

Dinâmica hídrico-térmica em Latossolo Vermelho Amarelo em diferentes usos do solo e geoformas⁽¹⁾.

Hugo Alberto Ruiz⁽²⁾; Fabiana Silva de Souza⁽³⁾; Raphael Bragança Alves Fernandes⁽⁴⁾; Carlos Ernesto R. G. Schaefer⁽⁴⁾; Demetrius David da Silva⁽⁴⁾; Tiago José Freitas de Oliveira⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do CNPq e da FAPEMIG.

⁽²⁾ Professor Visitante Nacional Sênior; Universidade Federal do Espírito Santo; Alegre, ES; hruiz@ufv.br; ⁽³⁾ Pesquisadora; Universidade Federal de Viçosa; ⁽⁴⁾ Professor; Universidade Federal de Viçosa; ⁽⁵⁾ Estudante de mestrado; Universidade Estadual Norte Fluminense.

RESUMO: A dinâmica hídrico-térmica do solo é de fundamental importância para o desenvolvimento das plantas, podendo ser influenciada por diferentes usos do solo e geoformas. O objetivo do trabalho foi avaliar a influência do uso do solo (mata, plantio de café, eucalipto e pastagem) e da geoforma (côncava ou convexa) na dinâmica hídrico-térmica de Latossolo Vermelho Amarelo, em diferentes profundidades, no período de março/2009 a fevereiro/2010. Para monitoramento da umidade e temperatura do solo foram instalados sensores específicos. Os resultados foram expressos em umidade do solo nas profundidades 10, 30 e 100 cm. As variáveis para temperatura foram temperatura média, máxima, mínima e amplitude térmica do ar e do solo nas profundidades 10 e 30 cm. Independente do uso do solo, os valores de umidade na geoforma côncava foram geralmente superiores aos da geoforma convexa para todas as profundidades. A umidade a 10 cm, não apresentou tendência definida em resposta ao uso do solo. Na profundidade 30 cm, os menores valores foram observados na pastagem. Houve redução acentuada da umidade do solo no eucalipto, na profundidade de 100 cm. Essa redução pode indicar elevado consumo de água pela cultura, podendo gerar impactos hidrológicos potenciais. No solo, a maior amplitude térmica foi na porção mais superficial, resultado que confirma a característica tamponante do solo em profundidade, além de ser menos sensível às oscilações térmicas. Deve destacar-se que a pastagem mostrou a maior amplitude térmica, em resposta à menor cobertura vegetal. Não houve tendência definida da influência da geoforma.

Termos de indexação: umidade do solo, temperatura do solo, cobertura vegetal.

INTRODUÇÃO

No sistema solo-planta-atmosfera, a dinâmica hídrico-térmica do solo é de fundamental importância para o crescimento e desenvolvimento

das plantas. O conteúdo de água do solo é variável essencial no balanço hídrico. Varia no espaço e no tempo, determina a taxa de absorção de água pelas plantas e governa a infiltração, a evaporação e o escoamento da água no solo. Diferenças observadas no conteúdo de água do solo, em diversos cenários, permitem avaliar o manejo que poderia favorecer melhores rendimentos de determinado cultivo, associando estudos de disponibilidade de água e respostas da cultura a diferentes aportes hídricos (Alves, 2009).

O regime térmico e a temperatura do solo dependem da cobertura superficial por vegetação ou resíduos, do conteúdo de água e da intensidade e duração da radiação solar (Hillel, 1998). O regime térmico é determinado pelo aquecimento da superfície do solo pela radiação solar e pelo fluxo de calor para seu interior. Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar a influência do uso do solo (mata, plantio de café, eucalipto e pastagem) e da geoforma (côncava ou convexa) na dinâmica hídrico-térmica de Latossolo Vermelho Amarelo, em diferentes profundidades, no período de março/2009 a fevereiro/2010.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em área pertencente à microbacia do córrego Santa Catarina, afluente do Ribeirão São Bartolomeu, Viçosa, Minas Gerais. As unidades experimentais foram selecionadas de acordo com o uso do solo (mata, plantio de café, eucalipto e pastagem) e da geoforma (côncava ou convexa), em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, totalizando oito unidades experimentais demarcadas com área útil de 1,0 m².

Para monitoramento da dinâmica hídrico-térmica do solo, realizado no período de março de 2009 a fevereiro de 2010, foram instalados sistemas de sensores *Campbell Scientific* ao longo do perfil: três sensores para a umidade do solo, nas profundidades de 10, 30 e 100 cm, e dois para a



temperatura do solo, nas profundidades de 10 e 30 cm. A umidade volumétrica do solo foi medida utilizando sensores *Campbell Scientific* modelo WCR CS616.

A temperatura do solo foi medida, utilizando-se sensores *Campbell Scientific* modelo 105. Para medir a temperatura do ar foi instalado um sensor *Campbell Scientific* modelo 107, em abrigo meteorológico, a 1,0 m de altura em relação à superfície do solo.

Os sistemas de sensores foram conectados e operados por equipamento automatizado de aquisição de dados (*datalogger*) *Campbell Scientific* modelo CR1000, configurado para registro horário, totalizando 24 registros diários. A coleta dos dados no campo foi feita mensalmente, sendo considerada como época de avaliação.

O experimento foi conduzido no esquema de parcelas subdivididas. O tratamento primário, geoforma, foi alocado na parcela segundo o delineamento em blocos casualizados. Consideraram-se como blocos, as avaliações mensais, perfazendo um total de três avaliações (repetições) para cada período trimestral. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo o desdobramento das interações realizado segundo sua significância. As comparações foram realizadas por meio do teste de Tukey, adotando-se o nível de significância de 5 % e foi utilizado o software Sisvar® (Ferreira, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que, independente do uso do solo, os valores de umidade na geoforma côncava foram superiores aos da geoforma convexa para todas as profundidades, com exceção dos usos mata e eucalipto na profundidade 10 cm. Cabe ressaltar que o comportamento do fluxo de água entre as geoformas é diferente. Na côncava, há convergência da água de chuva para os pontos registrados. Já, a convexa, reflete divergência e, eventualmente, menor infiltração de água.

Na geoforma côncava a maior umidade observada foi no café, seguido pelo eucalipto, pastagem e mata. Na geoforma convexa a maior umidade observada foi para o eucalipto, seguido da mata e do café, sendo que a pastagem assemelhou estatisticamente a estes usos do solo (Tabela 1). Assim sendo, informações que não foram abordadas neste trabalho seriam necessárias para melhor elucidação, como por exemplo, transpiração e evaporação das espécies e do solo.

Na profundidade 30 cm, para a geoforma

côncava os maiores valores de umidade observados foram para mata, café e eucalipto sendo superiores ao uso pastagem. Para a geoforma convexa, a umidade do solo na mata foi superior em relação à pastagem. O comportamento observado seria o esperado tendo em vista o papel da cobertura vegetal, proporcionada pelos usos do solo. A cobertura vegetal, resíduos na superfície e principalmente o efeito de interceptação do dossel das plantas, atua no sentido de reduzir a velocidade do escoamento superficial e, portanto, contribui para aumentar o volume de água infiltrada, resultando em maiores valores de umidade do solo. A presença de vegetação ou de impedimentos ao livre escoamento influencia na contenção do escoamento superficial e proporciona incremento de umidade do solo (Santos et al., 2011).

Para a profundidade 100 cm verifica-se para a mata, independente da geoforma, melhor conserva a umidade em relação aos demais usos do solo, exceto o café na geoforma côncava, com resultados semelhantes aos da mata.

Em contraste, para o eucalipto, observou-se uma redução acentuada da umidade do solo na profundidade de 100 cm para as duas geoformas, sendo semelhante à pastagem na geoforma convexa (Tabela 1). Essa redução pode indicar elevado consumo de água pela cultura, podendo gerar impactos hidrológicos potenciais. Esses resultados indicam menor contribuição de recarga hídrica do eucalipto, provavelmente em consequência de elevada sucção nas camadas mais profundas.

No monitoramento da temperatura do ar foi utilizado um único sensor para cada uso do solo, localizado em posição equidistante entre as duas geoformas.

Deve destacar-se que a pastagem, com amplitudes térmicas marcadamente superiores, em resposta à menor cobertura do solo, apresenta relação semelhante às das amplitudes calculadas para os outros usos do solo. Observa-se que houve efeito significativo entre usos do solo e geoforma para a temperatura máxima (Tabela 2). Mata e eucalipto não mostraram resposta à geoforma. Já, para o café, a maior temperatura observada foi na geoforma côncava e para a pastagem, a resposta observada foi contrária.

Analisando, dentro de cada geoforma, a temperatura máxima do solo na profundidade 10 cm foi maior no uso pastagem nas duas situações (Tabela 2). Diante disso, pode-se afirmar que a vegetação atenuou a entrada dos raios solares e tamponou variações maiores nos usos mata, café e

eucalipto, independente da geoforma. Os resultados deste trabalho evidenciam a importância da cobertura vegetal como camada dissipadora da radiação solar que chega ao solo, reduzindo as flutuações térmicas do solo (Oliveira et al., 2005), bem como a evaporação da água (Novak et al., 2000) com conseqüente variações térmicas menores.

A temperatura mínima na profundidade 10 cm apresentou, basicamente, o mesmo comportamento da temperatura máxima do solo na profundidade 10 cm (Tabela 2).

No caso, da amplitude térmica do solo na profundidade 10 cm, os usos, mata e pastagem, apresentaram maior amplitude térmica na geoforma convexa em relação à côncava. Nos usos café e eucalipto a maior amplitude foi observada para a geoforma côncava, entretanto, os valores apresentaram menor variação. Com isso, pode-se constatar que a geoforma côncava apresenta tendência a apresentar menores valores de temperatura e amplitude térmica, devido provavelmente à menor exposição à incidência da radiação solar em relação à geoforma convexa.

Em se tratando das variáveis de temperatura do solo a 30 cm (Tabela 2), embora se observe tendência de valores maiores no uso pastagem, independente da geoforma, o efeito do aumento da profundidade no perfil que atenua oscilações térmicas pode mascarar os efeitos provenientes dos usos e das geoformas.

CONCLUSÕES

A umidade, determinada a 10, 30 e 100 cm de profundidade, mostrou a defasagem entre a precipitação pluvial e o conteúdo de água, com resposta mais demorada no solo, devido à infiltração de água no perfil.

Independente do uso do solo, os valores de umidade na geoforma côncava foram geralmente superiores aos da geoforma convexa para todas as profundidades. O fluxo de água entre as geoformas é diferente, na côncava há convergência da água de chuva para os pontos registrados e a convexa reflete divergência e, eventualmente, menor infiltração de água.

A umidade na porção mais superficial do solo, determinada a 10 cm, não apresentou tendência definida em resposta ao uso do solo. Essa profundidade é mais susceptível à ação antrópica, no caso dos plantios de café e eucalipto, e dos animais, para a pastagem.

Na profundidade 30 cm, os menores valores de umidade foram observados na pastagem. A resposta observada é coerente com o papel da cobertura vegetal, com resíduos na superfície e a interceptação do dossel das plantas, que diminui a velocidade do escoamento superficial e contribui para incrementar a infiltração.

Houve redução acentuada da umidade do solo no eucalipto, na profundidade de 100 cm. Essa redução pode indicar elevado consumo de água pela cultura, podendo gerar impactos hidrológicos potenciais.

Variáveis de temperatura, determinadas no ar e no solo, nas profundidades de 10 e 30 cm, mostraram que a amplitude térmica é a variável mais indicada nesses estudos. A temperatura do ar foi marcadamente superior à do solo, como resultado das maiores temperaturas máximas e das menores temperaturas mínimas apresentadas.

No solo, a maior amplitude térmica foi na porção mais superficial, resultado que confirma a característica do solo de ser menos sensível às oscilações térmicas. Deve ser destacado que a pastagem mostrou a maior amplitude térmica, em resposta à menor cobertura do solo. Não houve tendência definida da influencia da geoforma para a amplitude térmica.

REFERÊNCIAS

- ALVES, M.E.B. Disponibilidade e demanda hídrica na produtividade da cultura do eucalipto. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2009. 136p. (Tese de Doutorado)
- HILLEL, D. Environmental soil physics. San Diego, Academic Press, 1998. 771p.
- NOVAK, M.; CHEN, W. & HARES, M. Simulating the radiation distribution within a barley straw mulch. Agr. Forest Meteorol., 102:173-186, 2000.
- OLIVEIRA, M.L.; RUIZ, H.A.; COSTA, L.M. & SCHAEFER, C.E.G.R. Flutuações de temperatura e umidade do solo em resposta à cobertura vegetal. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, 9:535-539, 2005.
- SANTOS, T.E.M.; MONTENEGRO, A.A.A. & SILVA, D.D. Umidade do solo no semiárido pernambucano usando-se reflectometria no domínio do tempo (TDR). R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, 15:670-679, 2011.

Tabela 1 – Umidade média do solo determinada no período de março/2009 a fevereiro/2010, considerando o uso do solo, a geoforma e a profundidade no perfil

Uso do Solo	Geoforma	
	Côncava	Convexa
	kg kg ⁻¹	
	Profundidade 10 cm ⁽¹⁾	
Mata	0,215 Db	0,237 Ba
Café	0,294 Aa	0,218 Cb
Eucalipto	0,270 Bb	0,290 Aa
Pastagem	0,242 Ca	0,222 BCb
	Profundidade 30 cm ⁽¹⁾	
Mata	0,336 Aa	0,278 Ab
Café	0,340 Aa	0,212 BCb
Eucalipto	0,311 Aa	0,252 ABb
Pastagem	0,240 Ba	0,190 Cb
	Profundidade 100 cm ⁽¹⁾	
Mata	0,378 Aa	0,332 Ab
Café	0,374 Aa	0,223 Bb
Eucalipto	0,213 Ca	0,168 Cb
Pastagem	0,275 Ba	0,180 Cb

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na coluna, e pela mesma letra minúscula, na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p≤0,05). Análise realizada separadamente para cada profundidade no perfil.

Tabela 2 – Temperaturas média (T_{méd}), máxima (T_{máx}) e mínima (T_{min}) e amplitude térmica (AT) do ar, considerando o uso do solo, e temperaturas média (T_{méd}), máxima (T_{máx}) e mínima (T_{min}) e amplitude térmica (AT) do solo, nas duas profundidades de amostragem, considerando o uso do solo e a geoforma (CC: côncava; CV: convexa). Médias anuais calculadas para o período de março/2009 a fevereiro/2010

Uso do Solo	T _{méd}		T _{máx}		T _{min}		AT	
	CC	CV	CC	CV	CC	CV	CC	CV
	°C							
	Temperatura do Ar ⁽¹⁾							
Mata	19,4		26,5		13,2		13,3	
Café	20,2		31,9		12,6		19,3	
Eucalipto	19,8		27,0		14,4		12,6	
Pastagem	20,5		30,6		13,0		17,6	
	Temperatura do Solo a 10 cm ⁽²⁾							
Mata	19,7 Aa	19,6 Aa	20,9 Ca	21,2 Ca	18,1 Ca	17,7 Db	2,8 Bb	3,5 Ba
Café	20,6 Aa	20,5 Aa	22,0 Ba	21,5 Bb	19,1 Ba	19,3 Ba	2,9 Ba	2,3 Cb
Eucalipto	19,8 Aa	19,8 Aa	21,3 Ca	20,9 Ca	18,3 Cb	18,6 Ca	3,0 Ba	2,3 Cb
Pastagem	23,6 Aa	23,6 Aa	26,0 Ab	27,8 Aa	21,2 Aa	20,4 Ab	4,9 Ab	7,4 Aa
	Temperatura do Solo a 30 cm ⁽²⁾							
Mata	19,8 Aa	19,8 Aa	20,5 Aa	20,6 Aa	19,0 Aa	18,7 Aa	1,5 Aa	1,9 Aa
Café	20,8 Aa	20,6 Aa	21,5 Aa	21,2 Aa	20,0 Aa	20,0 Aa	1,6 Aa	1,3 Aa
Eucalipto	19,9 Aa	19,9 Aa	21,0 Aa	20,8 Aa	18,9 Aa	19,1 Aa	2,1 Aa	1,7 Aa
Pastagem	23,5 Aa	23,6 Aa	25,2 Aa	25,0 Aa	21,5 Aa	21,7 Aa	3,7 Aa	3,2 Aa

⁽¹⁾ Sensor de temperatura do ar instalado, para cada uso do solo, em local intermediário entre as duas geoformas. ⁽²⁾ Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na coluna, e pela mesma letra minúscula, na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p≤0,05).