

REGIME HÍDRICO DO SOLO SOB POVOAMENTO DE EUCALIPTO, FLORESTA NATIVA E PASTAGEM, NA REGIÃO DE GUANHÃES-MG¹

Fernando Palha Leite², Nairam Félix de Barros³, Luíz Marcelo Aguiar Sans⁴ e Antônio Sérgio Fabres⁵

RESUMO - Avaliou-se, na região de Guanhões-MG, durante o período de setembro de 1994 a fevereiro de 1995, o regime de água do solo sob três tipos de cobertura vegetal: *Eucalyptus grandis* (eucalipto), floresta estacional semidecidual secundária (floresta nativa) e pastagem. Essa avaliação foi feita por meio do monitoramento quinzenal da umidade do solo, com uma sonda de nêutrons. Determinou-se, também, a precipitação interna nas áreas de floresta nativa e de eucalipto. Constatou-se que as perdas por evaporação direta de água interceptada nas copas corresponderam a 15,6% (na área de floresta nativa) e a 14,2% (na de eucalipto) da precipitação pluviométrica total ocorrida na área de pastagem. O conteúdo total de água no solo, nas três situações avaliadas, não apresentou diferenças significativas e não chegou a ficar menor que o conteúdo correspondente à capacidade de armazenamento do solo, a um potencial matricial de -1,5 MPa. Nas condições deste estudo, o eucalipto não interferiu de modo negativo no regime hídrico do solo, quando comparado aos outros tipos de vegetação.

Palavras-chave: *Eucalyptus grandis*, regime hídrico, água e tipos de cobertura vegetal.

SOIL WATER REGIME UNDER STAND OF EUCALYPTS, NATURAL FOREST AND PASTURE, GUANHÃES - MG - BRAZIL

ABSTRACT - The effect of eucalypt plantations on soil water regime has been a reason for controversy. To raise some information on this subject, soil water regime was evaluated under three vegetative cover types of *Eucalyptus grandis*, semidecidual seasonal secondary (native forest) and a natural pasture of *Melinis minutiflora*, in the region of Guanhões, Minas Gerais, from September, 1994 to February, 1995. Soil water was monitored from 30 cm down to 285 cm depth, fortnightly, by using a neutron probe. Throughfall in the native forest and the eucalypt areas was also determined. Direct evaporation loss of intercepted water by the crowns of natural forest was 15.6% and of eucalypts 14.2% of the rain measured in the pasture. There was no significant difference in soil water content among the three vegetation types, and soil moisture didn't sink below the content corresponding to the soil storage capacity at a matrix potential of -1.5 Mpa. Therefore, during the monitored period, eucalypts did not affect the soil water regime negatively, when compared to the other vegetative cover types.

Key words: *Eucalyptus grandis*, water regime, water and vegetative cover types.

¹ Recebido para publicação em 20.6.1996.

Aceito para publicação em 4.9.1997.

² Rua Ouro, 35, Iguaçú, 35162-103 Ipatinga-MG. ³ Dep. de Solos da UFV, Bolsista do CNPq, 36571-000 Viçosa-MG. ⁴ EMBRAPA-CNPMS, 35701-970 Sete Lagoas-MG. ⁵ CENIBRA Florestal, 35101-970 Ipatinga-MG.

1. INTRODUÇÃO

O efeito de povoamentos de eucalipto sobre o regime natural de água nos sistemas onde ele é cultivado tem sido motivo de controvérsias (CALDER et al., 1992; LIMA, 1993).

Uma das formas possíveis de serem utilizadas para avaliar o efeito do eucalipto sobre a água do solo é pelo monitoramento e pela comparação do regime hídrico do solo sob povoamentos de eucalipto com o observado sob outras espécies cultivadas (anuais ou perenes) e, ou, vegetação nativa do local onde a floresta de eucalipto foi implantada. Essa avaliação comparativa permite a quantificação do real impacto de plantios de eucalipto sobre o regime de água do solo.

O conhecimento do regime de variação da umidade do solo é importante por possibilitar a comparação dos efeitos de diferentes espécies florestais sobre a água subterrânea e por fornecer indicações sobre a transpiração de diferentes espécies arbóreas, uma vez que a maior parte da demanda de água da transpiração é suprida pela umidade extraída das camadas superficiais (LIMA, 1993).

Outros fatores, que são afetados pelo tipo de cobertura, também podem interferir no regime hídrico do solo. Dentre eles podem ser citados: a interceptação de água pela copa (LIMA, 1986; OLE-MEILUIDIE e NJAU, 1989; POOK et al., 1991; CALDER et al., 1992; LIMA, 1993) e pela manta orgânica (KOWALIK et al., 1988); as taxas de infiltração de água no solo (VALENTE et al., 1979); o escoamento superficial; e o microclima dentro de cada comunidade vegetal.

Este trabalho teve como objetivos verificar o efeito de diferentes tipos de cobertura vegetal sobre o regime hídrico do solo e, a partir do conhecimento desse regime, avaliar a influência do eucalipto na alteração do regime natural de água do ecossistema onde ele é cultivado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido em área pertencente à CENIBRA Florestal, no município de

Guanhães-MG, situado nas seguintes coordenadas geográficas: 18° 46' de latitude sul e 42° 56' de longitude oeste. Pela classificação de Köppen, a região tem clima do tipo Cwa, temperado, chuvoso-mesotérmico. A precipitação pluviométrica média anual é de 1.300 mm. A vegetação original era formada predominantemente por florestas (estacional semidecidual), que foram substituídas por pastagens. Atualmente, na região, o uso mais comum do solo é para pastagem e reflorestamento com eucalipto. O solo do local foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo álico, textura argilosa.

As coberturas vegetais comparadas foram: 1) *Eucalyptus grandis*, com 11 anos de idade e no primeiro ciclo, estabelecido no espaçamento 3 x 2 m; 2) floresta estacional semidecidual secundária, apresentando sub-bosque bem desenvolvido; e 3) pastagem, onde predomina o capim-gordura (*Melinis minutiflora*). Essas três coberturas estão localizadas em seqüência, lado a lado, em uma mesma exposição e posição topográfica. Algumas características de crescimento dessas coberturas estão listadas no Quadro 1 (para o povoamento de eucalipto e a floresta nativa as avaliações foram realizadas em parcelas de 1.080 m², (30,0 x 36,0 m).

Utilizou-se a moderação de nêutrons nas determinações da umidade. Para determinação da umidade do solo, visando a definição do padrão de exaustão e da recarga de água em determinada camada, o emprego da moderação de nêutrons tem sido considerado bastante apropriado (SANS, 1993). Utilizou-se a sonda modelo 503 DR, que foi devidamente calibrada no campo, para o solo do local.

Em cada tipo de cobertura vegetal foram instalados seis tubos de alumínio, para acesso da sonda, em uma faixa intermediária da encosta, que é do tipo plano inclinado. Dos seis tubos, dois são de 2,90 m e quatro de 2,0 m de comprimento. Esses tubos foram distribuídos aleatoriamente, mantendo-se uma distância mínima entre dois tubos de 35 m. As determinações de contagem de nêutrons atenuados foram feitas em intervalos

quinzenais, no período de setembro de 1994 a fevereiro de 1995, a partir de 30 cm de profundidade, em intervalos regulares de 30 cm. A precipitação interna, quantificada em cinco pluviômetros, foi determinada no interior do povoamento de eucalipto e na floresta nativa. Pluviômetros foram também instalados na área da pastagem.

Determinaram-se algumas características físicas (Quadro 2), físico-hídricas (Quadro 3) do solo sob os três tipos de cobertura e físicas na área de eucalipto, na camada de 15 a 195 cm de profundidade (Quadro 4), utilizando a metodologia descrita por EMBRAPA (1979).

Quadro 1 - Características de crescimento do povoamento de eucalipto e da floresta nativa

Table 1 - Growth characteristics of the eucalypt and natural forest stands

Vegetação ¹	Área Basal	Altura Média	Altura Máxima	Altura Mínima	DAP ² Médio	DAP Máximo	DAP Mínimo	Árvores ³
	m ² /ha	m			cm			
Eucalipto	23,7	21,2	30,6	7,6	13,4	25,3	3,3	1.500
Floresta nativa	22,4	14,3	35,0	4,0	9,6	35,8	2,3	2.290

¹ A produtividade média do capim-gordura é de 5 t/ha/ano (EMBRAPA, 1983).

² DAP - diâmetro a 1,3 m do solo.

³ Árvores - número de árvores por hectare.

Quadro 2 - Caracterização granulométrica de amostras de solo coletadas sob três tipos de cobertura vegetal

Table 2 - Soil texture of samples collected from areas of pasture, natural forest, and eucalypts

Vegetação	Prof. (cm)	A	S	AG	AF	A.dis.	Classe Textural
		g kg ⁻¹					
Pastagem	0-10	370	340	210	80	15	Franco-Argiloso
	10-30	550	170	190	90	41	Argila
	50-60	480	300	130	90	196	Argila
Floresta Nativa	0-10	370	280	260	90	25	Franco-Argiloso
	10-30	570	130	200	100	66	Argila
	50-60	530	220	170	80	116	Argila
Eucalipto	0-10	380	230	310	80	26	Franco-Argiloso
	10-30	540	110	250	100	70	Argila
	50-60	430	210	270	90	86	Argila

Prof. = profundidade, A = argila total, S = silte, AG = areia grossa, AF = areia fina e A.dis. = argila dispersa em água.

Quadro 3 - Equivalente de umidade (EQ), umidade volumétrica do solo ($um-0,01$, submetido às tensões de 0,01 e de $um-1,5$ MPa) e água disponível (AD) determinadas em amostras de solo coletadas sob três tipos de cobertura vegetal, em três profundidades

Table 3 - Soil moisture equivalent (EQ), soil water content in volume base at 0.01 (one-0.01) and 1.5 (one-1.5) MPa of tension and available water (AD) of soil samples collected at three depths from areas of pasture, natural forest, and eucalypts

Características Hídricas	Pastagem			Floresta Nativa			Eucalipto		
	0-10 cm	10-30 cm	50-60 cm	0-10 cm	10-30 cm	50-60 cm	0-10 cm	10-30 cm	50-60 cm
	----- g kg ⁻¹ -----								
EQ	256	267	278	296	296	292	259	261	257
Um-0,01	-	300	328	-	331	324	-	300	290
Um-1,5	-	145	213	-	143	219	-	111	204
AD	-	155	115	-	188	105	-	189	86

Quadro 4 - Características físicas do solo na camada de 15 a 195 cm. Valor médio de amostras coletadas de 30 em 30 cm

Table 4 - Physical soil characteristics of a 15 to 195 cm layer. Mean values of samples collected at 30 cm intervals

Profundidade (cm)	DA	DP	P	A	S	AG	AF	AT
	----- g cm ⁻³ -----		----- g kg ⁻¹ -----					
15-195	0,90	2,53	647	460	180	270	90	360

DA = densidade aparente, DP = densidade de partículas, P = porosidade, A = argila total, S = silte, AG = areia grossa, AF = areia fina e At = areia total.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variação de água nas camadas monitoradas entre os períodos seco (29/9 a 9/11) e das chuvas (25/11 a 17/2), quando avaliada em relação à variação total ocorrida sob cada tipo de cobertura, mostra que na camada de 15-285 cm as alterações de umidade apresentam tendência de decréscimo com o aumento da profundidade, sendo este comportamento mais definido a partir da camada de 105-135 cm (Quadro 5). Aproximadamente, mais de 60% das variações de umidade ocorreram entre a camada de 15 e 135 cm, ou seja, a zona do solo hidrológicamente mais ativa nas três coberturas vegetais encontra-se nas camadas mais superficiais, onde, possivelmente, se concentram

as raízes. BABALOLA e SAMIE (1972) verificaram maior exaustão de água por *E. citriodora*, com dez anos de idade, na camada de 70 a 300 cm de profundidade, e exaustão maior e mais uniforme ao longo de todo o perfil avaliado (0 a 5,5 m) no solo sob vegetação natural de savana.

As variações temporais (Quadro 6) seguem a mesma tendência da precipitação pluviométrica verificada no período. Essas variações, quando analisadas pela média do período monitorado, em termos absolutos, apresentam diferenças consideráveis entre as situações de pastagem e eucalipto, comparadas à observada sob a floresta nativa. Apesar dessa tendência, tais diferenças não foram significativas, quando analisadas estatisticamente.

Quadro 5 - Valores percentuais de variações de umidade do solo entre os períodos chuvoso e seco, sob três tipos de vegetação

Table 5 - Relative variation of soil moisture, according to soil layers, between rainy and dry periods beneath three vegetation types (pasture, natural forest, and eucalypts)

Vegetação	Camada de Solo (cm)								
	15-45	45-75	75-105	105-135	135-165	165-195	195-225	225-255	255-285
	----- % -----								
Pastagem	15,2	14,9	16,0	16,0	12,3	9,2	6,3	5,7	4,3
Floresta Nativa	20,3	13,7	15,5	15,9	12,8	8,8	7,1	4,0	1,8
Eucalipto	13,3	13,6	14,5	15,6	12,3	9,6	8,1	7,5	5,5

Quadro 6 - Umidade volumétrica do solo (camada 15 a 285 cm), em diferentes épocas, sob três tipos de cobertura vegetal, e precipitação pluvial ocorrida no período

Table 6 - Soil water content in volume base (layer between 15 and 285 cm) determined in different periods, under pasture, natural forest and eucalypts, and rainfall during the period

Vegetação	Datas das Determinações											
	1994							1995				
	29/09	12/10	27/10	09/11	25/11	07/12	22/12	03/01	19/01	01/02	17/02	Média
----- g kg ⁻¹ -----												
Pastagem	26,9	27,4	27,3	27,1	30,5	31,5	32,0	32,5	30,5	30,1	32,7	29,9
Floresta Nativa	26,0	26,1	26,8	26,5	28,2	29,5	30,3	30,6	26,4	27,7	29,5	28,0
Eucalipto	27,0	26,6	27,3	26,9	30,5	31,1	31,9	32,7	30,4	29,7	32,0	29,6
PREC.	0,0	4,2	0,0	0,0	216,8	57,2	93,0	67,0	0,0	25,0	234,2	-

PREC. = precipitação no período em mm.

Obs.: a precipitação pluviométrica ocorrida nos meses que antecederam o início desse trabalho foram: 18,0 mm em junho, 7,8 mm em julho e 0,0 mm em agosto e setembro de 1994.

A análise de variância dos valores médios de umidade na camada de 15 a 195 cm, para os períodos seco, das chuvas e total, não mostrou efeito significativo ($P < 0,10$) da umidade volumétrica média do perfil, entre os tipos de cobertura vegetal avaliados. HARDING et al. (1992), monitorando a umidade do solo sob vários tipos de cobertura florestal (eucalipto, casuarina e floresta natural semidegradada) e cultura agrícola anual

(*Eleusine coracana*), constataram que o padrão de variação de umidade no solo foi muito similar sob as florestas avaliadas, sugerindo que o uso de água por elas também o seja. Apesar de o padrão de variação ter sido similar entre as florestas, o conteúdo total de água no solo sob a floresta natural semidegradada, durante o período monitorado, sempre foi menor que o observado no solo sob o eucalipto (*E. tereticornis*). Já o padrão de

umidade sob a cultura agrícola foi bem diferente, sendo seu uso estimado entre 52 a 65% do utilizado pelas florestas. LIMA e REICHARDT (1977), comparando o regime hídrico do solo sob eucalipto, pinus e vegetação herbácea, concluíram que o eucalipto não interferiu negativamente na água do solo.

Para períodos em que, aparentemente, não houve fluxo considerável de água para regiões abaixo do limite inferior monitorado (9/11 a 7/12) (essa inferência pode ser feita uma vez que o teor de umidade na camada mais profunda 255-285cm, durante esse período, não diferiu daquele observado no período mais seco (29/9 a 27/10), quando a movimentação de água deve ser mínima), a taxa de recarga de água do solo (VR) foi maior na área de pastagem, seguida da de eucalipto, e menor na área de floresta nativa (Quadro 7). Esse comportamento pode ser, em parte, explicado pelos valores de precipitação interna observados nas três situações, que seguiu o mesmo comporta-

mento da recarga de água do solo. A precipitação interna foi reduzida pela interceptação de copa em 15,6% na floresta nativa e em 14,2% no eucalipto, em relação à área de pastagem. Além disso, a presença de sub-bosque intenso na área de floresta nativa, além da manta orgânica, que também existe na área de eucalipto, deve ter contribuído ainda mais para redução da precipitação efetiva nessa situação, contribuindo, também, para reduzir a recarga de água do solo.

Observou-se, ainda, que as diferenças entre as variações de água no solo e entre as precipitações efetivas não foram proporcionais, o que sugere que o processo de infiltração de água no solo e, conseqüentemente, o escoamento superficial foram distintos na área de pastagem, comparada aos outros dois sistemas. O pastejo intensivo realizado na área de pastagem deve estar contribuindo para redução das taxas de infiltração e, conseqüentemente, para o aumento do escoamento superficial de água no solo desse local.

Quadro 7 - Balanço de água nos sistemas estudados e alguns valores característicos do "status" hídrico do solo nestes sistemas

Table 7 - Water balance in the three vegetation systems and some indicative parameters of soil water status

Vegetação	PREC. 1	VR	PERDAS	PREC. 2	V.E	UMP	UMC
	----- mm -----					----- g kg ⁻¹ -----	
Pastagem	274,0	+125,4	148,6	0,0	-57,0	269	245
Floresta Nativa	235,4	+85,5	149,9	0,0	-114,0	262	245
Eucalipto	236,8	+119,7	117,1	0,0	-65,5	266	242

PREC. 1 = Precipitação pluviométrica ocorrida no período de 29/9 a 7/12. Obs.: nesse período não foi detectada percolação de água para regiões mais profundas que o limite inferior do perfil monitorado.

VR = Variação de recarga - acréscimo de água ocorrido na seção de controle de solo monitorada (15 a 285 cm), no período de 9/11 a 7/12.

PERDAS = Diferenças entre a quantidade de água adicionada ao sistema via precipitação e a quantidade de água que efetivamente ficou armazenada no solo na seção monitorada. Essa quantidade representa quanto de água saiu do sistema durante o período de 9/11 a 7/12.

PREC. 2 = Precipitação ocorrida no período de 3/1 a 19/1.

VE = Variação de exaustão - decréscimo de água no solo ocorrida entre os dias 3/1 e 19/1.

UMP = Umidade mínima encontrada entre as médias dos valores determinados ao longo do perfil (15-285 cm).

UMC = Umidade mínima nas camadas monitoradas.

As taxas de exaustão de água (VE), quando avaliadas no período de máxima disponibilidade de água (3/1 a 19/1) (Quadro 7), apresentaram comportamento inverso ao verificado na recarga de água, indicando, portanto, que as taxas de evapotranspiração neste período foram maiores na área de floresta nativa, intermediárias na de eucalipto e menores na de pastagem. Além da maior densidade de árvores (Quadro 1), a presença de sub-bosque bastante vigoroso na área de floresta nativa e sua ausência na área com eucalipto permitem inferir que a área foliar (superfície evaporadora) e a intensidade de exploração do solo pelo sistema radicular serão maiores na área de floresta nativa, contribuindo para a utilização mais intensa da água do solo sob esse tipo de cobertura vegetal. Já as variações ocorridas no período seco (29/9 a 9/11) foram mínimas nas três situações (Quadro 6), indicando que nessa época as taxas de transpiração devem ser bastante reduzidas, em todas as três situações.

Os valores mínimos de umidade encontrados, tanto o valor médio da camada de 15 a 285 cm (UMP), como o valor de camadas individuais (UMC) (Quadro 7), estão acima daquele correspondente à umidade retida em amostras de solo submetidas a uma tensão de 1,5 MPa, que é de 21,2%.

4. CONCLUSÕES

1. As perdas diretas de água interceptada nas copas das florestas representaram uma importante forma de interferência das árvores sobre o ciclo hidrológico.
2. O tipo de cobertura vegetal, nas condições estudadas, não pode ser considerado como a principal causa de modificações no regime natural de água do sistema onde se desenvolvem.
3. Independente do tipo de vegetação, as maiores variações nos teores de umidade ocorreram nas camadas mais superficiais.
4. O *Eucalyptus grandis* não interferiu de modo negativo no regime hídrico do solo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BABALOLA, O., SAMIE, A.G. The use of the neutron technique in studying soil moisture profiles under forest vegetation in the northern Guinea zone of Nigeria. **Tropical Science**, London, v.2, p.159-168, 1972.
- CALDER, I.R., HALL, R.L., ADLARD, P.G. **Growth and water use of forest plantations**. Chichester: John Wiley & Sons, 1992. 381p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Algumas considerações sobre gramíneas e leguminosas forrageiras**. Coronel Pacheco: EMBRAPA/CNPGL, 1983, 59p.
- EMBRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Serviço Nacional de Levantamento de Solos, 1979. Não paginado.
- HARDING, R.J., HALL, R.L., SWAMINATH, M.H., MURTHY, K.V.S. The soil moisture regimes beneath forest and an agricultural crop in southern India-measurements and modelling. In: CALDER, I.R., HALL, R.L., ADLARD, J. (Eds.) **Growth and water use of forest plantations**. Chichester: John Wiley & Sons, 1992. p.244-269.
- KOWALIK, P.J., BORGHETTI, M., BUSONI, E., SANESI, G., VENDRAMIN, G.G. Measured and simulated water relations in a douglas-fir forest during the development of drought in the Apennines, central Italy. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.25, p.181-194, 1988.
- LIMA, W.P. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba: ESALQ, 1986. 241p.
- LIMA, W.P. **Impacto ambiental do eucalipto**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1993. 301p.
- LIMA, W.P., REICHARDT, K. Regime de água do solo sob florestas homogêneas de eucalipto e de pinheiro. Piracicaba: CENA, 1977. 31p. (Boletim Científico, 43).

- OLE-MEILUIDIE, R.E.L., NJAU, W.L.M. Impact of logging equipment on water infiltration capacity at Olmotonyi, Tanzania. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.26, p.207-213, 1989.
- POOK, E.W., HALL, T., MOORE, P.H.R. Rainfall interception by trees of *Pinus radiata* and *Eucalyptus viminalis* in a 1300 mm rainfall area of southeastern New South Wales: I. Gross losses and their variability. **Hydrological Processes**, Canberra, v.5, p.127-141, 1991.
- SANS, L.M.A. **Método de moderação de neutrons para medição do conteúdo de água no solo**. Viçosa: SIF-COOPSNEUC, 1993. 32p. (Apostila - Curso sobre relações água-solo-eucalipto).
- VALENTE, O.F., SANT'ANNA e CASTRO, P., VIEIRA, H.A., PAULA NETO, F. Estudo sobre infiltração d'água no solo em povoamentos de *Pinus strobus* var. *chiapensis* e *Bombax* sp. **Revista Árvore**, Viçosa, v.3, p.88-93, 1979.