

## Drenagem de solo argiloso e arenoso em lisímetros com nível constante<sup>(1)</sup>

Manoel Camilo Moleiro Cabrera<sup>(2)</sup>; Cristian Youlton<sup>(3)</sup> e Edson Wendland<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do CNPq e Fapesp

<sup>(2)</sup> Estudante de Doutorado; Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) – Universidade de São Paulo Cidade (USP); São Carlos, São Paulo; camilo@sc.usp.br <sup>(3)</sup> Estudante de Doutorado; Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) – Universidade de São Paulo Cidade (USP); <sup>(4)</sup> Professor; Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) – Universidade de São Paulo Cidade (USP).

**RESUMO:** A estrutura física e composição do solo influenciam o suprimento de água para evapotranspiração e percolação do excedente hídrico. O objetivo deste trabalho foi quantificar experimentalmente a drenagem em lisímetros cobertos com grama batatais (*Paspalum notatum*, F) e preenchidos com solo argiloso e arenoso. Foram utilizados dois lisímetros com nível mantido constante a um metro abaixo da superfície do terreno. Os lisímetros possuem sistemas de drenagem na forma de espinha de peixe para drenar o excedente de água. Um lisímetro foi preenchido com solo arenoso (lis-aren) e o outro com solo argiloso (lis-arg). A precipitação foi medida com um pluviômetro Ville de Paris. Para o primeiro ano hidrológico, os lisímetros drenaram 68 a 69% da precipitação. Já para o segundo ano, este valor foi reduzido para 55%. Os resultados obtidos após 45 eventos de drenagem indicaram que a percolação apresentou valores semelhantes nos dois lisímetros. A drenagem do lis-aren para o ano hidrológico 2010-2011 foi comparada com a recarga subterrânea, estimada pelo método Water Table Fluctuation. Verificou-se que a recarga do aquífero é quase a metade da percolação medida no lis-aren.

**Termos de indexação:** Recarga, Percolação e Infiltração

### INTRODUÇÃO

Um dos principais desafios para a agricultura em solos de diferentes texturas é gerir a quantidade e a distribuição temporal de água no solo, principalmente na zona de raiz (Tan et al., 2002). O tipo de cobertura e textura do solo podem influenciar a distribuição e quantidade de água no perfil, afetando a divisão de água entre escoamento, evapotranspiração, infiltração e drenagem profunda (Bryant et al., 1987). O conhecimento da dinâmica de infiltração é fundamental em regiões onde a água para abastecimento é obtida a partir de reservas subterrâneas. A infiltração é o processo chave no ciclo hidrológico, uma vez que controla a geração de escoamento superficial e de drenagem profunda (Neris et al., 2012). A drenagem profunda é responsável diretamente pela recarga dos aquíferos. Sua determinação é de extrema importância para aplicações hidrológicas (Corradini et al., 2011).

Uma técnica difundida e utilizada para medir a lixiviação de compostos, nutrientes e a quantidade de água drenada por um perfil de solo é a utilização de lisímetros (Aboukhaled et al., 1982).

O objetivo principal deste estudo é quantificar experimentalmente a drenagem em lisímetros cobertos com grama batatais (*Paspalum notatum*, F) e preenchidos com solo argiloso e arenoso.

### MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na bacia hidrográfica do Lobo (coordenadas extremas 22°10' S lat. 22°20' S lat.; 47°45' O long. 47°55' O long.) em Itirapina, São Paulo (**Figura 1**).

O experimento foi conduzido na Estação Climatológica do Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada (CRHEA) da Universidade de São Paulo. A Estação está a 733 m acima do nível do mar e apresenta precipitação média anual, temperatura e umidade relativa de 1.493 mm, 21,5°C e 71% respectivamente (Machado & Mattos, 2001).



**Figura 1** - Localização da área experimental

O clima da região de acordo com a classificação de Wilhem Köppen é CWA, clima temperado devido à altitude, com inverno seco, apresentando pouca deficiência de água. A classificação de Thornthwaite e Matter (1955) descreve o clima como sendo do tipo B2 r B'3 a', clima úmido, com pequena deficiência hídrica (nos meses de junho, julho e agosto) e mesotérmico (Mattos et al., 1998).

Dois lisímetros (**Figura 2**) foram utilizados nesse estudo, um preenchido com solo arenoso e outro com solo argiloso, ambos com nível constante de água (1,0 m abaixo do nível do terreno). Os reservatórios principais foram feitos de fibra de vidro e têm 1,88 m de diâmetro superior, 1,52 m de

diâmetro inferior e 1,32 m de profundidade. Cada lisímetro possui uma superfície evaporante com 2,78 m<sup>2</sup> de área. No fundo da caixa principal foi instalado um sistema de drenagem na forma de espinha de peixe para drenar a água percolada após as precipitações.

A Estação Climatológica e a superfície evaporante dos lisímetros foram vegetadas com grama batatais. A vegetação foi mantida com uma altura variando entre 6 e 12 cm.

A drenagem dos lisímetros foi medida em caixas de polietileno com capacidade para 0,310 m<sup>3</sup> e os dados de precipitação foram obtidos utilizando um pluviômetro Ville de Paris.

O solo arenoso foi coletado na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Onça, (22° 10' 33,9" S lat.; 47° 57' 14,0" O long.) localizada no município de Brotas, São Paulo. O material desagregado foi retirado em camadas com 30 cm de espessura, e depositado no lisímetro obedecendo a sequência que se encontrava no campo. Este solo é representativo de área de afloramento do Sistema Aquífero Guarani (Wendland et al., 2007).

O solo argiloso foi coletado, de forma desagregada, em uma área de mineração. Este local situa-se dentro da Bacia Hidrográfica do Uberabinha (19° 20' 41,1" S lat.; 47° 54' 46,3" O long.) no município de Uberaba, Minas Gerais. O solo é utilizado como matéria prima para fabricação de tijolos refratários.

A composição granulométrica é indicada na **Tabela 1**. A classificação detalhada dos solos foi apresentada por Cabrera (2011).

**Tabela 1** - Granulometria dos solos

Diâmetro da Partícula (mm)	Granulometria (%)	
	Lis-Arg	Lis-Aren
ABNT		
Pedregulho>2,0	0,7	0,3
2,0>Areia Grossa>0,6	2,6	8,8
0,6>Areia Média>0,2	8,8	63,6
0,2>Areia Fina>0,06	2,4	16,4
0,06>Silte>0,002	20,1	10,9
0,002>Argila	65,4	

O solo do lisímetro argiloso (lis-arg) possui predominância de partículas finas (65,4% de argila e 20,1% de silte) em sua composição, apresentando característica marcante de plasticidade de argilas siltosas.

O solo do lisímetro arenoso (lis-aren) é caracterizado como areia fina a média, pois possui a predominância de areias (80%) em sua composição. Apresenta característica não coesiva e não plástica,

sendo formado por minerais ou partículas de rochas.

Foram analisados 45 períodos com medição da drenagem ocorrida nos lisímetros durante 27 meses (30/10/2010 a 30/01/2013).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a **Figura 3**, houve pouca diferença na drenagem dos lisímetros, sendo que a maior diferença de drenagem foi de 24,5 mm (período 21).

A primeira época chuvosa (novembro/2010 a abril/2011) apresentou a maior precipitação acumulada (1605,3 mm) e a maior drenagem acumulada (1125,2 mm p/ lis-aren e 1150,3 mm p/ lis-arg). Já a temporada chuvosa 2011/2012 (outubro/2011 a abril/2012) apresentou 1312,7 mm de precipitação acumulada e drenagens de 737,3 mm para o lis-aren e 709,0 mm para o lis-arg.

Durante o ano de 2011, a temporada seca ocorreu nos meses de maio a setembro. A precipitação acumulada nesses meses foi de 109,6 mm e houve apenas dois períodos de drenagem (17 e 18) com 43 mm para o lis-arg e 20 mm para o lis-aren. Para a temporada seca de 2012, a precipitação acumulada foi de 360,6 mm e houve sete períodos de drenagem (32 a 38) sendo o total drenado 208 mm para o lis-aren e 209,4 mm para o lis-arg. Em três desses períodos a drenagem não superou 5 mm.

Durante o primeiro ano (novembro-2010 a outubro-2011), a grama batatais não se desenvolveu plenamente, deixando o solo argiloso desnudo em boa parte da superfície evaporante do lis-arg. Em novembro-2011, para corrigir o problema, foi feito um novo plantio com grama batatais. Já para o lis-aren o desenvolvimento da grama foi satisfatório.

O primeiro ano hidrológico (nov/2010 a set/2011) teve 1715 mm de precipitação sendo a drenagem do lis-arg com 1194 mm, enquanto que a do lis-aren foi de 1164 mm.

Para o segundo ano hidrológico (out/2011 a set/2012) a precipitação foi de 1673 mm, a drenagem do lis-arg foi 918 mm e a do lis-aren 912 mm.

Para o período de out/2012 a jan/2013 a precipitação foi de 785 mm, a drenagem do lis-arg foi de 348 mm e a do lis-aren 349 mm.

Para o primeiro ano hidrológico, os lisímetros drenaram aproximadamente 68 % da precipitação. Já para o segundo ano este valor foi reduzido para 55%.

Lucas et al. (2012) calcularam a recarga subterrânea do Sistema Aquífero Guarani, através



do método Water Table Fluctuation - WTF, para o mesmo solo do lis-aren e o mesmo clima. Os autores utilizaram dados de 4 poços de monitoramento localizados em pastagem, obtendo para o ano hidrológico 2010-2011 uma recarga de 623 mm. A drenagem para o mesmo período no lis-aren foi de 1146 mm. Verifica-se uma diferença de 523 mm entre os valores obtidos.

Conclui-se que a drenagem após o primeiro metro do perfil do solo arenoso é quase o dobro da percolação profunda que realmente recarrega o aquífero. A água percolada pode ser desviada por fluxos subsuperficiais, aproveitada pela evapotranspiração ou direcionada para corpos d'água.

Kitching & Bridge (1977) operaram durante três anos, dois lisímetros em região de arenito e observaram que a recarga obtida por este método foi sempre superior à obtida por outros métodos. Kitching et al. (1974) empregando um lisímetro de grandes dimensões (1500 m<sup>2</sup>, profundidade de 5 m) totalmente isolado lateral e inferiormente, afirmaram que a tendência em superestimar a recarga se acentua em lisímetros pouco profundos por não considerarem os efeitos de retardo durante a percolação da água através da zona não-saturada do solo.

## CONCLUSÕES

Neste estudo foi quantificada a drenagem em lisímetros de nível constante preenchidos com solo arenoso e argiloso. Os lisímetros apresentaram valores semelhantes de drenagem após 27 meses de estudo, variando entre 55 e 68% da precipitação registrada no período.

Comparando as estimativas de recarga pelo método WTF com a drenagem do lis-aren para o primeiro ano hidrológico, verifica-se que a percolação através do primeiro metro do solo é quase o dobro da quantidade de água que realmente recarrega o aquífero, em área de pastagem.

Desta forma, fica evidenciada a aplicação limitada dos lisímetros para estimativas de recarga e a necessidade da diferenciação entre recarga potencial e real.

## REFERÊNCIAS

ABOUKHALED, A.; ALFARO, A.; SMITH, M. Lysimeters. FAO Irrigation and Drainage Paper, v. 39, n. 1, p. 68, 1982.

BRYANT, G. J.; IRWIN, R. W.; STONE, J. A. Tile drain discharge under different crops. Canadian Agricultural Engineering, v. 29, n. 2, p. 117-122, 1987.

CABRERA, M. C. Quantificação da alteração no balanço hídrico devido a cavas de mineração utilizando lisímetros e tanques de evaporação. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

CORRADINI, C. et al. A parameterized model for local infiltration in two-layered soils with a more permeable upper layer. Journal of Hydrology, v. 396, n. 3-4, p. 221-232, 13 jan. 2011.

KITCHING, R. et al. Lysimeter installations in sandstone at Styrrup, Nottinghamshire. Journal of Hydrology, 33(3/4):219-232. 1974.

KITCHING, R. & BRIDGE. Recharge to Bunter Sandstone determined from lysimeters. Journal of Hydrology, 33(3/4):267-278. 1977.

LUCAS, M. C. et al. Estimativa de recarga subterrânea em área de afloramento do Sistema Aquífero Guarani. Boletim Geológico y Minero, Espanha, v.123 n.3, p.311-323

MACHADO, R. & MATTOS, A. Construção e instalação de um lisímetro com sistema de drenagem. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 147-151, 2001.

MATTOS, A. et al. Caracterização climática da represa do Lobo (Itirapina-SP). n. Congresso Brasileiro de Meteorologia, 1998.

NERIS, J. et al. Vegetation and land-use effects on soil properties and water infiltration of Andisols in Tenerife (Canary Islands, Spain). CATENA, v. 98, p. 55-62, nov. 2012.

TAN, C. et al. Effect of tillage and water table control on evapotranspiration, surface runoff, tile drainage and soil water content under maize on a clay loam soil. Agricultural Water Management, v. 54, n. 3, p. 173-188, 2 abr. 2002.

WENDLAND, E. et al., Water balance in the Guarani Aquifer outcrop zone based on hydrogeologic monitoring. Journal of Hydrology, v. 342, n. 3-4, p. 261-269, 1 set. 2007.

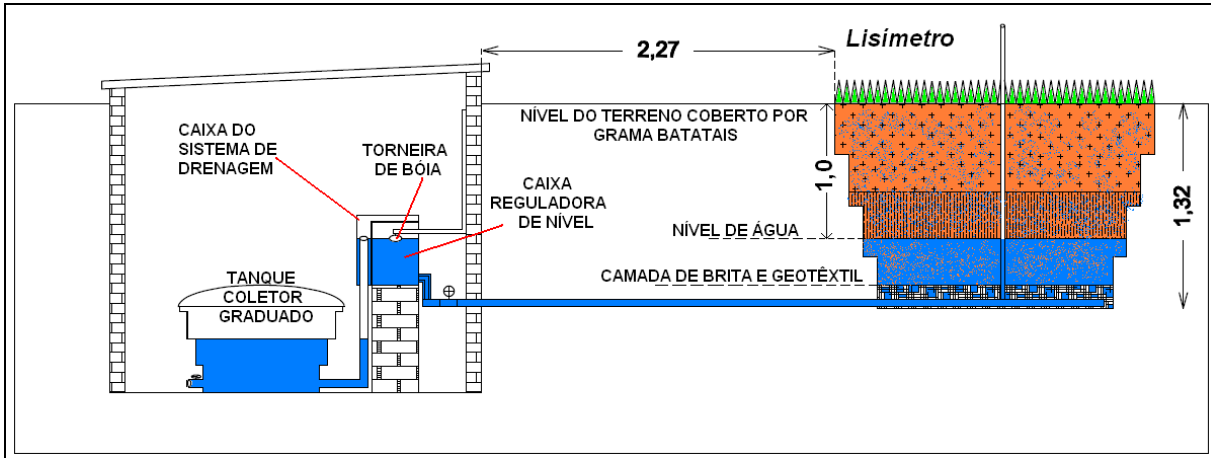


Figura 2 - Lisímetro com nível constante e sistema de drenagem.

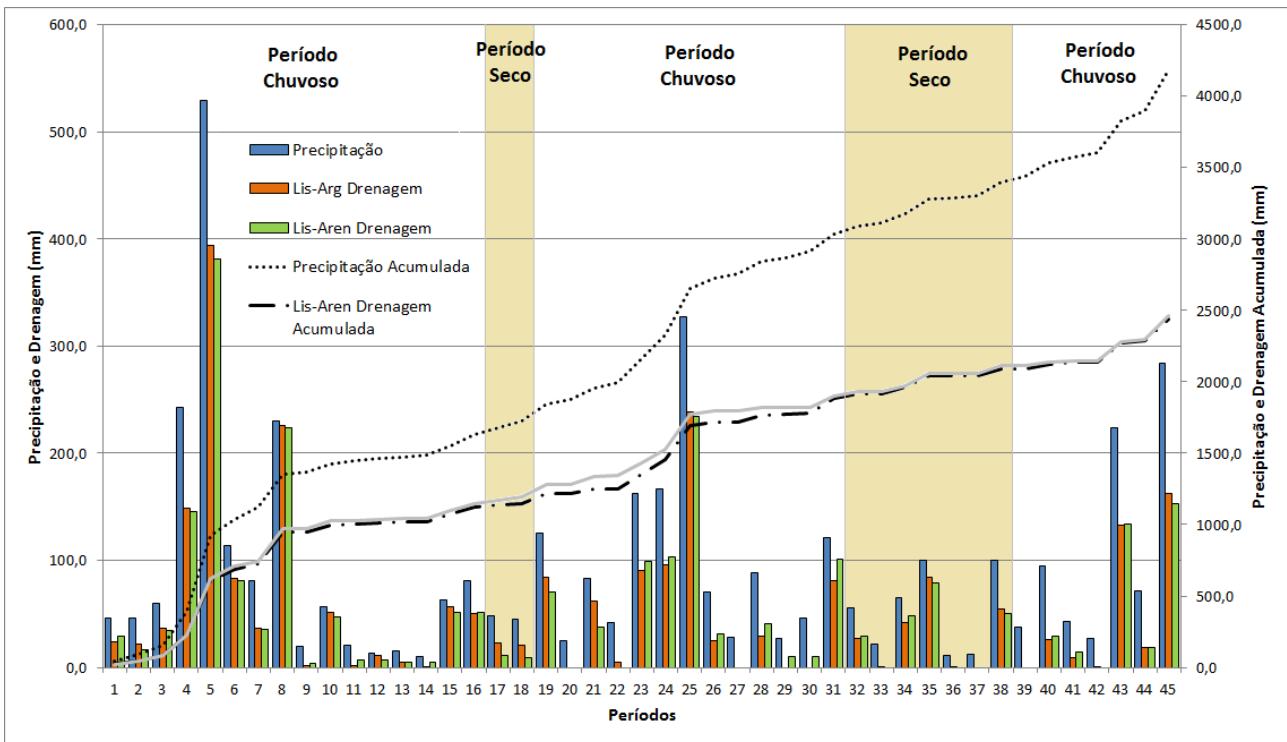


Figura 3 - Precipitação e drenagem observadas nos períodos analisados.