

POTENCIAL MÁTRICO DE UM SOLO RELACIONADO COM A UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA NA SUA SUPERFÍCIE

Monica Martins da SILVA

Depto. de Ciências Exatas – ESALQ/USP Piracicaba, SP, Brasil

Marlene Cristina ALVES

Depto. de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos - FEIS/UNESP Ilha Solteira, SP, Brasil.

Ricardo Antonio Ferreira RODRIGUES

Depto. de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos - FEIS/UNESP Ilha Solteira, S, Brasil.

Flávia Carvalho Silva FERNANDES

Depto. de Solos e Nutrição de Plantas - ESALQ/USP Piracicaba, SP, Brasil.

RESUMO

Estudou-se o potencial mátrico de um Argissolo vermelho-escuro em função da distribuição de água na sua superfície. Após o funcionamento do aspersor realizou-se o monitoramento da distribuição da água no perfil, nas profundidades de 0,10; 0,20 e 0,40 m, com uso de dez baterias de tensiômetros. Avaliou-se também a lâmina de água que atingiu a superfície do solo, por meio de pluviômetros. A variabilidade na taxa de aplicação da lâmina de água influenciou sua redistribuição no interior do solo, conforme se distanciou do aspersor; nas extremidades da área de alcance do aspersor, o potencial mátrico foi menor, confirmando menor conteúdo de água no solo e menor capacidade de redistribuição interna no perfil.

Palavras-chave: Teor de água no solo, retenção de água, irrigação por aspersão convencional.

ABSTRACT

Studied the matrix potential on ARGISSOL and relation with uniformity distribution of water in the soil surface. After to operation was realized the evaluation of water content of soil, in the depths 0.10; 0.20 and 0.40 m, with ten tensiometers battery. Was evaluated too the water lamina that to arrived the surface soil. The variability on the application water of soil influenced the water redistribution in the soil; on the extremity of range the sprinkler, the matrix potential was more negative because the soil moisture was smaller.

Key-words: Soil moisture, water retention, conventional sprinkler irrigation.

INTRODUÇÃO

O controle da água em uma cultura agrícola é de fundamental importância para a maximização da sua produtividade e, isto é possível com um conhecimento mais aprofundado das relações hídricas do solo e da cultura (TURATTI & REICHARDT, 1991).

Como a água deixa constantemente o solo, percolando para o lençol freático, evaporando para a atmosfera ou sendo absorvida pelas plantas, naturalmente, a única maneira pela qual seria possível a manutenção de um teor de água no solo estável e adequado às plantas seria o seu fornecimento pela chuva. Mas, a chuva não é um evento contínuo, portanto, a irrigação é a técnica que permite fornecer água ao solo quando sua umidade se reduz, evitando-se que as culturas tenham suas produtividades afetadas (MARCIANO, 1995).

Segundo Jensen (1981), a irrigação controlada, tem a função de otimizar a umidade do solo, e conhecendo-se a lâmina de água a ser aplicada é possível obter uma aplicação e uma distribuição eficientes de água pelo sistema de irrigação. Alguns pesquisadores como Hart (1972), analisando se haveria um acréscimo na uniformidade de irrigação após a redistribuição de água no solo, constatou que depois de dois dias a uniformidade na superfície que era de 60 % passou para 86 %.

A determinação do desempenho de um sistema através da uniformidade de irrigação é essencial, pois um sistema de irrigação deficiente resulta em áreas super e subirrigadas. A uniformidade da irrigação de um sistema de aspersão convencional pode ser melhorada se a redistribuição de água no solo for considerada (TOOYAMANI et al., 1987).

Um bom sistema de irrigação deve aplicar água no solo, uniformemente, até determinada profundidade, propiciando umidade necessária ao desenvolvimento normal das plantas (BARROS, 1996). A maioria dos sistemas de irrigação por aspersão são dimensionados para aplicar água uniformemente ao solo, à razão que impedem a formação de deflúvio superficial (FELDENHEIMER, 1998). O vento, segundo Bernardo (1989), afeta a uniformidade de distribuição de água dos aspersores e, juntamente com a temperatura e a umidade relativa do ar, afeta a perda de água por evaporação, além disso, segundo Lopez (1975) o vento também contribui com aumento da evapotranspiração, que por sua vez, é dependente da temperatura e umidade relativa do ar. Christiansen (1942) citado por Resende (1992), através da coleta em pluviômetros, estimou as perdas por evaporação na irrigação por aspersão e concluiu que tais perdas estiveram entre 10 % e 42 %, para testes realizados à tarde, em condições de alta demanda evaporativa, e próximo de 4 %, para testes conduzidos pela manhã, em condições de baixa demanda evaporativa. Já para Keller (1984) as perdas estão entre 5 % e 10 % em condições de baixa demanda evaporativa e entre 30 % e 40 %, sob condições de alta demanda evaporativa.

Para um correto e efetivo manejo da água no solo, é de suma importância que se tenha uma visão integrada da dinâmica desta no sistema água-solo-planta-atmosfera. A compreensão do comportamento requer conhecimentos das forças matriciais, da granulometria e do fluxo de água no solo (BRAKENSIEK et al., 1981).

A velocidade de redistribuição de água decresce com o tempo devido o gradiente de potencial matricial entre as zonas úmidas e secas e diminui à medida que as primeiras perdem e as últimas ganham umidade e também à medida que a zona úmida perde umidade, sua condutividade hidráulica cai bruscamente. Ambos diminuindo com o passar do tempo, o fluxo decresce rapidamente, assim como a frente de molhamento, se dissipando durante a redistribuição (REICHARDT, 1985).

Com a movimentação da água através dos poros do solo de um local de maior potencial para outro de menor potencial, espera-se haver uma redistribuição da água aplicada e, conseqüentemente, uma melhoria na qualidade da irrigação (PAIVA, 1980).

Portanto, este trabalho teve como objetivo estudar o potencial mátrico de um ARGISSOLO VERMELHO-ESCURO em função da distribuição de água em sua superfície efetuada com aspersão convencional, na região de Ilha Solteira, SP.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na região de Ilha Solteira, noroeste do Estado de São Paulo, numa propriedade cuja localização geográfica está a 20° 22' S de latitude e a 51° 22' W de longitude, com altitude de 335 m.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, apresentando temperatura média anual de 24,5° C, precipitação média anual de 1.232 mm e uma umidade relativa média anual de 64,8 % (HERNANDEZ et al., 1995).

As características físicas do solo estudado estão na Tabela 1. De acordo com a nova nomenclatura do Sistema Brasileiro de Classificação do Solo (EMBRAPA, 1999), passa a ser um ARGISSOLO VERMELHO-ESCURO Eutrófico.

A vegetação original era do tipo cerrado e atualmente a área é cultivada com culturas anuais. Na época do experimento a área estava com plantas invasoras, após o cultivo da cultura do feijão.

A pesquisa foi desenvolvida em uma área com diâmetro de 33 m, que refere-se a área de alcance na irrigação com o aspersor NAAN 5035, bocal 15/64 e um conjunto Moto Bomba KSB, com 1 HP de potência, 3450 rpm (monofásica).

Após onze horas de funcionamento do aspersor (3,36 m³ h⁻¹) foi realizado o monitoramento do comportamento da distribuição da água no perfil no período de 30/08 a 27/09/2001, nas profundidades de 0,10; 0,20 e 0,40 m, com uso de 10 baterias de tensiômetros com manômetro de mercúrio (Figura 1).

TABELA 1. Distribuição de tamanho de partículas e densidade do solo estudado.

Características físicas	Horizonte			
	A		B	
	máximo	mínimo	máximo	mínimo
		g kg ⁻¹		
Areia grossa (2 – 0,2 mm)	200	70	170	40
Areia fina (0,2 – 0,05 mm)	570	350	460	210
Areia total (2 – 0,05 mm)	770	620	580	290
Silte (0,05 – 0,002 mm)	260	110	210	70
Argila (< 0,002 mm)	280	130	570	300
Densidade do solo (kg dm ⁻³)	1,6	1,4	-	-

Fonte : ZOTTOS (1995).

O teor de água do solo foi determinado pelo método gravimétrico (EMBRAPA, 1997), nas profundidades de 0-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m no período de 30/08 a 13/09/2001 (Figura 2). Foi avaliada também a lâmina de água que atingiu a superfície do solo, através de pluviômetros distribuídos na área de estudo. A precipitação foi coletada em 11 pluviômetros colocados sobre suportes a 0,50 m de altura do solo, dispostos em 3 linhas radiais a partir do aspersor (Figura 1), distanciados de 1,5 m entre si, perfazendo um comprimento de 16,5 m cada linha. A altura dos bocais do aspersor em relação aos pluviômetros foi de 0,50 m.

Os resultados foram analisados através da estatística descritiva, determinando-se: média; erro padrão da média; desvio padrão; coeficiente de variação e variância amostral.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão os resultados referentes à distribuição de água aplicada no solo pelo aspersor utilizado. Observa-se que a 1,5 m do aspersor e acima de 7,5 m, há uma desuniformidade na aplicação da lâmina de água, sendo que acima de 10,5 m de distância do aspersor, esta desuniformidade torna-se mais acentuada, concordando com os resultados obtidos por Vanzela (2001). James (1988) também observou que o volume e a taxa de aplicação de água sob o aspersor normalmente varia com a distribuição em relação a ele.

TABELA 2: Média, desvio padrão, desvio padrão da média, coeficiente de variação e variância amostral da quantidade de água aplicada no solo, em mm.

Distância (m)	Linha	Linha	Linha	Média	Desvio padrão	Desvio padrão da média	Coeficiente de variação (%)	Variância amostral
	1	2	3					
	mm							
1,50	83,50	82,50	62,50	76,17	11,85	9,11	15,55	140,33
3,00	92,50	81,00	76,50	83,33	8,25	6,11	9,90	68,08
4,50	77,50	75,00	86,00	79,50	5,77	4,33	7,25	33,25
6,00	73,50	65,00	76,50	71,67	5,96	4,44	8,32	35,58
7,50	60,50	46,00	62,00	56,17	8,84	6,78	15,73	78,08
9,00	51,50	37,50	50,00	46,33	7,69	5,89	16,59	59,08
10,50	46,50	31,00	46,50	41,33	8,95	6,89	21,65	80,08
12,00	37,50	26,50	48,00	37,33	10,75	7,22	28,80	115,58
13,50	26,40	20,00	47,00	31,13	14,11	10,58	45,32	199,05
15,00	15,00	13,50	29,00	19,17	8,55	6,56	44,60	73,08
16,50	4,30	6,50	18,00	9,60	7,36	5,60	76,64	54,13

Segundo Kincaid (1991), um padrão desejável da distribuição deve ter taxas da aplicação decrescendo continuamente a partir do aspersor. Resultados concordantes com os verificados neste trabalho, pois acima de 3 m de distância do aspersor a quantidade de água que atingiu a superfície foi diminuindo até atingir os 16,50 m. Isto ocorre, provavelmente devido à evaporação durante a irrigação. Parte da água lançada sob pressão no ar, através dos bocais dos aspersores, evapora-se antes de atingir a superfície do solo ou plantas. A magnitude dessas perdas

depende das dimensões das gotas e do poder evaporativo da atmosfera (SCALOPPI, 1996).

O teor de água do solo durante o período de avaliação (Figura 2) obteve maiores valores na profundidade de 0,20-0,40 m devido provavelmente a percolação profunda da água, ou seja, na profundidade de 0,0-0,10 m a umidade do solo variou de 0,17 a 0,20 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$, na profundidade de 0,10-0,20 m, 0,18 a 0,20 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ e na profundidade de 0,20-0,40 m de 0,21 a 0,23 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ e, de acordo com Zottos (1995), a composição granulométrica de um Argissolo Vermelho-Escuro em Ilha Solteira - SP, se distribui na camada de 0,0-0,20 m com teores de 710; 75 e 215 g kg^{-1} para areia, silte e argila, respectivamente e na profundidade de 0,20-0,40 m 700; 80 e 220 g kg^{-1} , respectivamente para areia, silte e argila. Nas profundidades de 0,0-0,10 m e 0,10-0,20 m, além da textura do solo, os valores de umidade foram menores provavelmente devido à influência da pouca cobertura vegetal do solo e das condições atmosféricas durante a condução da pesquisa (variação da temperatura: 23,6° C a 29,3° C, da umidade relativa do ar: 36,1 % a 72,2 % e da velocidade do vento: 2,2 m s^{-1} a 3,0 m s^{-1}). Com relação ao potencial mátrico (Figuras 3 a 12) observa-se que as condições de umidade no solo não apresentaram grandes diferenças entre as profundidades e entre as repetições. A redistribuição de água, segundo Perrens (1984), está diretamente relacionada com a textura do solo, pois verificou, em um solo de textura arenosa, a 0,5 m de profundidade, durante um período de dois dias, que a uniformidade aumentou de 60 % para 67 %. Entretanto, apenas nas Figuras 3, 8 e 11, extremidades da área de alcance do aspersor, nota-se um maior valor do potencial mátrico para todas as profundidades estudadas o que pode ser explicado devido a desuniformidade de distribuição de água pelo aspersor (Tabela 2) e também pela má redistribuição da mesma no perfil do solo conforme se distanciou do aspersor. Devido suas características granulométricas, o solo em estudo apresenta baixa retenção de água nas camadas superficiais do perfil e, a iluviação de argila nos horizontes mais profundos promove uma menor condutividade hidráulica dessas camadas profundas, o que leva ao menor potencial mátrico do solo (DANTAS et al., 1998).

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos concluiu-se que:

- a) A variabilidade na taxa de aplicação da lâmina de água, influenciou na redistribuição da água no interior do solo, conforme se distanciou do aspersor.
- b) Nas extremidades da área de alcance do aspersor, o potencial mátrico foi mais negativo, confirmando menor conteúdo de água e capacidade de redistribuição interna no perfil do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, R.M.C. **Uniformidade de distribuição de água do aspersor Agropoplo modelo NY 30**. Botucatu, 1996. 67p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 3 ed. Viçosa: UFV, 1984. 364p.

BRAKENSIEK, D.L.; ENGLEMAN, R.L.; RAWLS, W.J. Variation within texture classes of soil water parameters. **Transactions of ASAE**, St. Joseph. v. 24, n. 2, p. 335-339, 1981.

DANTAS, J.A.; SANTOS, M.C.; HECK, R.J. Caracterização de podzólicos amarelos irrigados e não irrigados do submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 22, n. 4, p. 761-771, 1998.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de levantamento e conservação dos solos. **Manual de métodos de análises de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

FELDENHEIMER, J. P. **Simulação da distribuição de água em sistema de irrigação por aspersão com linhas laterais em deslocamento linear e operação estacionária**. Botucatu, 1998. 63p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

HART, W.E. Subsurface distribution of monuniformly applied surface water. *Transactons of the ASAE*, St. Joseph. v. 15, n. 4, p. 656-61, 666, 1972.

HERNADEZ, F.B.T.; LEMOS FILHO, M. A.F.; BUZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: UNESP/FEIS/ Área de Hidráulica e Irrigação, 1995. 45p. (UNESP/FEIS/Área de Hidráulica e Irrigação. Série Irrigação, 1).

JAMES, L.G. **Principles of farm irrigation systems design**. New York: John Willey, 1988. 543p.

JENSEN, M.E. Summary and challengers. In : **Irrigation Scheduling Conference**, Chicago, 1981. Irrigation Scheduling for a water energy conservation in the 80's; proceedings. St. Joseph: ASAE, 1981. p.225.

KELLER, J. **Sprinkler irrigation**. Logan: Utah State University, 1984. 621p.

KINCAID, D.C. Impact sprinkler pattern modification. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 34, n. 6, p. 2307–2402, 1991.

LOPEZ, E.M. *Riego por aspersión*. Petrolina: SUDENE/MINTER - IICA, 1975. (Centro de Treinamento em Irrigação)

MARCIANO, C.R. **Variabilidade das leituras de tensiômetros e Sonda de nêutrons em experimentos de manejo de irrigação**. Piracicaba, 1995. 149p..

Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

PAIVA, J.B.D. **Uniformidade de aplicação de água, abaixo da superfície do solo, utilizando irrigação por aspersão.** São Carlos, 1980. 333p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos.

PERRENS, S.J. Numerical analysis of soil water uniformity under sprinkler irrigation. *Journal Agricultura Engineering research*, Cambridge, v. 30, p. 23-27, 1984.

REICHARDT, K. **Processos de Transferência no Sistema Solo-Planta-Atmosfera.** 4 ed Campinas: Fundação Cargil, 1985, 466p.

REZENDE, R. **Desempenho de um sistema de irrigação pivô-central quanto a uniformidade e eficiência de aplicação de água, abaixo e acima da superfície do solo.** Piracicaba, 1992. 86p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e drenagem) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

SCALOPPI, E.J. Eficiência de aplicação em sistema de irrigação por aspersão. **Irrigação e Tecnologia Moderna**, ADID, Brasília, n. 16, p. 37-40, 1984.

TOOYAMANI, K.P.; NORUM, D.I.; DUBETZ, S. Application rates and uniformity under center-pivot sprinkler irrigation systems using spray nozzles. **Canadian Agricultural Engineering**, Ottawa, v. 29, n.2, p. 149-54, 1987.

TURATTI, A.L. & REICHARDT, K. Variabilidade do armazenamento de água em terra roxa estruturada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 15, n. 3, p. 253-57, 1991.

VANZELA, L.S. **Avaliação da uniformidade de distribuição de água e uniformidade de armazenamento em um sistema de irrigação por aspersão convencional.** Ilha Solteira, 2001. 40p. Trabalho de graduação (Agronomia) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.

ZOTTOS, A.P. **Capacidade de uso da terra do Cinturão Verde.** Ilha Solteira, 1995. 82p Trabalho de graduação (Agronomia) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.

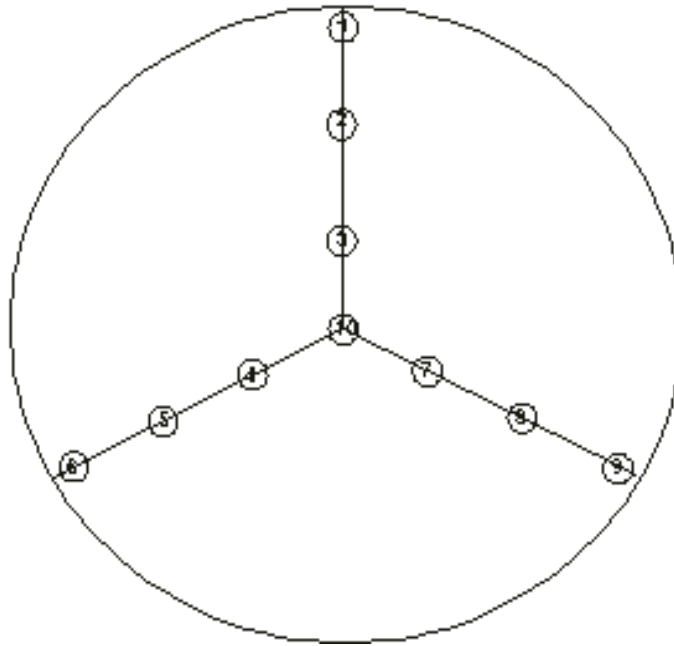


Figura 1: Croqui da localização da baterias de tensiômetros.

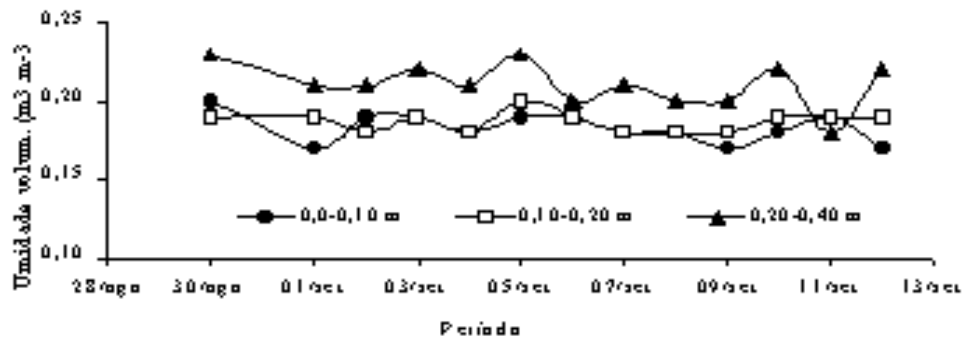


Figura 2. Umidade do solo no decorrer do tempo após sua saturação.

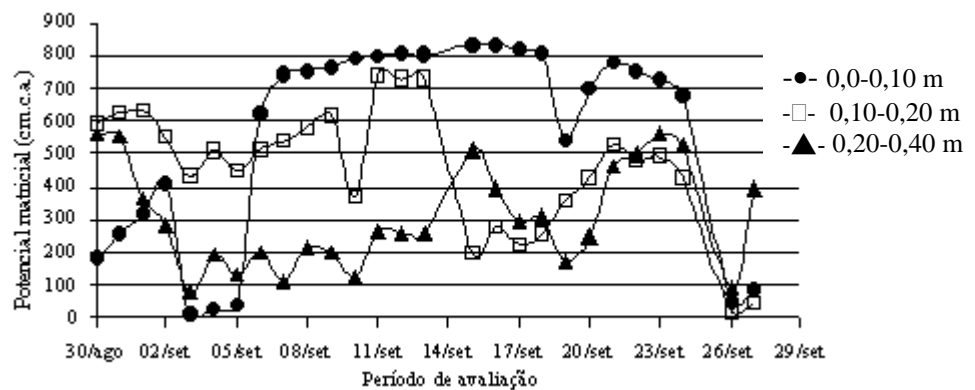


Figura 3: Potencial mátrico do solo nas profundidades de 0,10; 0,20 e 0,40 m no Tensiômetro 1.

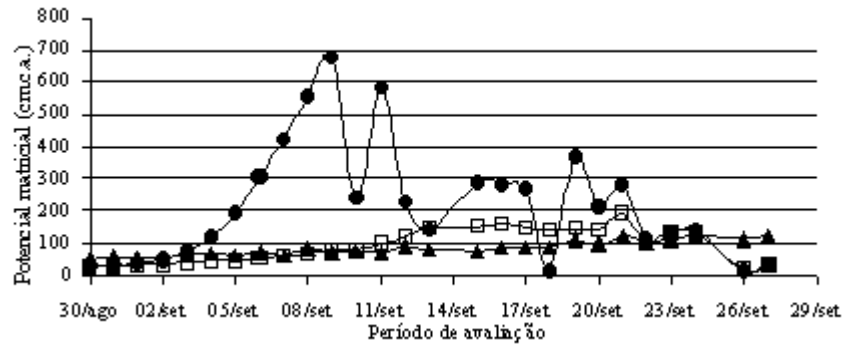


Figura 4: Potencial mátrico do solo nas profundidades de 0,10; 0,20 e 0,40 m no Tensiômetro 2.

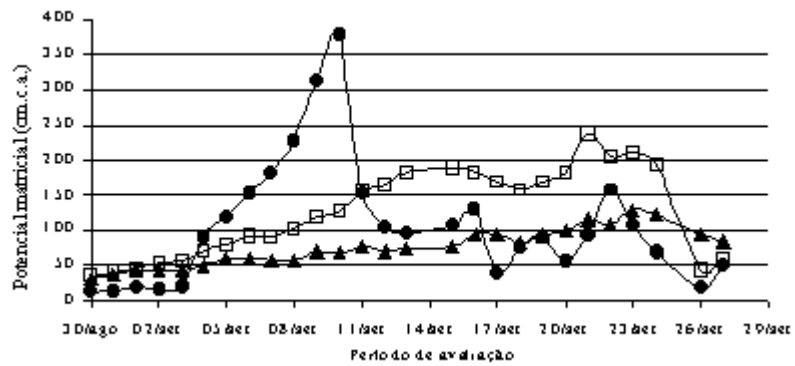


Figura 5: Potencial mátrico do solo nas profundidades de 0,10; 0,20 e 0,40 m no Tensiômetro 3.

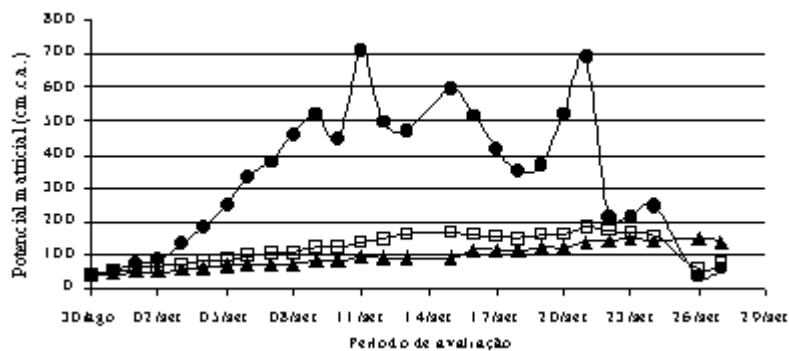


Figura 6: Potencial mátrico do solo nas profundidades de 0,10; 0,20 e 0,40 m no Tensiômetro 4.

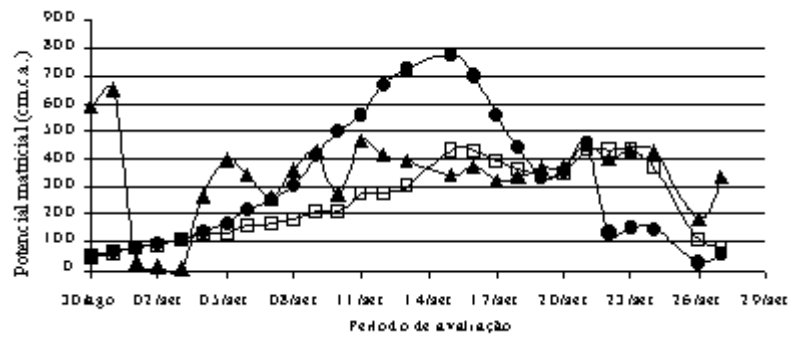


Figura 7: Potencial mátrico do solo nas profundidades de 0,10; 0,20 e 0,40 m no Tensiômetro 5.

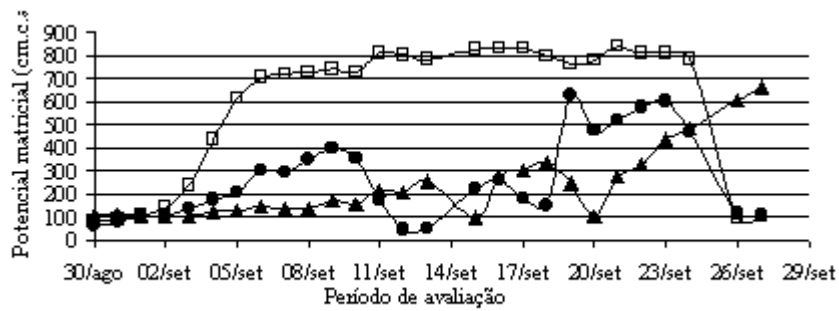


Figura 8: Potencial mátrico do solo nas profundidades de 0,10; 0,20 e 0,40 m no Tensiômetro 6.

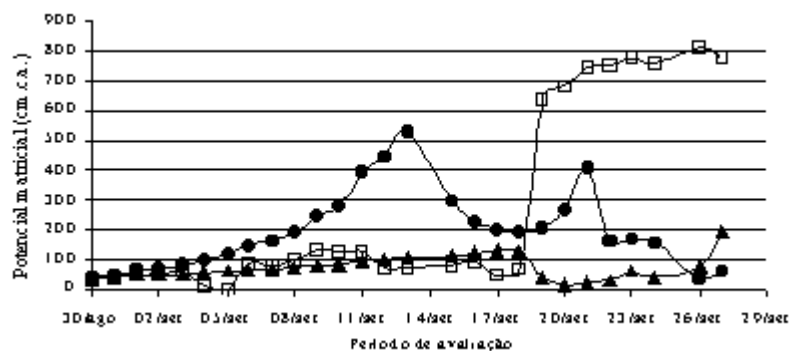


Figura 9: Potencial mátrico do solo nas profundidades de 0,10; 0,20 e 0,40 m no Tensiômetro 7.

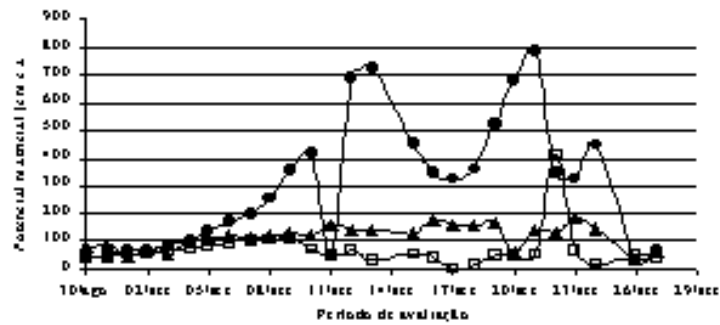


Figura 10: Potencial mátrico do solo nas profundidades de 0,10; 0,20 e 0,40 m no Tensiômetro 8.

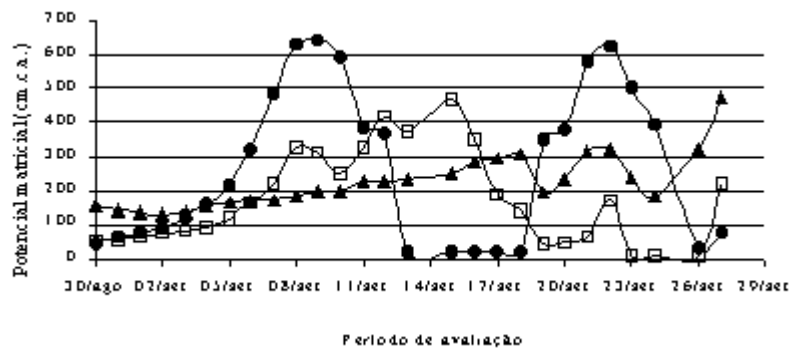


Figura 11: Potencial mátrico do solo nas profundidades de 0,10; 0,20 e 0,40 m no Tensiômetro 9.

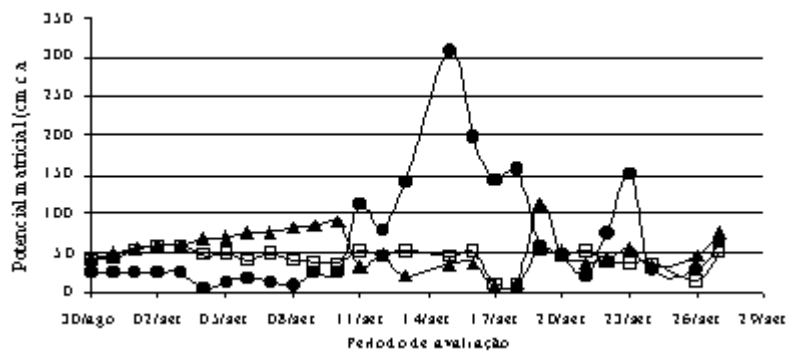


Figura 12: Potencial mátrico do solo nas profundidades de 0,10; 0,20 e 0,40 m no Tensiômetro 10.