

# Avaliação da retenção de água no solo sob diferentes usos em uma região de Floresta Ombrófila Mista da região centro-sul do Paraná

Evaluation of water retention in soil under different uses in an area of Araucaria forest in the county of Cantagalo, central-southern region of Parana state

Rogério Antonio Krupek<sup>1(\*)</sup>  
Rafael Brandalero Fritz<sup>2</sup>

## Resumo

O presente trabalho teve como objetivo avaliar processos de retenção de água no solo em diferentes ambientes com relação à cobertura do solo. A área de estudos encontra-se em um remanescente florestal no município de Cantagalo, Paraná. As amostragens foram realizadas em duas micro-regiões, sendo uma em ambiente aberto e outra com vegetação (sombreado). A precipitação e temperatura da superfície do solo foram tomadas diariamente durante o período de 1º de abril de 2008 a 30 de março de 2009. Para a mensuração da quantidade de água retida no solo, foram realizadas coletas mensais e a porcentagem de água foi tomada a partir da diferença entre peso fresco e seco da porção de solo. Após eventos significativos de precipitação e, após dez dias, este mesmo evento, foram também registradas as porcentagens de água no solo para se avaliar a retenção e perda da água em cada ambiente. De modo geral, a quantidade de água retida no solo não apresentou diferença entre os ambientes, a não ser dentro dos próprios ambientes entre a data de precipitação e dez dias após tal evento. Tais diferenças devem-se à evaporação da água em ambiente aberto e à sua infiltração em local sombreado.

**Palavras-chave:** solo; retenção de água; precipitação; vegetação.

## Abstract

The present study had as general objective to evaluate the processes of water retention in the soil in different environments with relation to cover of soil. This

---

1 Dr.; Biólogo; Professor da Faculdade Guairacá, Guarapuava (PR); Endereço: Rua XV de Novembro, 7050, Centro, CEP: 85010-000, Guarapuava, Paraná, Brasil; E-mail: rogeriokrupek@yahoo.com.br (\*) Autor para correspondência.

2 Graduado em Ciências Biológicas; Colegiado de Ciências Biológicas, Faculdade Guairacá; E-mail: fritz@yahoo.com.br

work was work out in a forestry remnant in the city of Cantagalo, Parana. The samples were worked out in two micro-regions, being, one in an open environment and the other with vegetation (shaded). The precipitation and temperature of the soil were taken daily during the period from April 1, 2008 to March 30, 2009. In order to measure the amount of water retained in the soil, samples were collected monthly and the percentage of water was taken from the difference between fresh weight and dry weight of the portion of soil. After significant events of precipitation and ten days after this same event, the percentage of water in the soil was also reported to evaluate the retention and loss of water in each environment. In general, the amount of water retained in the soil did not show distinction between the environment, except of their own environments between the date of precipitation and ten days after such an event. These differences are due to water evaporation in open environment and infiltration in the same shady place.

**Key words:** soil; water retention; precipitation; vegetation.

## Introdução

A importância da água presente no solo para toda a fauna e flora que aí se encontram é inegável. O modo como a água chega e o tempo em que fica disponível é variável, de acordo com as diferentes condições do solo e do clima. A influência da vegetação que cobre o solo sobre a disponibilidade de água também se torna um fator de extrema relevância em ambientes que sofrem oscilações na quantidade de água que aí chega, sejam tais variações de ordem espacial ou temporal.

O balanço hídrico nada mais é do que a contabilização de água do solo, ou seja, uma forma de medir a quantidade de água que entra e sai do solo. As entradas são representadas pela precipitação, irrigação, orvalho, escoamento superficial, drenagem lateral e ascensão capilar e as saídas ou perdas representadas pela evapotranspiração, escoamento superficial, drenagem lateral e drenagem profunda, (CARVALHO e STIPP, 2004; SENTELHAS et al., 1999).

O tipo de solo pode influenciar diretamente na retenção de água. A capacidade

de infiltração da água no solo depende principalmente da porosidade e do tamanho das suas partículas, da sua compactação e da sua cobertura vegetal. A cobertura florestal geralmente reduz o nível da água do solo mais do que qualquer outra cobertura vegetal (LEE, 1980), seja devido à absorção mais efetiva do componente arbóreo ou do processo de interceptação da água precipitada (LIMA; NICOLETO, 1983). Em ambientes abertos, entretanto, a perda de água também ocorre, mas por motivos diferentes daqueles envolvidos em regiões florestadas. A principal perda de água em local sem vegetação é devido principalmente à secagem das regiões mais superficiais. Dessa forma, a quantidade de água envolvida no processo de precipitação é, por fim, responsável pela água contida no solo é dependente do tipo de cobertura vegetal presente.

Considerando a importância de diferentes tipos de cobertura do solo sobre o balanço hídrico, o presente trabalho foi desenvolvido com os seguintes objetivos: a) avaliar sazonalmente a retenção de água no solo em diferentes formações vegetacionais (campo aberto e florestado); b) Verificar

a quantidade máxima de água absorvida pelo solo após eventos de precipitação e sua consequente perda após um período determinado; c) avaliar ainda a influência dos diferentes tipos de vegetação na temperatura superficial do solo e na quantidade de água que chega nele através da precipitação pluviométrica.

## Material e Métodos

### Área de estudos

A área de estudos compreende um remanescente florestal localizado nos limites do município de Cantagalo (latitude  $25^{\circ} 38'89''\text{S}$ ; latitude  $25^{\circ} 23'09''\text{S}$ ; longitude  $52^{\circ} 04'39''\text{W}$ ; longitude  $52^{\circ} 07'80''\text{W}$ ; 680,25 metros de altitude), localizado na região centro-sul do estado do Paraná (Figura 1). A região apresenta uma área total de 125 ha,

sendo subdividida em regiões de Floresta (30,7 ha), campos de pastagem (38,28 ha) e campos de cultivo (agricultura) (52,02 ha).

O clima da região, segundo a classificação de Köppen é do tipo Subtropical Mesotérmico Úmido (Cfb), com verões amenos e invernos rigorosos. A pluviosidade média anual fica em torno de 1.700 mm. O solo é do tipo Latossolo álico e o relevo plano montanhoso (Terceiro Planalto Paranaense).

### Delineamento amostral

Dentro dessa unidade de estudo, foram selecionadas duas micro-regiões sob diferentes usos do solo: a primeira com a presença de mata em bom estado de conservação (Mata em estágio secundário), designado como ambiente sombreado e a segunda coberta apenas por gramíneas e designada como ambiente aberto. Em cada



**Figura 1.** Localização geral do município de Cantagalo, região centro-sul do estado do Paraná.

uma das áreas avaliadas, foi disposto um transecto medindo 10 X 10 m (100 m<sup>2</sup>) dentro do qual todas as mensurações foram feitas. Tais regiões foram escolhidas levando-se em consideração a menor variação de altitude, sendo os ambientes os mais planos possíveis.

Em cada uma das microrregiões foi instalado um pluviômetro sobre o solo, através do qual foram tomadas, diariamente, as medidas de precipitação pluviométrica. Medidas de temperatura também foram realizadas diariamente, com o auxílio de um termômetro colocado junto ao solo. A interceptação de água pela copa das árvores foi obtida através da diferença entre a precipitação efetiva (dentro da mata) pela precipitação em ambiente aberto.

Em locais escolhidos ao acaso dentro do transecto, em cada uma das microrregiões, foram coletadas mensalmente uma amostra de solo na profundidade de 15 cm. Esta amostra foi pesada e separada 1 kg, a qual foi seca, a pleno sol, durante o período de três dias, sendo posteriormente novamente pesada, com o objetivo de se obter a quantidade de água presente no solo. Em adição, foram coletados ainda, uma amostra de 1 kg de solo após um evento mensal significativo de precipitação pluviométrica e uma amostra de 1kg dez dias após este mesmo evento. Este foi seco e pesado seguindo os mesmos procedimentos acima descritos, com o objetivo de se verificar a retenção de água no solo pós-eventos de chuva.

### **Análises Estatísticas**

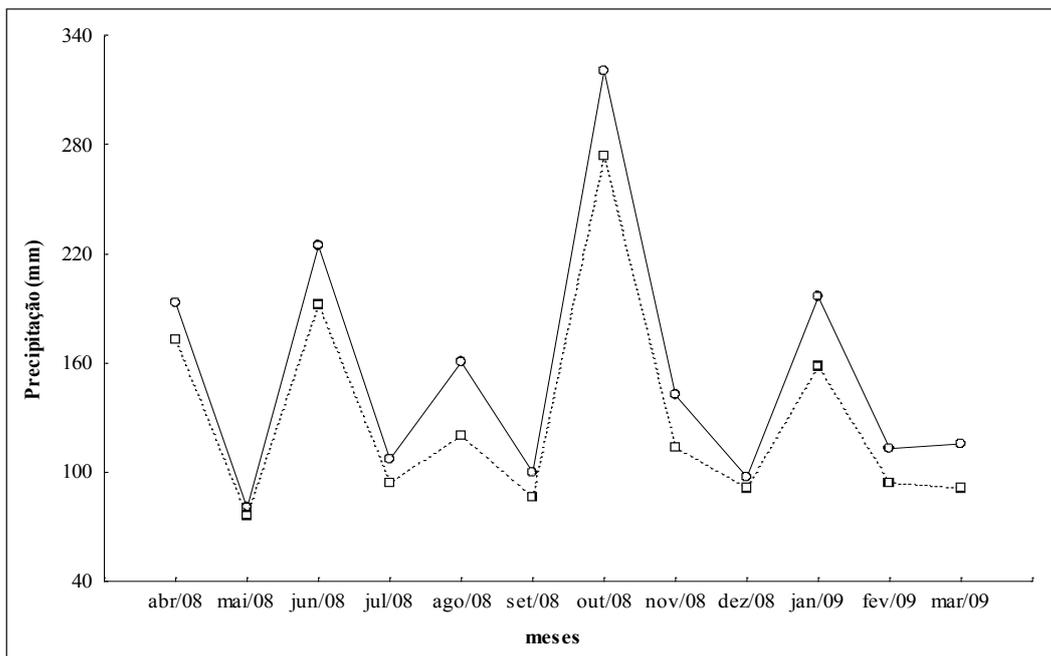
Todo o conjunto de dados foi inicialmente submetido à estatística descritiva e, posteriormente, os seguintes testes foram

aplicados: A relação entre temperatura e precipitação pluviométrica em cada uma das micro-regiões foi avaliada através do coeficiente de correlação  $r$  de Pearson. Diferenças ou similaridades nas variáveis temperatura e precipitação pluviométrica entre os ambientes, aberto e sombreado e na quantidade de água mensal retida no solo e após eventos de precipitação entre os diferentes ambientes foi verificada através do teste  $t$  de Student.

### **Resultados e discussões**

Durante o período de estudo foi verificada na região uma precipitação pluviométrica total de 1.850 milímetros em ambiente aberto. Os valores mensais variaram entre 80,5 a 320,5 mm ( $x=154,17\pm 69,54$ ), sem nítido padrão sazonal (Figura 2). Ao invés disso, foi verificada uma oscilação contínua nos valores, com destaque para o alto valor registrado no mês de outubro/2008. Em ambiente sombreado a quantidade total de água precipitada foi de 1.561,5 mm ( $x=130,13\pm 58,69$ ), com valores mensais variando entre 76 e 273,5 mm (Figura 2). Tal variação foi muito similar ao registrado para o ambiente aberto, apenas com valores médios menores. Não foi detectada diferença significativa ( $t = 0,80$ ,  $p = 0,43$ ) entre os ambientes.

A temperatura da superfície do solo apresentou maior variação em ambiente aberto, com valores entre 22 e 33 °C ( $x=27,3\pm 3,03$ ) (Figura 3). Em ambiente sombreado, a média da temperatura foi de 21,7 $\pm$ 2,58 °C, com valores médios mensais variando entre 17,8 e 26,3 °C (Figura 3). Tal diferença entre os dois ambientes foi estatisticamente comprovada ( $t = 4,93$ ,  $p < 0,001$ ). O padrão de variação sazonal foi



**Figura 2.** Valores mensais de precipitação pluviométrica tomados em ambiente aberto (-○-) e sombreado (-□-)

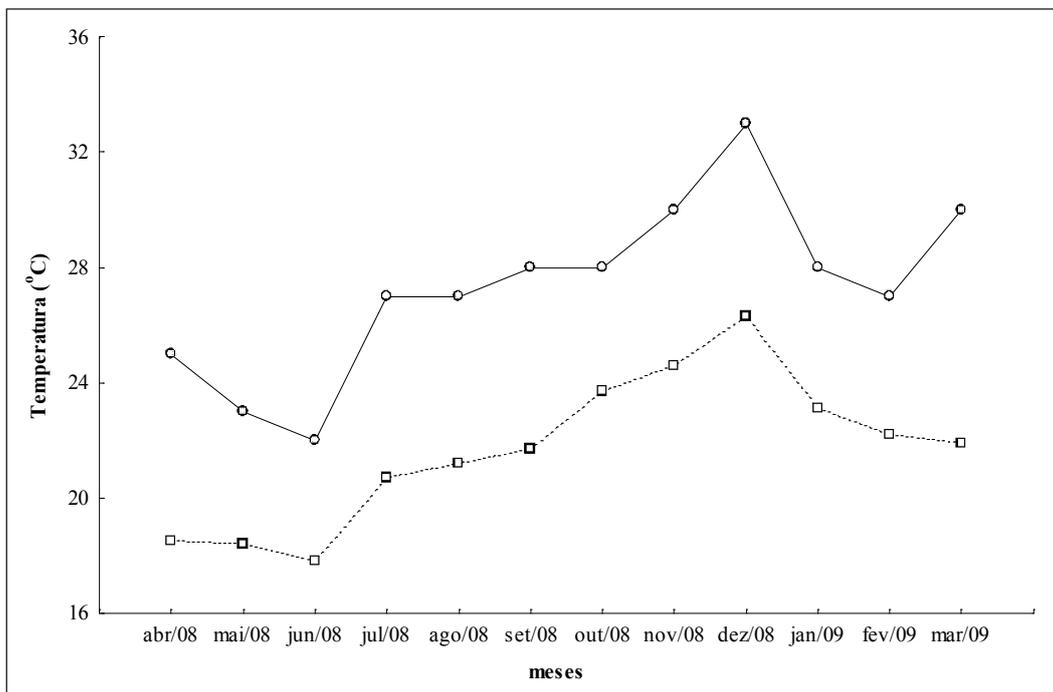
muito similar entre os ambientes com valores mais baixos entre os meses correspondentes ao outono e inverno (abril a junho/2008) e mais elevados entre os meses de novembro/2008 a janeiro/2009, os quais correspondem à estação do verão (Figura 3).

Não foram detectadas correlações entre as variáveis precipitação pluviométrica e temperatura em nenhum dos ambientes: aberto ( $r = -0,19, p = 0,552$ ), sombreado ( $r = -0,07, p = 0,832$ ).

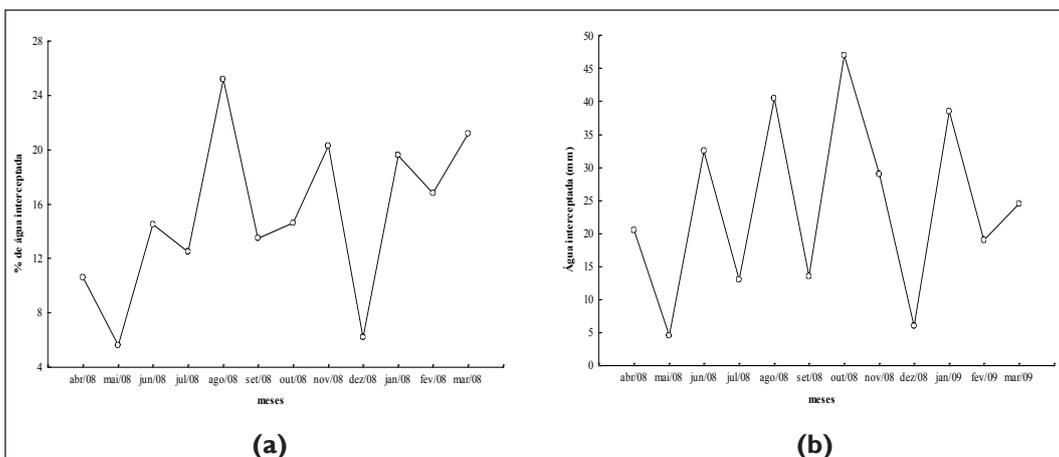
A quantidade de água interceptada pela copa das árvores mostrou ampla variação ao longo do período de estudo (Figura 4a). Os valores ficaram entre 4,5 e 40,5 mm ( $x=24,04 \pm 13,76$ ), o que corresponde a 5,6 e 25,2% do total respectivamente. O padrão de variação mensal também foi muito similar àquele registrado para a precipitação nos dois ambientes, mostrando inclusive uma correlação positiva entre a quantidade de

água precipitada e a quantidade de água retida pela copa das árvores ( $r = 0,820, p < 0,001$ ). A porcentagem de água retida pela vegetação, entretanto, não seguiu o mesmo padrão (Figura 4b), o que mostra que outros fatores devem exercer influência sobre a quantidade de água retida, como por exemplo, a intensidade das chuvas e a sua distribuição em determinado período.

A quantidade mensal de água retida no solo apresentou uma relativamente ampla variação (22,5% a 32,5%) em ambiente desprovido de cobertura vegetal (Figura 5). A média obtida foi de  $24,8 \pm 2,8\%$  de água retida em um quilo de solo, sendo que a elevada variação foi devido ao alto valor registrado do mês de dezembro/2008, o que certamente contribuiu também para o aumento da média anual obtida. Em ambiente coberto por vegetação a média de água retida no solo foi de  $25,3 \pm 1,6\%$ , com valores oscilando entre



**Figura 3.** Valores mensais de temperatura tomados em ambiente aberto (-○-) e sombreado (-□-)

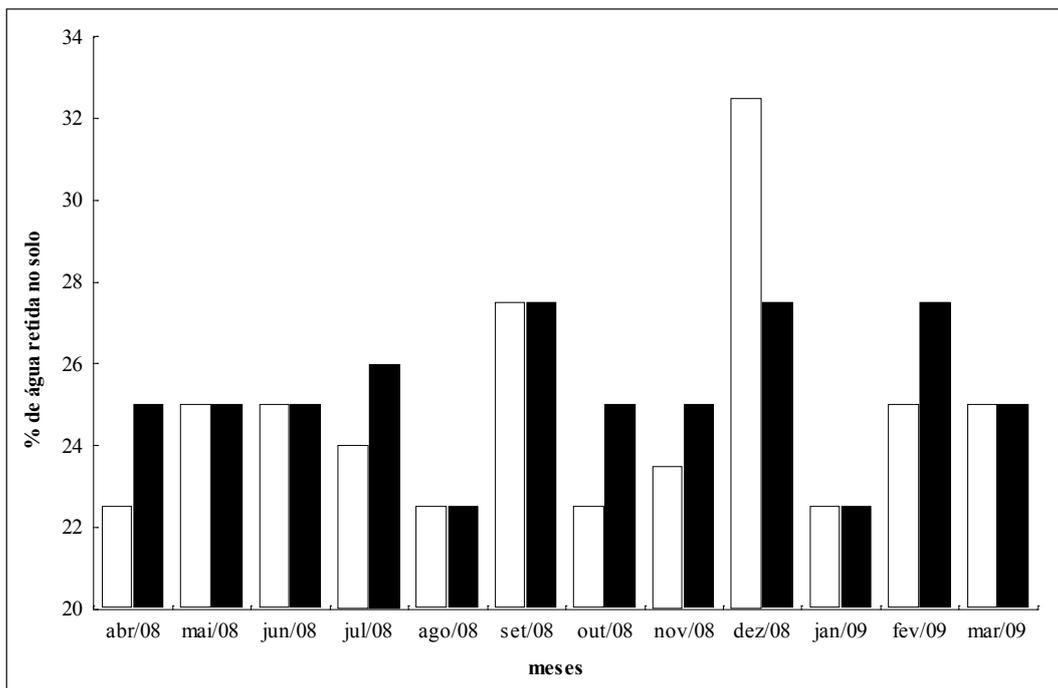


**Figura 4.** Valores mensais da quantidade (a) e porcentagem (b) de água interceptada pela copa das árvores em ambiente sombreado

22,5% a 27,5% (Figura 5). Os valores nessa área foram menos variáveis apresentando certa homogeneidade ao longo do período de estudos. Embora a maior quantidade de água retida no solo, em média, ter sido observada em ambiente sombreado, tal diferença não foi

significativa ( $t = -0,520$ ,  $p = 0,610$ ) quando comparado com ambiente aberto.

Logo após os eventos significativos de precipitação, a quantidade de água retida no solo, como esperado, apresentou um aumento substancial. Em ambiente aberto

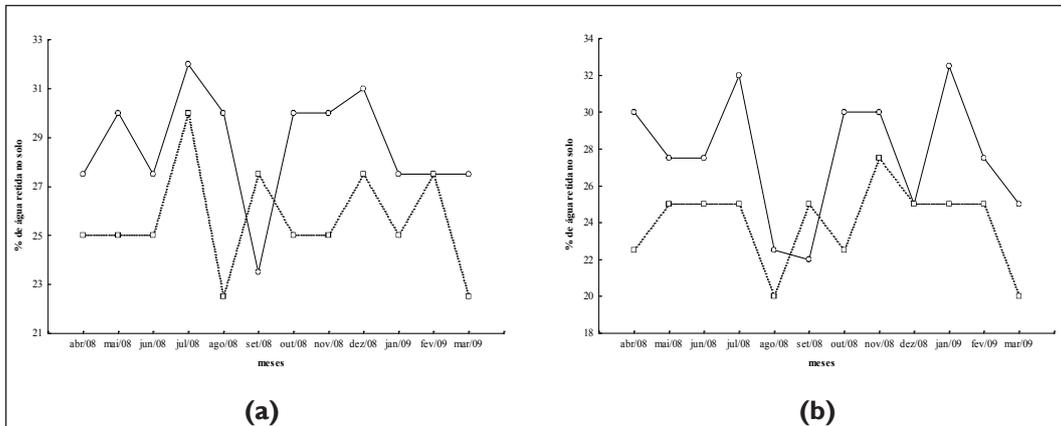


**Figura 5.** Valores percentuais da quantidade de água retida mensalmente pelo solo em ambiente aberto (□) e sombreado (■)

a média foi de  $27,6 \pm 3,4\%$  do total pesado. Os valores mensais variaram entre 22% e 32,5% (Figura 6a). Estes valores podem ser fortemente influenciados pela intensidade da precipitação ocorrida no momento em que foi tomada a medida, assim, por exemplo, o valor máximo obtido em janeiro/2009, um mês tipicamente chuvoso em nossa região, foi obtido após um dia que choveu 40 mm. Já o menor valor, por exemplo, medido em setembro/2008, foi tomado após um dia que choveu 22 mm, antecedido ainda por seis dias de intenso calor (temperatura do solo entre 20 e 34 °C). Em ambiente sombreado os valores atingiram valores entre 23,5% no mês de setembro/2008 a 32% no mês de julho/2008. O mesmo argumento acima descrito pode aqui ser utilizado, já que o padrão de variação na quantidade de água retida no solo foi similar entre os dois ambientes. A média

foi mais elevada e menos variável em local sombreado ( $28,7 \pm 2,2\%$ ), sem, entretanto, apresentar diferença significativa entre eles ( $t = -0,87, p = 0,390$ ).

Considerando dez dias passados após o evento significativo mensal de precipitação, foi observado um decréscimo nos valores de água retida no solo tanto em ambiente aberto (Figura 6a) quanto em ambiente sombreado (Figura 6b). Em local aberto, os valores oscilaram entre 20 e 27,5% ( $x = 23,9 \pm 2,2$ ) e em local coberto por vegetação os valores ficaram entre 22,5 e 30% ( $x = 25,6 \pm 2,1$ ). Destacam-se os valores registrados no mês de setembro/2008, em ambas as áreas, que foram superiores àqueles obtidos logo após eventos de chuva (Figura 6a). Esse fato deve-se a ocorrência de chuvas entre o intervalo das coletas do material, tendo o solo retido maior quantidade de água nesse período.



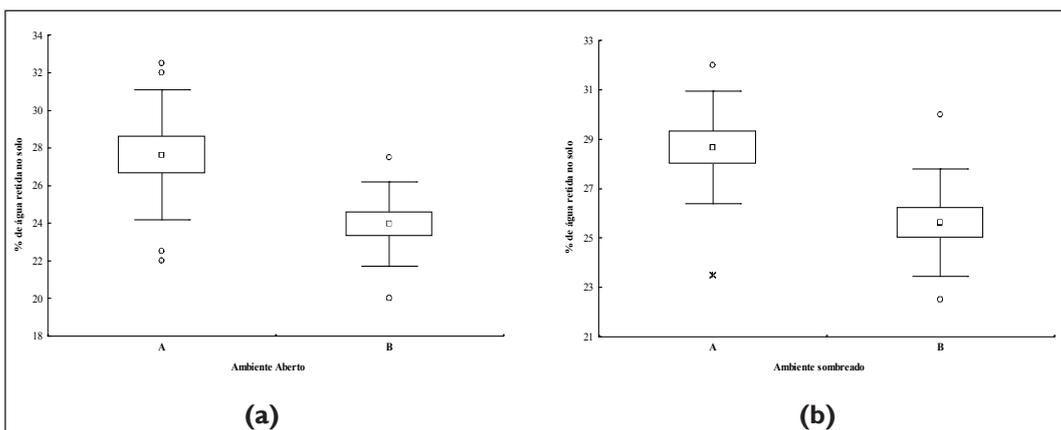
**Figura 6.** Valores mensais da porcentagem de água retida no solo após um evento significativo de precipitação (○) e dez dias após esse mesmo evento (□) em ambiente aberto (a) e sombreado (b)

Não foi detectada diferença significativa entre os ambientes aberto e sombreado para a quantidade de água retida após o evento de precipitação ( $t = -0,87, p = 0,39$ ) e após o período de dez dias desse mesmo evento ( $t = -1,85, p = 0,08$ ).

Entre os dois períodos de coleta (após a chuva e 10 dias após o evento) foi observada diferença significativa na quantidade de água retida no solo tanto em ambiente aberto ( $t = 3,08, p = 0,01$ ) quanto em ambiente

sombreado ( $t = 3,35, p = 0,0001$ ) (Figura 7), demonstrando a perda de água gradual pelo solo em ambos os ambientes.

A região estudada apresenta uma alta disponibilidade de água proveniente da precipitação pluviométrica, sendo que os valores anuais obtidos neste estudo estão de acordo com aqueles descritos por Thomaz e Vestena (2003) para o município vizinho de Guarapuava que, segundo os autores, apresenta uma média anual de 1.960 mm.



**Figura 7.** Variação (média, 1º e 3º quartis, valores máximo, mínimo e extremos) na porcentagem de água retida no solo entre o período após evento de precipitação (A) e dez dias após o mesmo evento (B) em ambiente aberto (a) e sombreado (b)

Da mesma forma, a ampla variação mensal obtida e a ausência de períodos sazonais definidos, como estações seca e chuvosa, são tipicamente registrados para a região centro-sul do estado do Paraná. Krupek et al. (2008) registraram, também para a região de Guarapuava, valores de precipitação pluviométrica distribuídos uniformemente ao longo do ano, com uma leve tendência de acréscimo nos períodos correspondentes ao final do outono e primavera. Tal fato, entretanto, não se observou neste trabalho, onde a oscilação foi quase que contínua ao longo do período avaliado. Uma característica em particular interessante e de ocorrência comum entre estes dois trabalhos foi o elevado valor de precipitação registrado no mês de outubro.

As diferenças observadas na quantidade de água que chega ao solo entre os ambientes aberto e sombreado, apesar de não serem significativas, demonstram a interferência da cobertura vegetal no processo de interceptação da água proveniente das chuvas, o que pode levar conseqüentemente a diferenças na quantidade de água retida e disponível no solo entre os ambientes. Segundo Lima (1993), valores envolvidos na interceptação da água precipitada são muito variáveis e dependem de fatores que estão relacionados tanto com a vegetação presente quanto com as condições climáticas regionais. Nesse sentido, Arcova et al. (2003) notaram que os valores mais elevados de interceptação de água em uma reserva de Mata Atlântica do estado de São Paulo ocorreram no período pouco úmido, ou seja, de menor precipitação. Tal resultado deve-se, segundo os autores, às características distintivas entre os períodos do ano. Assim, no período seco ocorrem poucas chuvas, entretanto estas são contínuas e pouco intensas, o que facilita o processo de

interceptação por parte das folhas. De modo contrário, no período chuvoso, a quantidade de água precipitada em cada evento é grande e de alta intensidade o que diminui as chances de interceptação por parte da vegetação. Nesse estudo, foi detectada uma correlação positiva entre precipitação pluviométrica e quantidade de água interceptada, o que demonstra que quanto maior a quantidade de água proveniente de chuvas maior a quantidade retida pela floresta, contrário ao exposto por Arcova et al. (2003). Mas como já exposto acima, a região apresenta uma condição climática diferente com uma distribuição homogênea de precipitação ao longo do ano. Quando consideramos os valores percentuais, entretanto, não obtemos a mesma correlação, o que pode nesse caso provavelmente estar relacionada com fatores assim como intensidade das chuvas.

As temperaturas obtidas no solo, bem como seus padrões de variação sazonal, foram amplamente variáveis nos dois ambientes, reflexo das condições climáticas da região, que apresentam períodos de inverno com temperaturas bastante baixas e verão com médias de temperatura relativamente alta. A diferença observada entre os dois ambientes já era esperada, uma vez que em ambientes onde o solo não possui proteção, caso do ambiente aberto, e ficam diretamente exposto à ação dos raios solares, as temperaturas tendem a ser mais altas e variáveis. O ambiente de floresta atua como um termostato, mantendo a temperatura interna, inclusive do solo, mais amena e homogênea. A presença de um dossel, formado pela copa das árvores, associado com a camada de serrapilheira depositada sobre o solo agem como verdadeiras barreiras à energia luminosa, podendo assim inclusive reduzir a perda de água presente no solo (LIMA, 1979).

A ausência de relação entre precipitação e temperatura pode ser explicada principalmente pela ausência de padrão sazonal observado para precipitação pluviométrica na região, uma vez que a temperatura do ar também exerce influência direta na temperatura do solo. Sendo assim, altos valores de precipitação, em meses quentes, como observado, por exemplo, no mês de outubro/2008, não interferem significativamente na temperatura. Em períodos que apresentam temperaturas do ar mais amenas, entretanto, tal influência da precipitação pode ser percebida com mais nitidez, com, por exemplo, como verificada no mês de junho/2008.

Os valores obtidos com relação à quantidade de água retida nos dois ambientes avaliados, a primeira vista parecem muito similares, com alguns valores, inclusive mais elevados para ambiente aberto. Isto posto, pode-se supor que a presença de vegetação pouco influencia na retenção de água no solo. Portela et al. (2001) não observaram diferenças na quantidade de água retida no solo entre mata de tabuleiro e áreas de cultivo com citros e mandioca a uma profundidade de até 30 cm. Considerando que, neste estudo, a coleta de material foi realizada dentro desse limite, é possível que a ausência de diferença entre os ambientes esteja também somente relacionada a faixas superficiais do solo.

Levando em conta que a cobertura florestal, de modo geral, reduz a quantidade de água presente no solo mais que qualquer outro ambiente (LIMA, 1979; ROSSI et al., 2005) devido à grande quantidade de água absorvida pelas raízes, poderia esperar que a área florestada apresentasse maior déficit de água que o ambiente desprovido de cobertura vegetal, assim como já foi observado em outros estudos (COSTA et al., 2007; FLETCHER

e LULL, 1963; GIFFORD e SHAW, 1973; REPNEVSKAJA, 1969). Isto, entretanto, não foi tão evidente, o que demonstra que existem outros fatores envolvidos nos processos de retenção de água em diferentes solos. A densidade da floresta pode ser um dos fatores de influência nesse processo. Nesse sentido, Orr (1968) verificou maior quantidade de água retida no solo em um povoamento de pinus com menor número de indivíduos. Neste estudo, o ambiente de floresta é composto de uma área pequena e com uma relativa baixa abundância de indivíduos, o que pode também ter levado a uma maior retenção de água nesse local e consequentemente aproximado os valores obtidos entre os locais estudados.

Apesar de não ocorrer uma diferença significativa, os valores observados em ambiente de floresta apresentaram-se mais homogêneos, ou seja, a quantidade de água no solo é mantida em certo nível, sendo pouco influenciada pela quantidade de água precipitada. Isto pode ser decorrência da alta taxa de infiltração ocorrente em ambiente florestal. Além de o solo apresentar-se menos compactado e mais poroso, a cobertura florestal e a grande quantidade de matéria morta (serrapilheira) mantida sobre o solo auxiliam na proteção contra o impacto direto das gotas de chuva. De modo contrário, a ausência de vegetação, leva, consequentemente, a uma maior compactação do solo, deixando-o mais denso e menos poroso (COSTA et al., 2007; PORTELA et al., 2001). Isso faz com que, além de grande parte da água seja escoada superficialmente, a quantidade retida fique sujeita à precipitação pluviométrica. Neste trabalho, isso pode ser comprovado pelos dados obtidos após eventos de precipitação. Em ambiente aberto, o período de maior retenção de água ocorreu após maiores níveis

de precipitação, entretanto, tais valores foram menores que em ambiente sombreado. Tal resultado deve-se provavelmente à maior infiltração da água em ambiente florestado e ao mesmo tempo maior escoamento superficial em ambiente aberto.

Após o período de dez dias, foi observada uma maior perda de água em ambiente aberto que em sombreado. Tal perda deve-se ao processo de evaporação, já que aquele ambiente não consta de uma barreira protetora que impeça ou dificulte tal processo (LIMA, 1979). Apesar dessa constatação, a ausência de diferença significativa mostra que tal processo não exerce influência tão importante na perda de água pelo solo entre os ambientes.

Dentro dos ambientes, entretanto, a diferença tanto em local aberto quanto sombreado, entre os períodos após a chuva e dez dias após o evento foram significativos, o que demonstra que a diminuição da quantidade de água é relativamente rápida, entretanto pode-se supor que os fatores

que levam a tal perda são diferentes. Como já exposto acima, em ambiente aberto tal perda deve-se provavelmente ao processo de evaporação para a atmosfera, já em ambiente sombreado o principal fator de redução da porcentagem de água deve-se à infiltração e absorção pelas raízes.

## Conclusão

A retenção de água no solo ocorreu em maior quantidade em ambiente sombreado, embora com poucas diferenças. Tais fatores podem estar relacionados a fatores como interceptação da água da chuva pela copa das árvores e a quantidade de água presente na superfície do solo em ambos os ambientes. Embora tal diferença não seja percebida, a homogeneidade presente no ambiente florestado fica evidente, comparado com os valores muito mais variáveis do ambiente aberto. Tal diferença demonstra, na região, a importância da cobertura florestal no processo de retenção de água no solo.

## Referências

- ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V.; ROCHA, P. A. B. Precipitação efetiva e interceptação das chuvas por floresta de mata atlântica em uma microbacia experimental em Cunha. São Paulo. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.2, p.257-262, 2003.
- CARVALHO, S. M.; STIPP, N. A. F. Contribuição ao estudo do balanço hídrico no estado do Paraná: uma proposta de classificação qualitativa. **Geografia**, Londrina, v.13, n.1, p.57-71, 2004.
- COSTA, D. M. A.; MELO, H. N. S.; FERREIRA, S. R. Eficiência da cobertura morta na retenção de umidade no solo. **Holos**, Natal, v.23, n.1, p. 59-69, 2007.
- FLETCHER, P. W.; LULL, H. W. Soil moisture depletion by a hardwood forest during drouth years. **Soil Science Society of American Proceedings**, v.27, n.1, p.94-98, 1963.
- GIFFORD, G. F.; SHAW, C. B. Soil moisture patterns on two chained pinyon-juniper sites in Utah. **Journal of Range Management**, v.26, n.6, p.436-440, 1973.

KRUPEK, R. A.; BRANCO, C. C. Z.; PERES, C. K. Variação sazonal de alguns parâmetros físicos e químicos em três rios pertencentes a uma bacia de drenagem na região centro-sul do Estado do Paraná, Sul do Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Science**, Maringá, v.30, n. 4, p.431-438, 2008.

LEE, R. **Forest Hydrology**. New York: Columbia University Press, 1980. 349 p.

LIMA, W. P.; NICOLETO, N. Precipitação efetiva e interceptação em florestas de pinheiros tropicais e em reserva de cerrado. **IPEF**, Piracicaba, n.24, p.43-46, 1983.

LIMA, W. P. **Impacto ambiental do eucalipto**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1993.

LIMA, W. P. A água do solo e o crescimento da floresta. **Circular Técnica IPEF**, Piracicaba, n.59, p.1-8, 1979.

ORR, H. K. Soil moisture trends after thinning and clearcutting in a secondgrowth ponderosa pine stand in the Black Hills. **USDA Forest Service Research Note**, RM 99, 1968. 8 p. (Rocky Mt. Forest and Range Expt. Sta. Fort Collins, Colo).

PORTELA, J. C.; LIBARDI, P. L.; VAN LIER, Q. de J. Retenção da água em solo sob diferentes usos no ecossistema Tabuleiros Costeiros. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.1, p.49-54, 2001.

REPNEVSKAHA, M. A. Soil moisture regime in the scots pine forests of the Kola Peninsula. Lesoved, movska, v.3, p.78-82. In: **Forestry Abstracts**, Oxford, v.31, n.2, p.2143, 1969.

ROSSI, M.; MATTOS, I. F. A.; COELHO, R. M.; MENK, J. R. F.; ROCHA, F. T.; PFEIFER, R. M.; DeMARIA, I. C. Relação solos/vegetação em área natural no parque estadual de Porto Ferreira, São Paulo. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 17, n.1, p.45-61, 2005.

SENTELHAS, P. C.; PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R. **Meteorologia Agrícola**. Piracicaba: Universidade de São Paulo. Departamento de Ciências Exatas, 1999.

THOMAZ, E. L.; VESTENA, L. R. **Aspectos climáticos de Guarapuava-PR**. Guarapuava: UNICENTRO, 2003. 106p.