

**CARACTERIZAÇÃO MICROCLIMÁTICA NO INTERIOR  
DOS TALHÕES DE *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus  
grandis* Hill ex Maiden E *Eucalyptus torelliana* F. Muell,  
LOCALIZADOS EM ANHEMBÍ, SP**

Mauro Valdir Schumacher<sup>1</sup> Fabio Poggiani<sup>2</sup>

**R E S U M O**

Neste estudo avaliou-se algumas características microclimáticas em talhões de *E. camaldulensis*, *E. grandis* e *E. torelliana*, resultantes dos diferentes tipos de cobertura florestal que estas espécies propiciam. Das três espécies estudadas, *E. camaldulensis* foi a que deixou passar as maiores quantidades de radiação solar global e intensidade luminosa. Já *E. torelliana* foi a espécie que mais interceptou a radiação solar e deixou o sub-bosque com menos luminosidade. As maiores temperaturas diárias e nos primeiros 10 cm do solo, foram observadas em *E. camaldulensis*. Para as três espécies, aos 20 cm de profundidade a variação da temperatura foi praticamente constante. Através dos resultados encontrados foi possível confirmar que as árvores de *E. camaldulensis*, *E. grandis* e *E. torelliana*, previamente estudadas na Austrália, pertencem, respectivamente, a formação de floresta aberta baixa, floresta aberta alta e floresta fechada.

**Palavras-chave:** Características microclimáticas, *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis*, *E. torelliana*.

- 
1. Engenheiro Florestal, MSc., Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS).
  2. Engenheira Florestal, Dr, Professor do Departamento de Ciências Florestais, Escola Superior de Agricultura Luiz de Quiróz, CEP 13400.000, Piracicaba (SP).

**MICROCLIMATIC CHARACTERIZATION IN STANDS OF  
*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* Hill ex  
Maiden AND *Eucalyptus torelliana* F. Muell IN ANHEMBI, SP**

**S U M M A R Y**

The objective of this work was to evaluate some microclimatic features in areas with *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus torelliana*, resulting from different kinds of forestal cover that these species provide. From the three studied species, *E. camaldulensis* was the one that allowed the passage of the highest quantities of global solar radiation and light intensity. *E. torelliana* was the specie that more intercepted the solar radiation and let the understorey with less luminosity. The highest daily temperatures and in the first 10 cm of soil were observed for *E. camaldulensis*. For the three species, at 20 cm of depth, the temperature variation was practically constant. From the results it was possible to confirm that trees of *E. camaldulensis*, *E. grandis*, and *E. torelliana*, studied previously in Australia, belong to the formation of short open forest, tall open forest and closed forest respectively.

**Key words:** Microclimatic features, *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis*, *E. torelliana*.

**INTRODUÇÃO**

No setor florestal, o silvicultor deve conhecer todas as variáveis que interagem com o ecossistema florestal, para que o mesmo consiga obter boa produtividade, sem comprometer as plantações futuras. Dentre estas variáveis, merecem destaque as características microclimáticas propiciadas pelas diferentes espécies e que provavelmente terão grandes reflexos no manejo florestal a ser empregado para com as mesmas.

O microclima de uma floresta, caracteriza-se, primeiramente, pela modificação sofrida na luz que penetra através da cobertura das árvores. Nas áreas com árvores tipo coníferas a luz é fortemente reduzida, mas pouco modificada qualitativamente. Já nas áreas com árvores tipo folhosas, a luz sofre uma grande absorção seletiva que lhe dá uma tonalidade amarelo esverdeada quando as árvores estão com

folhas. Numa floresta temperada, a iluminação ao nível do solo, pode descer a 2 % da iluminação de um terreno descoberto. Na floresta tropical, a iluminação varia entre 0,1 e 1% (DAJOZ, 1978).

Segundo WHATLEY & WHATLEY (1982), parte da radiação solar que chega ao dossel florestal é refletida de volta para o céu aberto, parte é absorvida pelas copas e, posteriormente, transmitida para o interior da floresta na forma de ondas longas e, finalmente, uma última parte penetra diretamente na floresta.

Dependendo da latitude e da altitude de um determinado sítio, da natureza do terreno, da frequência de nuvens e da estação do ano, existem amplas diferenças regionais e locais no fornecimento de radiação (LARCHER, 1986).

Segundo REIFSNYDER & LULL (1965), ao longo do dia as árvores recebem diferentes quantidades de radiação devido as diferentes posições de suas folhas.

A atividade funcional das raízes das plantas como a absorção de água e nutrientes, pode ser afetada por ambas, altas e baixas temperaturas do solo (BAVER *et al.*, 1972).

A temperatura do solo é um dos fatores mais importantes, que controla a atividade microbológica e os processos envolvidos na movimentação dos nutrientes.

Debaixo do manto protetor da zona dos fustes, o microclima do solo florestal é essencialmente diferente do microclima de um solo nú, fora da floresta (GEIGER, 1980).

De uma forma geral, o solo florestal é mais quente no inverno e mais fresco no verão que o solo descoberto, sendo este fenômeno observado até profundidades de 1,20 m. A influência da floresta resulta da ação das copas e do isolamento térmico devido ao "litter" (PARDÉ, 1974).

Conforme FERREIRA (1991), os eucaliptos plantados no Brasil podem ser classificados segundo o tipo de cobertura florestal que formam, apresentando diferentes características silviculturais com reflexos sobre o microclima no interior das plantações.

Partindo-se da premissa acima citada, este trabalho teve como objetivo registrar as variações microclimáticas dentro dos talhões de cada uma das espécies estudadas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido na Estação Experimental de Ciências Florestais de Anhembi, no município de Anhembi, estado de São Paulo, próximo às coordenadas geográficas de 22º43' de latitude sul e 48º10' de longitude oeste de Greenwich, numa altitude de 500 metros.

O clima, segundo Köppen é do tipo Cwa, caracterizado como mesotérmico de inverno seco, em que a temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C e a do mês mais quente ultrapassa 22°C. A precipitação média anual varia de 1.100 a 1.300 mm.

Quanto ao solo, os talhões de *E. camaldulensis* e *E. torelliana* encontram-se sobre um solo Podzólico Vermelho Amarelo. Já o povoamento de *E. grandis* está localizado sobre um Latossolo Vermelho Amarelo. Ambos os solos de baixa fertilidade.

Os povoamentos de *E. grandis* Hill ex Maiden e *E. camaldulensis* Dehnh foram implantados em abril de 1982, num espaçamento de 3,0 x 3,0 m. Já o povoamento de *E. torelliana* F. Muell foi implantado em agosto de 1979, num espaçamento de 3,0 x 2,0 m.

No caso das três espécies os tratos culturais dispensados foram capinas periódicas até o estabelecimento definitivo dos indivíduos.

Em duas épocas distintas, inverno e verão, num dia totalmente limpo com o auxílio de um luxímetro, às 13:00 horas foram feitas medições de luminosidade dentro e fora dos talhões das três espécies estudadas. Primeiramente, fez-se uma leitura a pleno sol e, em seguida, foram feitas mais 30 leituras no interior da floresta (a média destas forneceu o valor da luz debaixo do dossel). As leituras no interior do bosque eram feitas em pontos a 3,0 metros de distância

uns dos outros. De posse dos valores das leituras externa e do interior da floresta calculou-se o Índice de Luminosidade Relativa (ILR), obtido a partir da expressão:

$$\text{ILR} = (\text{luz debaixo do dossel} \times 100) / \text{luz acima do dossel}$$

Para as três espécies, determinou-se a radiação global fora e dentro de cada talhão. As leituras foram feitas com o auxílio de um milivoltímetro digital portátil acoplado a um tubo solarímetro localizado sobre um tripé a 80,0 cm de altura, estando este nivelado em relação ao terreno.

Foram realizadas medições às 9:00, 12:00 e 15:00 horas. Nos horários pré-estabelecidos, realizou-se uma leitura fora do povoamento a plena luz e um total de 30 leituras no interior do povoamento, estas distantes 3,0 metros umas das outras.

Os valores de radiação global em cal.cm-2.min-1, tanto fora do povoamento como no interior do mesmo, foram obtidos multiplicando-se, respectivamente, uma única leitura (fora) e a média das 30 leituras (dentro) em milivolts (mv) pela constante de cada aparelho, constante esta obtida a partir da calibragem do tubo solarímetro em função do radiômetro de Eppley.

A temperatura do solo foi medida nas profundidades de 5, 10 e 20 cm com o auxílio de um geotermômetro. Procurou-se um local que fosse o mais representativo possível das condições internas de cada talhão e ali foram instalados os geotermômetros. Com o auxílio de uma bússola, delimitou-se o sentido leste-oeste na parte intermediária entre duas fileiras de árvores e os geotermômetros ficaram distantes 50 cm uns dos outros. As leituras tinham início às 7:00 horas e o final ocorria às 19:00 horas. O intervalo das leituras era de uma hora, o que totalizava no final do dia 13 leituras para cada profundidade, em cada talhão. Para determinar a temperatura ambiente, também foi instalado um termômetro de máxima e de mínima tipo capela a 1,5 m do nível do solo e as leituras obedeciam a mesma metodologia usada para os geotermômetros.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estrutura do dossel das florestas é um resultado complexo e dinâmico das interações fisiológicas e evolutivas entre a vegetação e o ambiente. É a arquitetura da copa das árvores que afeta a produtividade primária do ecossistema como um todo e regula também a luz, temperatura, vento e umidade sob o dossel e altura do piso florestal.

Na Tabela 1 são apresentados os resultados das variáveis dendrométricas dos talhões das espécies envolvidas no presente estudo.

TABELA 1: Média das variáveis dendrométricos dos talhões de *E. camaldulensis*, *E. grandis* e *E. torelliana*.

ESPÉCIE	IDADE (anos)	NÚMERO ÁRVORE (ha)	ALTURA MÉDIA (m)	D A P MÉDIO (cm)	ÁREA BASAL (m <sup>2</sup> /ha)	VOLUME (m <sup>3</sup> /ha)
<u><i>E. camaldulensis</i></u>	9	853	20,5	17,9	22,9	198,6
<u><i>E. grandis</i></u>	9	966	27,6	21,0	30,0	528,9
<u><i>E. torelliana</i></u>	12	1160	19,0	17,0	29,4	267,4

Nas Tabelas 2 e 3 são apresentados, respectivamente, os resultados encontrados pela radiação solar global e Intensidade Luminosa Relativa (ILR) nos talhões de *E. camaldulensis*, *E. grandis* e *E. torelliana* resultantes de medições efetuadas ao longo de sete dias seguidos durante os meses de fevereiro e agosto.

TABELA 2: Valores médios da radiação global externa e interna em diferentes horas do dia ( $\text{cal.cm}^{-2}.\text{min}^{-1}$ ) para os talhões de *E. camaldulensis*, *E. grandis* e *E. torelliana*.

ESPÉCIE	L E I T U R A S											
	9:00 h.				12:00 h.				15:00 h.			
	EXTERNA		INTERNA		EXTERNA		INTERNA		EXTERNA		INTERNA	
	VER	INV	VER	INV	VER	INV	VER	INV	VER	INV	VER	INV *
<i>E. camaldulensis</i>	0,95	0,47	0,27	0,13	1,50	0,94	0,61	0,24	1,18	0,60	0,28	0,13
<i>E. grandis</i>	0,75	0,46	0,16	0,09	1,35	0,83	0,44	0,20	1,02	0,56	0,21	0,12
<i>E. torelliana</i>	0,76	0,38	0,11	0,05	1,29	0,80	0,23	0,10	1,00	0,71	0,13	0,05

\* ( $\text{cal.cm}^{-2}.\text{min}^{-1}$ ); VER = verão; INV = inverno.

TABELA 3: Valores de Intensidade Luminosa Relativa (%) para os talhões de *E. camaldulensis*, *E. grandis* e *E. torelliana*.

ESPÉCIE	ESPAÇAMENTO (m)	ILR*	
		VERÃO	INVERNO
<i>E. camaldulensis</i>	3,0 x 3,0	23,4	20,4
<i>E. grandis</i>	3,0 x 3,0	15,4	13,4
<i>E. torelliana</i>	3,0 x 2,0	7,9	4,8

\* Intensidade Luminosa Relativa

Mediante uma análise global das Tabelas 2 e 3, verifica-se que *E. camaldulensis*, tanto no verão (Fevereiro) como no inverno (Agosto), foi a espécie que, em termos percentuais, interceptou as

menores quantidades da radiação solar global externa e deixou passar a maior Intensidade Luminosa Relativa (ILR). Provavelmente, em ambos os casos isto se deva ao menor número de árvores por hectare e, principalmente, devido a estrutura da copa da mesma onde os ramos e as folhas são pendentes, propiciando de tal modo uma maior passagem da radiação solar para o interior do povoamento.

Dentre as três espécies estudadas, o *E. grandis* é a espécie que apresenta valores intermediários, no que se refere a radiação solar global e intensidade luminosa relativa.

A espécie *E. torelliana* é a que deixa passar a menor percentagem da radiação solar global e apresenta os menores valores para o ILR. Isto se deve ao fato desta espécie apresentar o maior número de árvores por hectare o que propicia um maior entrelaçamento das copas. A presença de folhas pilosas e espessas, características desta espécie, pode aumentar a reflexão da luz visível e do infravermelho, reduzindo assim sua transmissão debaixo do dossel, de acordo com LARCHER (1986).

Os dados da Figura 1 e 2 são usados para ilustrar as variações diurnas na temperatura do ar, com medições efetuadas a 1,5 metros de altura e no solo a diferentes profundidades, para os talhões de *E. camaldulensis*, *E. grandis* e *E. torelliana* nos meses de Fevereiro (verão) e Agosto (inverno).

Considerando que a floresta de *E. grandis* é aberta e alta, esta apresenta um comportamento semelhante ao *E. camaldulensis* (floresta aberta) na variação das temperaturas do solo ao longo do tempo.

Através de uma análise conjunta das Figuras 1 e 2, verifica-se que *E. camaldulensis* é a espécie que tanto no mês de fevereiro como no de agosto apresenta as maiores temperaturas do solo para as diferentes profundidades (5, 10 e 20 cm).

O *E. torelliana* é a espécie que apresenta as menores oscilações nas temperaturas registradas, para as diferentes profundidades do solo, mantendo temperaturas mais baixas no verão.



Provavelmente, isto se deva ao fato de que as árvores de *E. torelliana* com maior densidade de copa e serapilheira acumulada sobre o solo, regularizam as trocas energéticas entre o interior e o exterior do talhão.

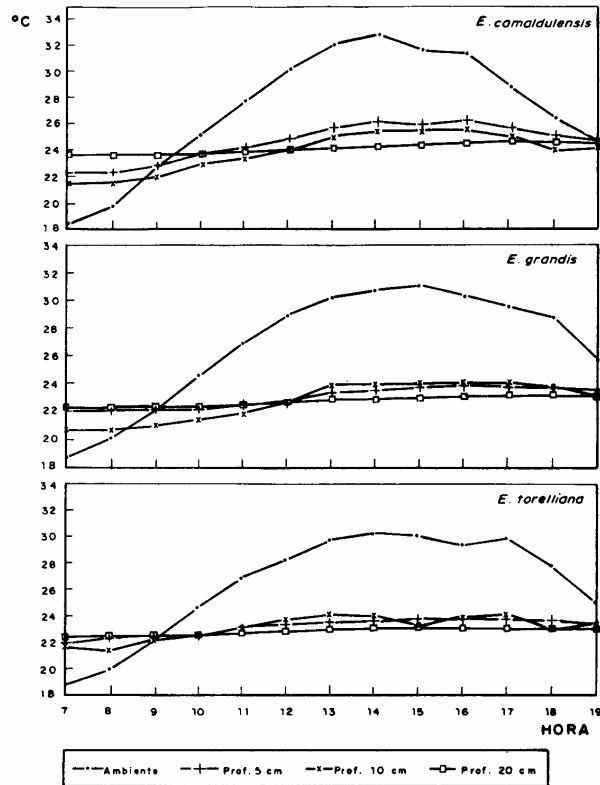


FIGURA 1: Variação diurna na temperatura do ar e temperatura do solo ( $^{\circ}\text{C}$ ) a diferentes profundidades (cm), no mês de fevereiro (período de 1 semana) para os talhões de *E. camaldulensis*, *E. grandis* e *E. torelliana*.

Para as três espécies, aos 20 cm de profundidade, nas duas estações a temperatura do solo se mantém praticamente constante. Isto, também, foi constatado por ANDRAE (1978), o qual relata que a partir de uma certa profundidade a temperatura do solo permanecia uniforme, sem sofrer influência das oscilações diárias ou até estacionais.

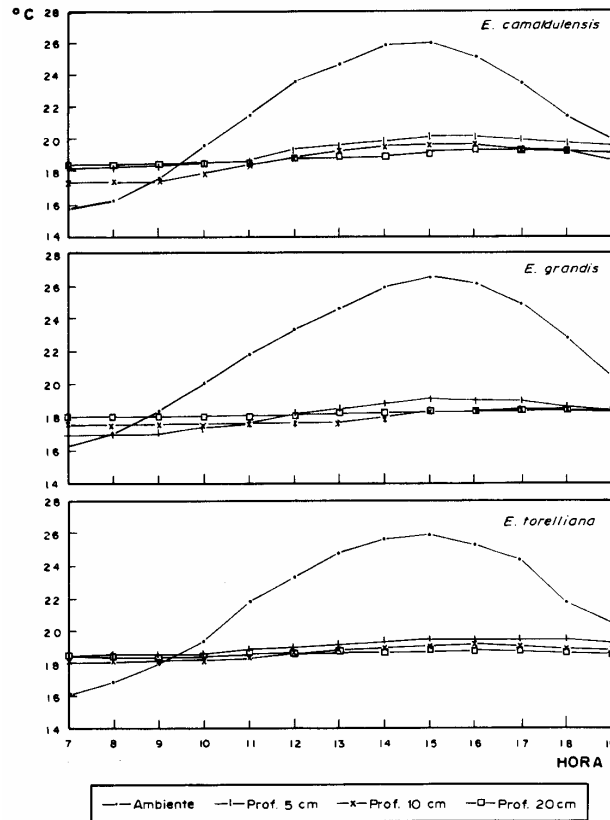


FIGURA 2: Variação diurna na temperatura do ar e temperatura do solo (°C) a diferentes profundidades (cm), no mês de agosto (período de 1 semana) para talhões de *E. camaldulensis*, *E. grandis* e *E. torelliana*.

Em função destes resultados, sugere-se que sejam realizados estudos mais aprofundados sobre as condições microclimáticas geradas pelas diferentes espécies florestais e seus reflexos sobre a produção florestal. Por exemplo, em função das copas das árvores, determinar espaçamentos ideais para cada espécie, objetivando estimular o crescimento das árvores e gerar condições microclimáticas para os processos biológicos que ocorrem na superfície do solo, dentre os quais se destaca a decomposição da serapilheira.

## CONCLUSÕES

Verificou-se que *E. camaldulensis* foi a espécie que interceptou as menores quantidades da radiação solar global e deixou passar as maiores intensidades de luminosidade.

A espécie *E. torelliana* foi a que mais interceptou a radiação solar global, deixando o sub-bosque com menos luminosidade.

No interior do talhão de *E. camaldulensis* foram observadas as maiores temperaturas diárias e dos primeiros 10 cm do solo. Todavia, aos 20 cm de profundidade, a variação da temperatura foi semelhante com as três espécies.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRAE, F. H. Ecologia florestal. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1978. 230p.
- BAVER, L. D., GARDNER, W.M., GARDNER, W.R. Soil physics. 4.ed. London: John Wiley & Sons, 1972. 498p.
- DAJOZ, R. Ecologia geral. 3.ed. Petrópolis: Vozes, 1978. 472p.
- FERREIRA, M. Melhoramento e a silvicultura intensiva clonal. Apresentado na Feira Nacional de Biotecnologia. Julho, 1991. São Paulo. (no prelo).

- GEIGER, L. Manual de microclimatologia: O clima da camada de ar junto ao solo. 4. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gublenkian, 1980. 637p.
- LARCHER, W. Ecofisiologia vegetal. 4.ed. São Paulo: EPU, 1986. 319p.
- PARDÉ, J. Le microclimat en forest. In: PESSON, P. Ecologie forestière. Paris: Gauthier-Villar, 1974. p.1-19.
- REIFSNYDER, W. E., LULL, H. W. Radiant energy in relation to forests. Usda Forest Service. Technical Bulletin, v.1344, p.63-95, 1965.
- WHATLEY, J. M., WHATLEY, F. R. A luz e a vida das plantas. São Paulo: EPU/EDUSP, 1982. 103p.