

**CARACTERIZAÇÃO MICROCLIMÁTICA NO INTERIOR  
DOS TALHÕES DE *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh,  
*Eucalyptus grandis* Hilx Maiden E *Eucalyptus torelliana* F. Muell,  
LOCALIZADOS EM ANHEMBI – SP**

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

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

**RESUMO**

Neste estudo, avaliaram-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 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 de 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 à 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. Graduado pelo Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria (RS), Brasil.

2 Engenheiro Florestal, Dr., Professor do Departamento de Ciências Florestais, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Av. Pádua Dias, 11, CEP 13418-900, Piracicaba (SP), Brasil.

## ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate some microclimatic features in areas with *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* and *E. 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 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.

**Keywords:** 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 com as mesmas.

O microclima de uma floresta caracteriza-se, primeiramente, pela modificação sofrida na luz que penetra através da cobertura de 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. Em uma floresta temperada, a iluminação, em nível do solo, pode descer a 2% em 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 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 (LANCHER, 1986).

Segundo Reifsnnyder & Lull (1965), ao longo do dia, as árvores recebem diferentes quantidades de radiação devido às 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 microbiológica e os processos envolvidos na movimentação de nutrientes.

Debaixo do manto protetor da zona dos fustes, o microclima do solo florestal é essencialmente diferente do microclima de um solo nu, 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* (PARDE, 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, próxima às coordenadas geográficas de 22°43' de latitude sul e 48°10' de longitude oeste de Greenwich, em uma altitude de 500 metros.

O clima, segundo Köppen é do tipo Cwa, caracterizado como mesotérmico de inverno seco, cuja 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 no 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, em espaçamento de 3,0 x 3,0 m. Já o povoamento de *E. torelliana* F. Muell foi implantado em agosto de 1979, em 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, em um dia totalmente limpo com o auxílio de um luxímetro às 13h 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 externas e do interior da floresta,

calculou-se o Índice de Luminosidade Relativa (ILR), obtido a partir da expressão:

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

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 o tripé a 80,0 cm de altura, estando este nivelado em relação ao terreno.

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

Os valores da radiação solar global em  $\text{cal.cm}^{-2}.\text{min}^{-1}$ , 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 do geotermômetro. Procurou-se 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, determinou-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 7h e o final ocorria às 19h. 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 mínima tipo capela a 1,5 m do nível do solo, as leituras obedeciam a mesma metodologia usada para os geotermômetros.

## RESULTADO 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 sobre 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.

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.

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 de radiação solar global externa e deixou passar a maior Intensidade Luminosa Relativa (ILR). Provavelmente, em

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

TABLE 1: Mean of dendrometric variables of stands of *E. camaldulensis*, *E. grandis* and *E. torelliana*.

Espécie	Idade(anos)	Número Árvores(ha)	Altura Média(m)	DAP Médio (cm)	Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	Volume(m <sup>3</sup> /ha)
<i>E. camaldulensis</i>	9	853	20,5	17,9	22,9	198,6
<i>E. grandis</i>	9	966	27,6	21,0	30,0	528,9
<i>E. torelliana</i>	12	1160	19,0	17,0	29,4	267,4

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*.

TABLE 2: Mean values of external and internal global radiation at different times throughout the day ( $\text{cal.cm}^{-2}.\text{min.}^{-1}$ ) for the stands of *E. camaldulensis*, *E. grandis* and *E. torelliana*.

Espécie	Leituras											
	9h				12h				15h			
	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

ambos os casos, isto se deriva ao menor número de árvores por hectare e, principalmente, devido à estrutura da copa da mesma, na qual os ramos e as folhas são pendentes, propiciando de tal modo uma maior passagem de 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 à radiação solar global e à Intensidade Luminosa Relativa.

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

TABLE 3: Values of Relative Luminous Intensity (%) for the stands of *E. camaldulensis*, *E. grandis* and *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

A espécie *E. torelliana* é a que deixa passar a menor porcentagem de 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, propiciando maior entrelaçamento das copas. A presença de folhas pilosas e espessas, característica desta espécie, pode aumentar a reflexão da luz visível e do infravermelho, reduzindo assim sua transmissão debaixo do dossel, de acordo com Lancher (1986).

Os dados das Figuras 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 *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 comportamento semelhante a *E. camaldulensis* (floresta aberta) na variação das temperaturas do solo ao longo do tempo.

Através da análise conjunta das Figuras 1 e 2, verifica-se que *E. camaldulensis* é a espécie que tanto no mês de fevereiro como no mês 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.

Para as três espécies a 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 diários ou até estacionais.

Em função destes resultados, sugere-se que sejam realizados estudos mais aprofundados sobre as condições microclimáticas geradas

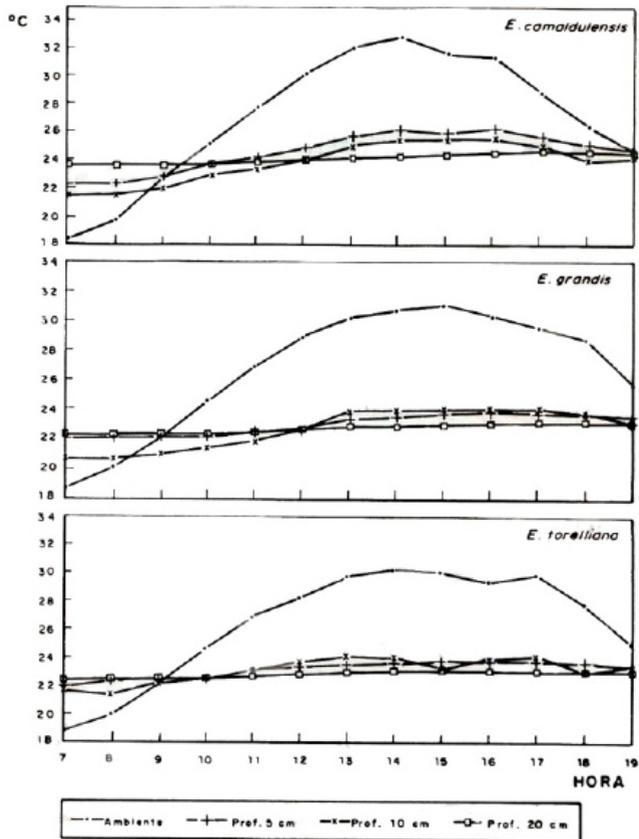


FIGURA 1: Variação diurna na temperatura do ar e temperatura do solo (°C) a diferentes profundidades (cm), no mês de fevereiro (período de 1 semana) para os talhões de *E. camaldulensis*, *E. grandis* e *E. torelliana*.

FIGURE 1: Diurnal variation in the temperature of air and soil (°C) at different depths (cm), in February (period of a week) for the stands of *E. camaldulensis*, *E. grandis* and *E. torelliana*.

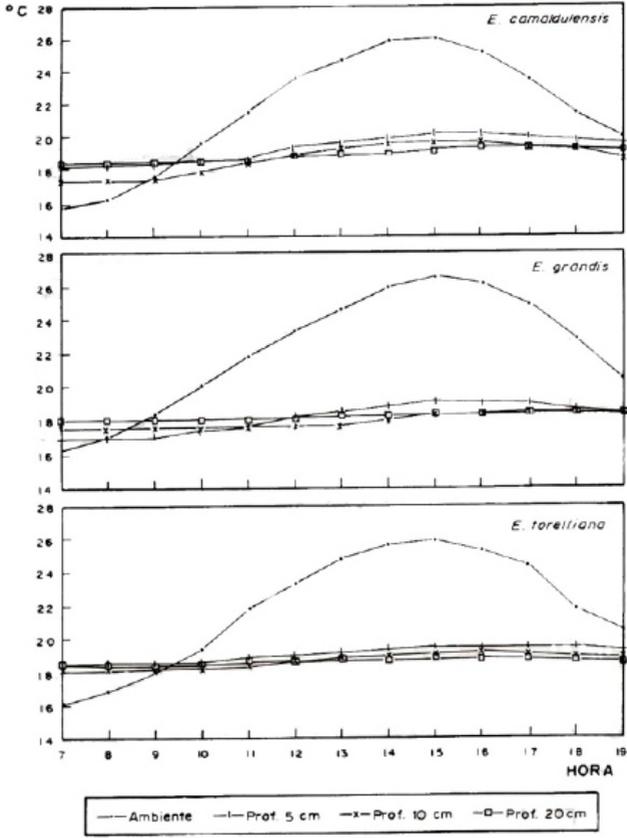


FIGURA 2: Variação diurna na temperatura do ar e temperatura do solo (°C) a diferentes profundidades (cm), no mês de agosto (período de 1 semana) para os talhões de *E. camaldulensis*, *E. grandis* e *E. torelliana*.

FIGURE 2: Diurnal variation in the temperature of air and soil (°C) at different depths (cm), in August (period of a week), for the stands of *E. camaldulensis*, *E. grandis* and *E. torelliana*.

pelas diferentes espécies florestais e seus reflexos sobre a produção florestal. Por exemplo, função das copas das árvores, determinar espaçamento ideais para cada espécie, objetivando estimular o crescimento das árvores e gerar condições microclimáticas para os processos biológicos que ocorre 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 de 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**. A apresentado na Feira Nacional de Biotecnologia. Julho, 1991. São Paulo.
- GEIGER, L. **Manual de microclimatologia**: O clima da camada de ar junto ao solo. 4.ed. Lisboa: Fundação Calouste Gubblenkian, 1980. 637p.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. 4.ed. São Paulo:EPU, 1986. 319p.

PARDE, J. Le microclimat em 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.