 e 0,2-0,4 m, utilizadas para a análise granulométrica conforme Embrapa (1997).

As amostras de estrutura preservadas foram utilizadas para a determinação da macroporosidade (MA), microporosidade (MI), porosidade total (PT) e densidade do solo (DS) (Embrapa, 1997). Posteriormente, as amostras foram submetidas à potenciais mátricos específico de 0, -30, -60 e -100 hPa⁻¹ em mesa de tensão, e, -300, -600, -1000, -5000 e -15000 hPa⁻¹ em câmara de Richards com placa porosa (KLUTE, 1986). Para determinação da CRAS foi utilizado o modelo proposto por van Genuchten (1980) e a modelagem dos

coeficientes foi feita através do software SWRC (DOURADO NETO et al., 2000).

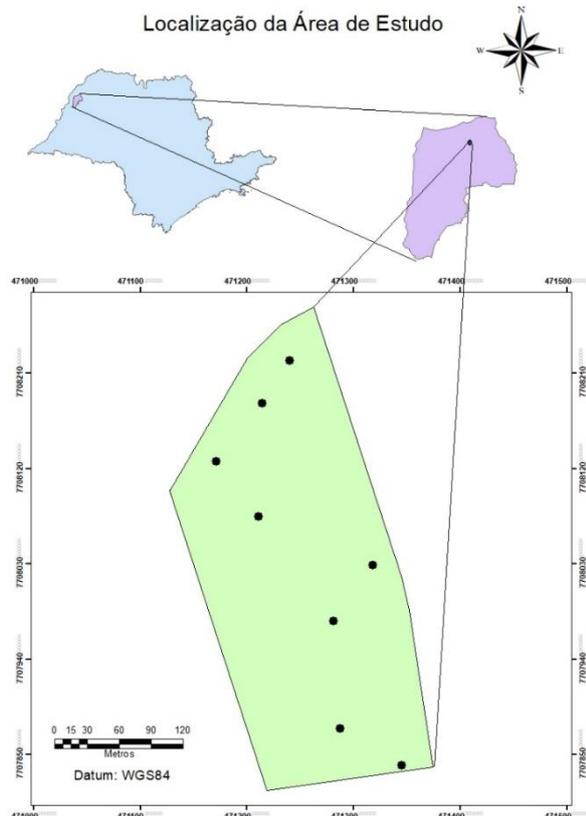


Figura 1 - Localização da área de estudo e distribuição das trincheiras no talhão avaliado.

Análise estatística

Os parâmetros físicos do solo, obtidos nas oito trincheiras foram avaliados através da análise de variância utilizando-se o software SISVAR, com o objetivo de verificar a homogeneidade entre as diferentes profundidades de coleta. Para os valores de CAD obtidos em cada ponto e profundidade de coleta, foram calculados a média e o desvio-padrão. O número mínimo amostral (NMA) para estimar a CAD foi baseado no intervalo de confiança para a média, dado pela seguinte equação, descrita em Thompson (1992), apud Rozane et al. (2011).

$$n = \frac{t^2 S^2}{d^2 m^2}$$

onde: n é o tamanho da amostra; t é o valor da distribuição t de Student a 5% de probabilidade; S^2 é a variância amostral; d é o erro na estimativa da média e m é a média amostral. Para melhor efeito de comparação, o NMA foi calculado em duas situações, na primeira, se considerou o valor de d = 0,2 (NMA 0,2) e posteriormente, d = 0,1 (NMA 0,1).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **tabela 1** observa-se que as características físicas do solo, CAD, macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo, não apresentaram diferenças significativas entre as diferentes profundidades, havendo então homogeneidade física ao longo do perfil do solo. A mesma homogeneidade foram observadas nas condições granulométricas deste solo (**Tabela 2**), com mesma classe textural nas diferentes profundidades, podendo-se concluir pela sua homogeneidade em relação às propriedades físico-hídricas, que uma adequada amostragem para a CRAS pode ser realizada em apenas uma profundidade.

No entanto, ao analisar a variabilidade espacial entre as trincheiras (**Tabela 3**), observa-se que mesmo não havendo diferença estatística, a profundidade de 0,2-0,4 metros apresentou o maior desvio padrão (0,3 mm/cm), em relação à 0-0,2 m (0,2 mm/cm) e 0,4-0,6 m (0,1 mm/cm), sendo que quando se utilizou os valores médios de todas as profundidade (0-0,6 m), o valor obtido foi igual a profundidade de 0-0,2 m.

Ainda na **tabela 3**, com relação aos valores de NMA, devido esse cálculo ser influenciado diretamente pelos valores de desvio padrão, para o NMA 0,2 onde se aceita manter um erro na estimativa da média de



0,2, a profundidade de 0,4-0,6 m, foi a que apresentou o menor valor de NMA, sendo necessárias apenas 2 amostras em todo o talhão ou 0,3 amostras/ha, enquanto a profundidade de 0-0,2 m e a os valores médios de 0-60 m, apresentaram um NMA de 3 amostras no talhão (0,3 amostras/ha), já a profundidade de 0,2-0,4 m apresentou o maior NMA, sendo esse igual a 7 amostras em toda área avaliada (1 amostra/ha).

Quando aumentamos a precisão desejada, buscando um erro na estimativa da média de apenas 0,1 mm/cm, a profundidade de 0,2-0,4 m continuou sendo a que apresenta a necessidade do maior número amostral com 27 amostras (3,9 amostra/ha), seguida pela camada de 0-0,2 m com 14 amostras (2 amostra/ha), posteriormente a média entre todas as profundidades (0-0,6 m) apresentou um NMA total de 12 amostras (1,7 amostra/ha) e por último a camada de 0,4-0,6 m, novamente com o menor NMA com 8 amostras por talhão (8 amostra/ha).

De um modo geral é possível observar que os melhores resultados foram obtidos na profundidade de 0,4 a 0,6 m, seguidos pela profundidade de 0,0 a 0,2 m, resultados esses que podem ser justificados de densidade do solo e porosidade total (**Tabela 1**) que mesmo não se diferindo estatisticamente, apresentaram respectivamente os melhores valores nestas profundidades.

Tabela 3. Determinação do número mínimo de amostras indeformadas que devem ser coletadas para se determinação da CAD.

Pontos	CAD (mm/cm)			
	Profundidade (m)			
	0-0,6	0-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6
1	1,2	1,3	1,3	1,2
2	1,3	1,4	1,2	1,3
3	1,5	1,3	1,8	1,5
4	1,2	1,1	1,4	1,3
5	1,4	1,5	1,4	1,1
6	1,1	1,1	1,0	1,1
7	1,0	1,0	1,1	1,0
8	1,0	1,0	0,9	1,1
Média	1,2	1,2	1,3	1,2
D.P.	0,2	0,2	0,3	0,1
T 5%	2,365	2,365	2,365	2,365
NMA 0.2	3	3	7	2
NMA 0.2/ha	0,4	0,4	1,0	0,3
NMA 0.1	12	14	27	8
NMA 0.1/ha	1,7	2,0	3,9	1,2

D.P. = Desvio Padrão, T 5% = o valor da distribuição t de Student a 5% de probabilidade, NMA = número mínimo amostral

CONCLUSÕES

O talhão avaliado no trabalho apresentou características físicas homogêneas nas diferentes profundidades avaliadas.

Considerando apenas a avaliação estatística, as amostras para determinação da CAD, podem ser coletadas em qualquer profundidade.

Porém buscando uma maior precisão nos resultados, a amostragem recomendada para a área avaliada é de 1,2 amostras/ha na profundidade de 0,4 a 0,6 m. Já em condições considerando uma variação de 0,2 mm/cm³ na estimativa da média da CAD, pode-se afirmar que coletando-se na camada de 0,4-0,6 m, apenas 0,3 amostras/ha são consideradas suficientes.

REFERÊNCIAS

DOURADO-NETO, D. et al. Software to model soil water retention curves (SWRC, version 2.00). Scientia Agricola, v. 57, n. 1, p. 191–192, mar. 2000.



EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Brasília, 1997. 212p.

GRIGOLON, G.B. Curva de retenção de água no solo determinada a partir de um número mínimo de pares de umidade e tensão na câmara de Richards. 2013. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências, Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2013. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11143/tde-15012013-161745/pt-br.php>>. Acesso em: 11 jun. 2018.

KLUTE, A. Water retention: laboratory methods, In: Klute, A. (Ed.), Methods of Soil Analysis. 2a ed. American Society of Agronomy, Madison, 1986. 635–662p.

NUNES, M.S. Comparação de métodos via solo e via demanda evaporativa para manejo de irrigação. 2014. Universidade Federal de Santa Maria, 2014. Disponível em: <http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_arquivos/11/TDE-2015-05-20T085746Z-6367/Publico/NUNES_MARIO_SANTOS.pdf>. Acesso em: 3 set. 2017.

ROZANE, Danilo Eduardo et al. Dimensionamento do número de amostras para avaliação da fertilidade do solo. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 32, n. 1, p.111-118, mar. 2011.

UNESP - Universidade Estadual Paulista. Acesso à base diária: Canal CLIMA. Ilha Solteira: UNESP - Faculdade de Engenharia - Departamento de Fitossanidade e Engenharia Rural e Solos - Área de Hidráulica e Irrigação, 2018. Disponível em: <<http://clima.feis.unesp.br>> Acesso em 9 de janeiro de 2018.

UNICAMP - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. Acesso à base de dados: Cepagri - Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura, 2018. Disponível em: <<http://www.cepagri.unicamp.br/>> Acesso em 9 de janeiro de 2018.

van GENUCHTEN, M. T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Science Society of America Journal, v. 44, p. 892–898, 1980.

Tabela 1. Valores de Capacidade de Água Disponível (CAD), Macroporosidade (Macro), Microporosidade (Micro), Porosidade Total (P. Total) e Densidade do Solo (Densidade).

Fonte de Variação	CAD (mm/cm)	Macro (%)	Micro (%)	P. Total (%)	Densidade (g/cm ³)
Prof. (m)					
0,0-0,2	1,21a	7,43a	27,28a	34,72a	1,61a
0,2-0,4	1,29a	4,74a	28,50a	33,25a	1,67a
0,4-0,6	1,20a	9,26a	27,29a	36,55a	1,59a
0,0-0,6	1,21a	7,15a	27,69a	34,83a	1,62a
Probabilidade de F⁽¹⁾					
F	0,293 ^{ns}	2,379 ^{ns}	0,356 ^{ns}	1,28 ^{ns}	1,46 ^{ns}
CV (%)	17,04	47,62	9,80	9,69	5,12

Tabela 2 - Classe textural dos pontos amostrados nas profundidades de 0-0,2 e 0,2-0,4 m

Ponto	0,0-0,2 m				0,2-0,4 m				MÉDIA 0,0-0,4 m			
	Argila g/Kg	Areia g/Kg	Silte g/Kg	Classe textural	Argila g/Kg	Areia g/Kg	Silte g/Kg	Classe textural	Argila g/Kg	Areia g/Kg	Silte g/Kg	Classe textural
1	138	800	62	Franco Arenoso	145	794	62	Franco Arenoso	141	797	62	Franco Arenoso
2	135	802	63	Franco Arenoso	152	778	70	Franco Arenoso	143	790	66	Franco Arenoso
3	111	789	100	Franco Arenoso	122	781	97	Franco Arenoso	117	785	99	Franco Arenoso
4	107	807	86	Franco Arenoso	130	785	84	Franco Arenoso	119	796	85	Franco Arenoso
5	152	743	105	Franco Arenoso	142	751	107	Franco Arenoso	147	747	106	Franco Arenoso

III Encontro Paulista de Ciência do Solo

III EP CIS



2018

"Solos e suas relações com sistemas de produção agropecuários"

6	157	735	108	Franco Arenoso	239	664	98	Franco Arenoso	198	699	103	Franco Arenoso
7	130	789	81	Franco Arenoso	144	775	81	Franco Arenoso	137	782	81	Franco Arenoso
8	131	549	320	Franco Arenoso	179	726	95	Franco Arenoso	155	638	207	Franco Arenoso
MÉDIA	133	752	116	Franco Arenoso	157	757	87	Franco Arenoso	145	754	101	Franco Arenoso