

# MENSURAÇÃO DO POTENCIAL MÁTRICO E DA UMIDADE ATRAVÉS DE TENSÍOMETROS, TDR E GMS EM EXPERIMENTO DE CAMPO E LABORATÓRIO PARA FINS DE MONITORAMENTO DOS FLUXOS DE ÁGUA NO SOLO

Andréa P. de SOUZA<sup>1</sup>, Nelson F. FERNANDES<sup>1</sup>,  
Cláudio F. MAHLER<sup>2</sup> & Carlos A. R. MENDES<sup>2</sup>

## 1. INTRODUÇÃO

A caracterização da dinâmica hidrológica dos solos e o manejo adequado da água tornam-se cada vez mais importantes em estudos voltados à irrigação, à erosão, ao transporte de poluentes, entre outros. Sabe-se, no entanto, que os fluxos de água na porção superior dos solos e, conseqüentemente os processos de infiltração e de evapotranspiração, respondem de forma muito rápida aos eventos pluviométricos (Knapp, 1978; Libardi, 1995; entre outros). Desta forma, para se alcançar um real monitoramento hidrológico, o qual permita a caracterização da magnitude e da direção dos fluxos de água no interior dos solos, torna-se determinante a utilização de instrumentos que respondam de maneira precisa e rápida, ou seja, que possuam tempos de resposta bastante pequenos.

De um modo geral, o tensiômetro com manômetro de mercúrio é um dos instrumentos mais utilizados nestes monitoramentos hidrológicos (Villagra *et al.*, 1988; Fernandes *et al.*, 1989; entre outros). Mais recentemente, diversos sistemas automatizados vêm sendo desenvolvidos através do emprego de transdutores de pressão e de *dataloggers* (Fredlund & Rahardjo, 1993; entre outros). Paralelamente, destaca-se a utilização de instrumentos tais como o *GMS* (*Granular Matrix Sensor*), os quais baseiam-se na medição indireta do potencial mátrico a partir de sua relação com a resistência elétrica do solo úmido (Eldredge *et al.*, 1993). Entre as vantagens deste último, destacam-se a não necessidades de fluxagem, o maior alcance no limite máximo de leitura (-200 kPa) e a facilidade de automatização (Shock, 1998). Um problema bastante freqüente nestes estudos refere-se à grande variabilidade dos valores obtidos nas mensurações, uma vez que estes diversos instrumentos medem o potencial mátrico a partir de diferentes princípios. No entanto, poucos estudos têm investigado as variações entre as leituras feitas nos instrumentos utilizados no campo.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é a comparação dos dados de potencial mátrico da água no solo obtidos simultaneamente nos tensiômetros de manômetro de mercúrio, nos tensiômetros automatizados e nos *GMS*'s, sob diferentes níveis de sucção, através de experimentos de laboratório, permitindo posteriormente a instalação destes instrumentos em lisímetros de campo.

## 2. MATERIAL E METODOS

O monitoramento diário foi realizado na Estação de Agrometeorologia e no Laboratório de Pedologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, localizado na Ilha do Fundão.

De forma a caracterizar a dinâmica hidrológica em subsuperfície, da área da Estação foram delimitadas duas parcelas experimentais com dimensões de 2,0 m x 2,0 m,

onde uma parcela foi mantida sem gramínea e outra com gramínea, a fim de melhor compreender a influencia da vegetação na resposta hidrológica dos solos. Em cada parcela, foram utilizadas baterias com o total de três tensiômetros de manômetro de mercúrio e de *GMS*'s. Os instrumentos foram instalados nas profundidades de 8, 15 e 30 cm, as quais foram escolhidas a partir dos diferentes horizontes e camadas observadas ao longo do perfil de solo. Conforme Thurler *et al.* (1996) o solo da área se caracteriza como argilo-arenoso. Os dados pluviométricos foram coletados da Estação lates Clube Jardim Guanabara (mais próxima à área de estudo), os quais foram registrados em mm/24hs e concedido pela Fundação GEORIO.

Para o experimento no Laboratório de Pedologia foram utilizados três mini-lisímetros de laboratório, os quais consistem em um tanque plástico com dimensões de 60cm de diâmetro na parte superior e 40cm na inferior, e com altura de 50cm. Para o preenchidos dos três mini-lisímetros o solo utilizado foi coletado no perfil de uma toposequência, localizada a margem do campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), em Itaguaí. Este perfil foi previamente caracterizado, sendo o solo classificado como Planossolo álico, TB abrupto, A moderado, de textura argilo-arenosa, de relevo suave ondulado.

O interior de cada mini-lisímetro foi preenchido com uma camada de 30cm de solo arenoso (homogêneo), conforme descrito anteriormente. Já os últimos 10cm foram preenchidos com brita zero, facilitando assim a drenagem. Também com o intuito de permitir a drenagem, da melhor forma possível, foi inserida uma manta geossintética, BIDIN op 20, no sentido de impedir a passagem de partículas mais finas para camada, mais inferior, preenchida com brita. Ainda assim, no fundo dos mini-lisímetros foi inserida uma tela para evitar possíveis entupimentos na saída de água e evitando perdas do solo do tanque (mini-lisímetro).

Em cada mini-lisímetro foi instalado o tensiômetro automatizado, o equitensiômetro e o papel filtro utilizado por Mendes (2000) (todos para a mensuração do potencial matricial), o reflectômetro de domínio do tempo (TDR - para medição da umidade) e o geotermômetro (para a medição da temperatura do solo). Todos estes instrumentos foram instalados a 15cm de profundidade e tiveram seus registros automatizados, tendo sido conectados a um datalogger. Paralelamente foi utilizado um termohidrógrafo para o monitoramento da temperatura e da umidade do ambiente do laboratório.

O monitoramento teve duração de três meses. Durante o monitoramento dos instrumentos foram feitos dois ciclos de irrigação e drenagem, um em fevereiro e outro em março de 2000, a fim de aferir a resposta dos instrumentos. Desta forma, a segunda saturação ocorreu cerca de 45 dias após a primeira, quando o tensiômetro apresentava um potencial matricial em torno de -80 kPa no três mini-lisímetros. As leituras dos instrumentos foram coletadas após o início do ciclo de irrigação sendo no intervalo de 10 segundos nas primeiras 48 horas, passando para o intervalo de 2 horas, à medida que se observou a pequena variação dos dados de potencial matricial e umidade.

<sup>1</sup> Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Av. Brigadeiro Trompowski, s/n – CCMN. 21949-900 Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: andreap@igeo.ufrj.br

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia Civil – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro



Para a simulação dos ciclos de irrigação utilizou-se um "regador", tipo de jardinagem, a fim de distribuir da melhor forma possível o volume de água no solo, formando assim uma lâmina de água de 5cm acima do solo, sendo tal processo repetido sucessivamente, até a ocorrência da primeira drenagem, a qual ocorreu em torno de 1 hora após o início do ensaio.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados demonstram uma tendência dos instrumentos (em campo), principalmente o tensiômetro de manômetro de mercúrio e o sensor de matriz granular (GMS), a se comportarem de forma similar, principalmente em potenciais matriciais maiores, de -10kPa a -40kPa. Entretanto, quando o solo encontra-se em potenciais matriciais menores, acima de -50kPa, momento em que se inicia a drenagem, percebe-se assim uma divergência nas respostas dos instrumentos. Embora o comportamento do tensiômetro de manômetro de mercúrio responder com certa confiabilidade a uma faixa de -10kPa a -60kPa, à medida que os potenciais matriciais encontram-se menores que -60kPa, seu funcionamento demonstra-se comprometido. Tal processo encontra-se relacionado ao fenômeno de cavitação, com entrada de ar no sistema do instrumento, rompendo a coluna de mercúrio e conseqüentemente impossibilitando a leitura do instrumento, impedindo o monitoramento real dos dados. Entretanto tal fato pode ser sanado com a utilização em conjunto com GMS, o qual proporciona dados contínuos e com faixa de leitura acima de -70kPa.

A resposta do tensiômetro automatizado tem certa confiabilidade a potenciais matriciais entre -1kPa e -80kPa. Entretanto à medida que o potencial matricial aproxima-se de -80kPa o instrumento tende ao seu limite de resposta, passando então os dados não serem mais confiáveis. Embora tal fato ser uma problemática, por este ser automatizado, de registro contínuo através do *datalogger*, faz-se possível o maior controle do potencial matricial. Desta forma, no laboratório, ao se comparar à resposta do tensiômetro automatizado com a do reflectômetro de domínio do tempo (TDR), aos ciclos de irrigação e drenagem realizados em laboratório, pode-se perceber que as respostas de ambos foram satisfatórias. De tal forma que a escala de resposta dos instrumentos acompanhou os ciclos de irrigação induzidos, numa ordem de minutos. Permitindo assim caracterizar a rápida resposta da dinâmica hidrológica aos solos.

### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os instrumentos utilizados revelam-se eficientes, entretanto os GMS's possuem algumas vantagens em relação aos outros instrumentos, principalmente em relação ao seu são baixo custo e por minimizarem problemas inerentes aos tensiômetros de manômetro de mercúrio. Entretanto faz-se necessário à utilização de instrumentos automatizados juntamente com o *datalogger*, pois por falta deste no campo não foi possível caracterizar as frentes de umidade e ter um maior controle do potencial matricial, o qual seu monitoramento se faz de grande importância no controle da utilização de água de irrigação para as culturas. Assim como para a caracterização da direção e sentido dos fluxos da água no solo.

### 5. REFERÊNCIAS

- ELDREDGE, E. P.; SHOCK, C. C. & STIEBER, T. D. Calibration of Granular Matrix Sensor for Irrigation Management. *Agronomy Journal*, vol. 85, 1228-1232, 1993.
- FERNANDES, N. F., COELHO NETTO, A. L., & DEUS, C. E. Monitoramento dos fluxos d'água no solo: instrumentação alternativa. In II Simpósio de Geografia Física e Aplicada. Nova Friburgo, Rio de Janeiro, 1989.
- FREDLUND, D. G. & RAHARDJO, H. *Measurement of soil suction*. In: *Soil Mechanics for Unsaturated Soil*, chapter 4, New York, USA, John Wiley & Sons, Inc, 1993.
- KNAPP, B.J. *Infiltration and storage of soil water*. In: *Hillslope Hydrology*. Kirkby, M. J. (Org.), New York, John Wiley & Sons, pp. 43-72, 1978.
- LIBARDI, P. L. *Dinâmica da água no solo*. Editora ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo, 1ª ed., 497p, 1995.
- MENDES, C. A. R. *Mensuração da água no solo através da instrumentação automatizada em Mini-Lisímetros de laboratório para fins de estudos ambientais*. Tese de Mestrado em Engenharia Civil, COPPE – UFRJ, Rio de Janeiro. 112p, 2000.
- SHOCK, C. C. Granular Matrix Sensor Calibration for Irrigation Scheduling. *Agronomy Abstracts*. 1998.
- THURLER, E. R., GOMES, R. A. T. & FERNANDES, N. F. Infiltração e Drenagem nos Solos da Estação de Agrometeorologia da UFRJ. *Revista Sociedade & Natureza*, vol. 15, 293-297, 1996.
- VILLAGRA, M. M.; MATSUMOTO, O. M.; LIBARDI, L. P. E REICHARDT, K.. *Tensiometria e variabilidade espacial em terra roxa estruturada*. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 12, pp. 205-210, 1988.