

Monitoramento contínuo do potencial matricial como base para o estudo de infiltração e armazenamento da água no solo

Lawall, S. (UFRJ) ; Mota, P.O. (UFRJ) ; Cazé, R.P.H. (UFRJ) ; Fernandes, N.F. (UFRJ)

RESUMO

O monitoramento contínuo da água no solo (potencial matricial) é uma importante ferramenta à gestão de bacias hidrográficas, mas pouco explorado. Assim, objetiva-se interpretar a hidrologia dos solos em perfis com diferentes coberturas, na região serrana do Rio de Janeiro. Para tal, foram instaladas cinco estações watermark em áreas de floresta, agricultura e pastagem, juntamente com análise das propriedades físicas. Observa-se alta infiltração e baixa retenção nos perfis florestados, o contrário em pastagem.

PALAVRAS CHAVES

MONITORAMENTO; HIDROLOGIA DOS SOLOS; USO DO SOLO

ABSTRACT

The continuum monitoring of the water in soil is a very important tool for catchment management but it is a little explored. Therefore, the goal of this research was to interpret soil hydrology on different profiles and land uses. For this, five watermark stations were installed in rainforest, farming and pasture. Together, soil physics proprieties were analysis. We observed that the highest infiltration and the lowest retention of water in rainforest. The opposite was observed in the pasture and in the farming

KEYWORDS

MONITORING; SOIL HYDROLOGY; LAND USE

INTRODUÇÃO

Nos estudos sobre a hidrologia dos solos não há consenso sobre quais fatores condicionam a distribuição espacial da umidade. Os trabalhos encontrados na literatura se dividem entre aqueles que apontam os parâmetros topográficos como os mais importantes (GRAYSON, 1997), os que dizem que é a cobertura vegetal (QIU, 2001) e ainda os trabalhos que dão relevância ao papel das propriedades físicas, da radiação solar e da precipitação (FAMIGLIETTI 1998; WESTERN, 2004). Essa dificuldade em identificar a importância relativa dos fatores que controlam a dinâmica hidrológica se deve pela mútua e múltipla influência dos diversos fatores (FAMIGLIETTI, 1998), por isso, a relação da umidade do solo com os seus fatores condicionantes está longe de ser esgotada. Dentre as formas de se estudar a umidade uma é através do monitoramento do potencial matricial (Ψ_m) pois, a água é retida no solo por forças de atração estabelecidas entre as moléculas de água e as partículas do solo. Assim, em solo seco, quando há entrada de água, inicialmente as forças capilares atraem e aprisionam a água nos poros do solo. À medida que o solo torna-se saturado, as forças capilares deixam de atuar sendo substituídas pela gravitacional. Em solos saturados, a energia é nula, logo, o potencial matricial é também nulo ($\Psi_m = 0$), pois os poros estarão todos preenchidos com água. Quanto mais seco o solo, mais negativa é a energia; mais negativo o potencial matricial ($\Psi_m \neq 0$) (HILLEL, 1980). Partindo desse princípio, o controle do potencial matricial no solo, in situ, é uma boa ferramenta para análise dos processos de retenção e drenagem da água no perfil sendo útil aos estudos de produção de água na bacia hidrográfica e evolução da paisagem geomorfológica. Neste sentido, o objetivou-se avaliar os processos de infiltração e retenção da água no perfil do solo, através do monitoramento em campo, em diferentes tipos de cobertura na bacia hidrográfica experimental do Bonfim na Região Serrana do Rio de Janeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

A Bacia Hidrográfica do rio Bonfim, afluente do Paraíba do Sul, está localizada na Região Serrana do

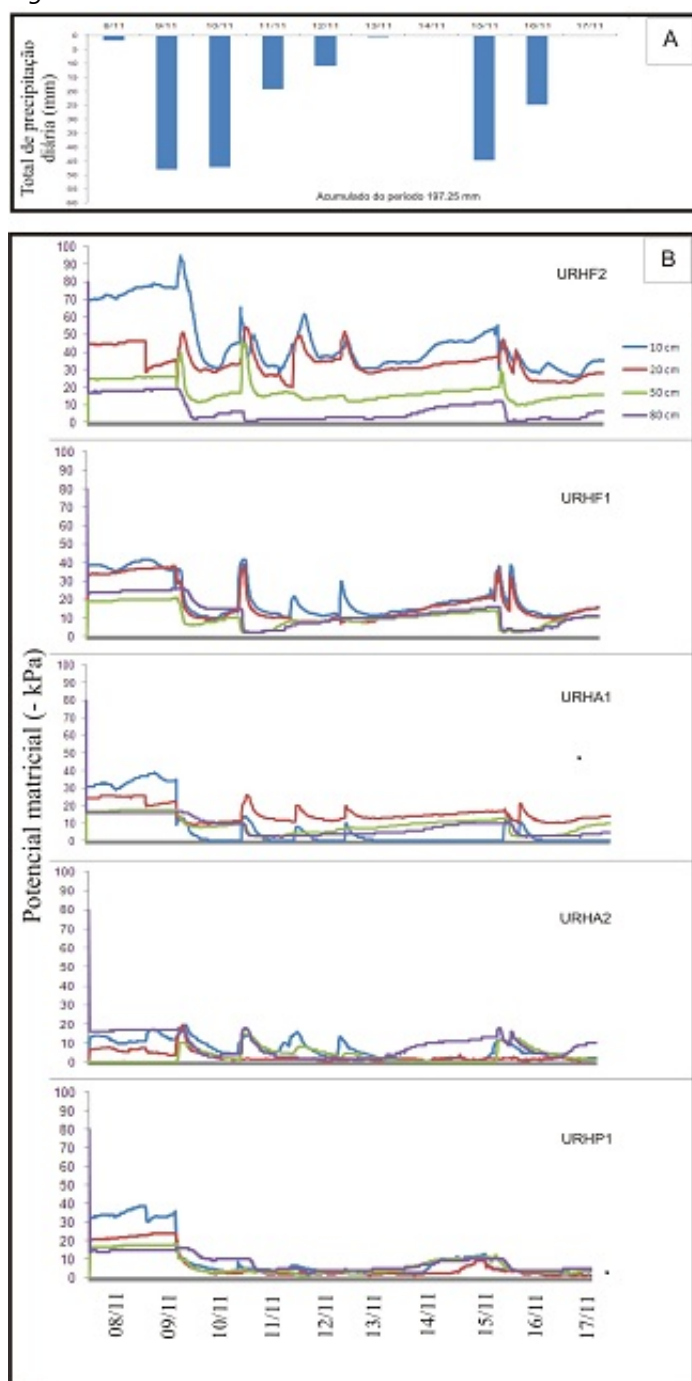
Rio de Janeiro, no município de Petrópolis, com área total de 27 km². A bacia apresenta zonas montanhosas escarpadas, de declividade acentuada e topografia bastante acidentada, com presença de depósitos de tálus. Os solos são predominantemente rasos, da classe dos Neossolos Litólicos próximo aos afloramentos e Cambissolos e Latossolos (GOULART, 1999) no médio curso do rio Bonfim. Quanto ao clima, apresenta temperaturas amenas e precipitação anual média de 2000 mm, típico de clima tropical de altitude. O vale do Bonfim possui uso predominante agrícola, área urbana, floresta de Mata Atlântica em recuperação e pastagem. Neste ambiente, cinco estações Watermark (modelo 900, Irrrometer), as quais medem diretamente o potencial matricial do solo em kPa e indiretamente a umidade, foram instaladas nas Unidades de Resposta Hidrológica (URH) selecionadas seguindo a proposta de PARK VAN DE GIESEN (2004) mantendo como critério principal a diferença de cobertura do solo formando, portanto, URHF1 e URHF2 representantes de cobertura florestada, URHA1 e URHA2 para agricultura e URHP1, pastagem. A estação watermark é composta por um datalogger, sete sensores de potencial matricial e um de temperatura, os quais foram cravados no perfil do solo nas profundidades de 10, 20,50 e 80 centímetros da superfície, com repetição para as três primeiras profundidades como fator de segurança à obtenção do dado. Os intervalos de leitura foram de 30 minutos os quais, em conjunto com os dados de precipitação total diária, obtidos através da CPRM-SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, auxiliaram na análise do processo de infiltração e retenção da água no solo. Paralelamente, amostras de solo foram coletadas, em pontos próximos às estações watermark, para obtenção das propriedades físicas tais como, granulometria, porosidade total, densidade do solo e de partículas, seguindo a metodologia da EMBRAPA (1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de potencial matricial das cinco estações foram organizados em gráficos juntamente com a precipitação total diária (figura 01). De modo geral, pode-se observar que as maiores oscilações nos valores de kPa encontram-se em URHF2, URHF1, e as menores em URHP1. Observando as respostas dos sensores diante da precipitação total do dia 09, com 45 mm, e do dia 12 com 10 mm, verifica-se que a do dia 09 foi suficiente para saturar os perfis de todas as unidades com exceção da URHF2. Neste perfil ocorre alta infiltração e a precipitação não foi suficiente para saturá-lo, na forma do gráfico, pode-se ainda observa-se a passagem da água no perfil como “efeito cascata” (LAWALL, 2010) crescente de 10 para 80 cm. No dia 12 as florestas, que estavam em drenagem vertical, foram sensíveis a chuva apenas no topo do solo diferente da agricultura e pastagem que estavam em drenagem e voltaram a saturação. Em URHA1 há maior drenagem em 20 cm, ao passo que em 10 cm ocorre maior saturação, podendo ser justificada pela constante irrigação. As precipitações do dia 11 e 16 com total inferior a 25 mm foram suficientes para saturar os perfis sob agricultura. Em URHP1 a precipitação do dia 9 gera saturação em URHP1 permanecendo este saturado por todo período, indicando, portanto, baixa infiltração e alta retenção. Analisando a figura 02, constata-se alto percentual de areia nos perfis e maior percentual de argila na pastagem. Na porosidade total, a pastagem tem os menores valores, condizente aos estudos em pastagem no vale do Paraíba CAMBRA (1998) apontando redução dos poros pelo pisoteio e exposição à erosão. Por outro lado, a floresta apresentou os maiores valores, em função da atividade biogênica que favorece a formação dos macroporos e caminhos preferenciais, CASTRO JR (1991) e BUTLE E HOUSE (1997). E na agricultura, observou-se comportamento contrário ao da floresta, com aumento da porosidade total do topo para maiores profundidades indicando possível reflexo das práticas de manejo que, em longo prazo, comprometem a qualidade física dos solos, como visto em BERTOLINO (2004). A densidade aparente foi maior na URHP1, concordando com valores em CAMBRA (1998) de 1,40 a 1,48 g/cm³. Na floresta, ela foi menor, seguindo o mesmo raciocínio para porosidade. A agricultura foi o tipo de uso com comportamento intermediário. A maior movimentação de água no perfil foi áreas florestadas pode estar associada com a menor densidade do solo, maior porosidade total e ainda, a presença de maior percentual de areia. Nas URHF, precipitações inferiores a 45 mm não saturam o solo, ou seja, todo volume que atinge a superfície é infiltrado, assim como afirma HARDEN E SCRUGGS (2003), que avaliaram infiltração em ambientes tropicais serranos na América do Sul e obtiveram comportamento similar ao observado na bacia do Bonfim. Em URHP1 onde a saturação foi atingida com a primeira precipitação total de 40 mm, as demais precipitações podem ter gerado escoamento superficial por excedente a infiltração, como em FERNANDES E COELHO-NETTO (1994)

pesquisando ambiente de pastagem no Vale do Paraíba. Além da saturação, o retardo na movimentação da água que atinge 80 cm pode ser explicado pela redução da porosidade, aumento da densidade e da argila no perfil que propiciam as características de retenção, contrário aos ambientes florestados. Em solos agrícolas, a saturação é atingida em precipitações inferiores a 20 mm, com infiltração superior a pastagem, mas, diante de totais superiores a 40 mm de precipitação, pode desencadear escoamento superficial. Características de redução da porosidade e aumento da densidade na superfície reduzem a infiltração, mesmo com solos francos, como descrevem BERTOLINO (2004) e SILVA (2005) acerca do efeito do manejo inadequado do solo para agricultura.

Figura 01



a) Precipitação total diária no período de 08 a 17/11/ 2009. b) Gráficos de Potencial Matricial das URH Florestadas, URH Agrícola e URH Pastagem

Figura 02

URH	Profundidade	Areia	Silte %	Argila	Dp g/cm ³	Dg	Pt %
Floresta	0-10	70,20 a	26,73 a	3,07 a	2,29 a	1,01 a	55,99 a
	10-20	68,03 a	27,81 a	4,16 a	2,43 a	1,12 a	54,18 a
	40-50	66,89 a	26,53 a	6,58 a	2,47 a	1,18 a	52,39 a
Agricultura	0-10	53,92 b	32,62 b	13,45 b	2,46 a	1,15 a	53,17 a
	10-20	49,32 b	34,09 b	16,59 b	2,38 a	1,11 a	53,25 a
	40-50	48,11 b	30,16 b	21,72 b	2,42 a	1,08 a	55,47 a
Pastagem	0-10	43,89 c	27,76 a	28,35 c	2,41 a	1,34 b	44,47 b
	10-20	38,08 c	26,62 a	35,29 c	2,50 a	1,34 b	46,50 b
	40-50	38,28 c	22,55 a	39,17 c	2,47 a	1,39 b	43,70 b

Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna não diferem entre si estatisticamente pelo teste Tukey a 95% de confiança

Propriedades físicas do solo – Textura (Areia, Silte e Argila), Densidade de Partículas (Dp), Densidade Global (Dg) e Porosidade Total (Pt) das URHs

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ordem de movimentação de fluxos mais rápidos e gravitacionais foi floresta- agricultura-pastagem, assim tem-se o contrário para retenção da água no solo. As características do topo do solo influenciaram na dinâmica hidrológica dos solos, no entanto, em ambiente serrano, as características pedo-geomorfológicas tiveram destaque, principalmente na granulometria dos solos e na presença de tálus os quais potencializam a formação de caminhos preferenciais aumentando a infiltração na floresta. Com o monitoramento automático é possível relacionar os resultados obtidos com a possível produção de água na bacia, estudos de erosão, recarga de aquíferos, dentre outras possibilidades. Além disso, estes dados podem alimentar modelos hidrológicos para simulação de fluxos de água nos solos, especial em de ambientes serranos, onde os dados de campo são escassos pela dificuldade de acesso pelas altas declividades e heterogeneidade da paisagem

AGRADECIMENTOS

À Capes pela bolsa de fomento à pesquisa Programa de Pós-Graduação em Geografia pelo curso de Doutorado CPRM-Serviço Geológico do Brasil pelo fornecimento de dados e manutenção das estações pluvio-fluviométrica Comunidade Rural do Bonfim pela presteza e participação

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- BERTOLINO, A. V. F. A. (2004) Influência do manejo na hidrologia de solos agrícolas em relevo forte ondulado de ambiente serrano: Paty do Alferes - RJ, 169 pp, IGEO/PPGG, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Tese de Doutorado
- BUTLE, J. M. HOUSE, D. A. (1997) Spatial variability of saturated hydraulic conductivity in shallow macroporous soils in a forested basin. *Journal of Hydrology*, 203, 127-142
- CAMBRA, N. F. E. (1998) Movimentos de água na porção superior de solos sob pastagem: o papel do sistema radicular, 144 pp, IGEO/PPGG, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado
- CASTRO JR., E. (1991) O papel da fauna endopédica na estruturação física do solo e seu significado para a hidrologia de superfície. 150 p – IGEO/PPGG, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado
- EMBRAPA. (1997). Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro EMBRAPA-CNPQ.

FAMIGLIETTI, J. S. et al. (1998) Variability in surface moisture content along a hillslope transect:

Rattlesnake Hill, Texas. *Journal of Hydrology* [S.I.], v. 210, n. 1-4, p. 259-281.

FERNANDES, N. F.; COELHO NETTO, A. L. Subsurface hydrology of layered colluvium mantles in unchannelled valleys - South-Eastern Brazil. *Earth Surface Processes and Landforms* [S.I.], v. 19, n. 609-626, 1994.

GOULART, D. R. (1999). Diagnóstico da suscetibilidade à erosão dos solos da Bacia Hidrográfica do Bonfim - Correias, Petrópolis - RJ. 128 f. - Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro Rio de Janeiro. Dissertação Mestrado.

GRAYSON, R. B., WESTERN, A. W., CHIEW, F.H.S., BLOSLCH G., (1997). Preferred states in spatial soil moisture patterns: local and nonlocal controls. *Water Resource Research*, v. 33, p. 2897-2908,

HARDEN, C. P.; SCRUGGS, P. D. (2003) Infiltration on mountain slopes: a comparison of three environments. *Geomorphology* [S.I.], v. 55, p. 5-24.

HILLEL, D. (1980), *Fundamentals of soil physics*, Academic press, San Diego, California.

LAWALL, S. (2010) Modificações na hidrologia dos solos em resposta as alterações de uso e cobertura na Bacia Hidrográfica do Bonfim, Região Serrana do Rio de Janeiro. UFRJ/PPGG, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 202 p. Dissertação de mestrado

PARK, S. J.; VAN DE GIESEN, N. (2004) Soil-landscape delineation to define spatial sampling domains for hillslope hydrology, *Journal of Hydrology*, 295(1-4), 28-46.

QIU, Y., FU, B., WANG, J., CHEN, L. (2001) Soil moisture variation in relation to topography and land use in a hillslope catchment of the Loess Plateau, China. *Journal of Hydrology*, v. 240, p. 243-263,

SILVA, A. J. N. et al (2005), Efeito de sistemas de uso e manejo nas propriedades físico-hídricas de um argissolo amarelo de Tabuleiro Costeiro, *R. Bras. Ci. Solo*, 29, 833-842.

WESTERN, A. W. et al. (2004) Spatial correlation of soil moisture in small catchments and its relationship to dominant spatial in hydrological processes. *Journal of Hydrology* [S.I.], v. 286, p. 113-134.