

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Florestas
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 209

Zoneamento climático de *Eucalyptus grandis* para a região Sul do Brasil

Rosana Clara Victoria Higa
Marcos Silveira Wrege

Embrapa Florestas
Colombo, PR
2010

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Florestas

Estrada da Ribeira, Km 111, Guaraituba,
83411-000, Colombo, PR - Brasil
Caixa Postal: 319
Fone/Fax: (41) 3675-5600
www.cnpf.embrapa.br
sac@cnpf.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Patrícia Póvoa de Mattos
Secretária-Executiva: Elisabete Marques Oaida
Membros: Antonio Aparecido Carpanezi, Claudia Maria Branco de
Freitas Maia, Cristiane Vieira Helm, Elenice Fritzsos, Jorge Ribaski,
José Alfredo Sturion, Marilice Cordeiro Garrastazu, Sérgio Gaiad

Supervisão editorial: Patrícia Póvoa de Mattos
Revisão de texto: Mauro Marcelo Berté
Normalização bibliográfica: Elizabeth Denise Roskamp Câmara
Editoração eletrônica: Mauro Marcelo Berté
Foto da capa: Rosana Clara Victoria Higa

1ª edição

1ª impressão (2010): sob demanda

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Florestas

Higa, Rosana Clara Victoria.

Zoneamento climático de *Eucalyptus grandis* para a região Sul do Brasil [recurso eletrônico] / Rosana Clara Victoria Higa, Marcos Silveira Wrege. - Dados eletrônicos. - Colombo : Embrapa Florestas, 2010.

1 CD-ROM. - (Documentos / Embrapa Florestas, ISSN 1679-2599 ; 209)

1. *Eucalyptus grandis*. 2. Zoneamento climático. I. Wrege, Marcos Silveira. II. Título. III. Série.

CDD 634.973766 (21. ed.)

© Embrapa 2010

Autores

Rosana Clara Victoria Higa

Engenheira Agrônoma, Doutora,
Pesquisadora da Embrapa Florestas
rhiga@cnpf.embrapa.br

Marcos Silveira Wrege

Engenheiro Agrônomo, Doutor,
Pesquisador da Embrapa Florestas
wrege@cnpf.embrapa.br

Apresentação

O sucesso de uma cultura começa com escolhas: o que plantar, onde plantar, como plantar e aspectos econômicos como o tipo de mercado para aquele produto. Caso uma dessas escolhas não seja adequada, a probabilidade de lucro é drasticamente afetada. O zoneamento climático é uma ferramenta importante no processo de escolha, normalmente, os danos causados por eventos climáticos adversos ou o plantio em zonas não recomendadas podem inviabilizar uma cultura. No caso das plantações florestais, pelo período de exposição decorrente do ciclo da cultura, os riscos são ainda maiores.

Esse trabalho tem como objetivo orientar a escolha de locais para a plantação de *Eucalyptus grandis* do ponto de vista climático. A Embrapa Florestas espera, assim, poder contribuir com o sucesso do empreendimento florestal.

Helton Damin da Silva
Chefe-Geral

Sumário

Introdução	9
A espécie	10
Metodologia	14
Variáveis climáticas usadas no zoneamento.....	14
Risco de ocorrência de geadas.....	14
Disponibilidade hídrica	15
Média da umidade relativa.....	16
Terras Baixas.....	16
Resultados e discussão	16
Referências	20

Zoneamento climático de *Eucalyptus grandis* para a região Sul do Brasil

Rosana Clara Victoria Higa

Marcos Silveira Wrege

Introdução

Segundo relatório da FAO (2010), a área de florestas plantadas no mundo é cerca de 7% do total das áreas florestais e vem aumentando na proporção de 5 milhões de hectares por ano. O anuário estatístico da ABRAF (2010) reporta que em 2009 a área total de florestas plantadas de eucalipto e pínus no Brasil atingiu 6.310.450 ha, apresentando um crescimento de 2,5% em relação ao total de 2008, considerado modesto, tendo em vista o crescimento médio anual de 5,5% no período de 2005 a 2008. A área plantada com pínus aumentou menos que a área plantada com eucalipto como consequência da crise econômica dos Estados Unidos, um dos maiores importadores desse tipo de madeira. O anuário estatístico da ABRAF (2010) ainda relata que o aumento da área plantada com eucalipto se deve, principalmente, à expansão e direcionamento de novos investimentos por parte de empresas de segmentos que utilizam sua madeira como matéria-prima em processos industriais.

Plantações florestais têm um horizonte de planejamento de longo prazo e um longo período entre a necessidade de investimento e a realização de lucro, portanto ferramentas como zoneamento

climático são importantes na tomada de decisões para o aumento da eficiência produtiva. Também outra consideração de grande importância refere-se ao fato de que o zoneamento pode ser empregado para cenários futuros, tendo em vista que o impacto das mudanças climáticas globais pode afetar o setor florestal brasileiro (KRUG, 2009; FEARNside, 1998, 1999).

A espécie

Eucalyptus grandis Hill ex Maiden ocorre naturalmente de 32°52'S na parte sul do Estado de Nova Gales, Austrália, com uma distribuição quase contínua até o leste e o sudeste do Estado de Queensland (26°11'S). Mais ao norte, aproximadamente 18°S, ocorre em populações disjuntas, sendo a principal espécie que ocorre no planalto de Atherton. O extremo norte da ocorrência natural é aproximadamente aos 16°S (ELDRIDGE et al., 1994).

Em toda a área de ocorrência natural, não ultrapassa 100 km da costa litorânea e a altitude varia desde o nível do mar até 600 m. Ao norte, varia de 400 m a 1.250 m de altitude e pode distanciar até a 450 km da costa litorânea (ELDRIDGE et al., 1994).

A maior área de plantio com a espécie e seus híbridos está no Brasil e outros países da América Central e do Sul. Têm sido extensivamente plantado na Índia, África do sul, Zâmbia, Zimbábue, Tanzânia, Uganda e Ceilão. Pequenas áreas também têm sido plantadas nos Estados Unidos (Califórnia, Flórida e Havaí).

O clima da região de ocorrência natural da espécie é, de modo geral, quente e úmido, variando entre (BOLAND et al., 1984; BOOTH et al., 1988; JOVANOVIĆ; BOOTH, 2002):

- temperatura média máxima do mês mais quente: 24-32 °C;

- temperatura mínima do mês mais frio: 3-17 °C;
- temperatura média anual: 14-22 °C;
- precipitação média anual: 690-2.480 mm.

A distribuição da precipitação varia de uniforme a mais concentrada no verão, na região norte, com um período de déficit de 0 a 5 meses por ano. Embora o plantio da espécie possa ser considerado para regiões com índices pluviométricos baixos, como 725 mm, as regiões com índices superiores a 1.000 mm são melhores (JOVANOVIC; BOOTH, 2002).

Quando plantada como exótica, a espécie apresenta grande plasticidade e desenvolve-se bem em uma grande variedade de condições ambientais que excedem àquelas observadas nas regiões de sua ocorrência natural (BOOTH; PRYOR, 1991). Melhores produtividades, no entanto, são observadas em condições de clima subtropical ou temperado quente, com médias do total de precipitação anual superiores a 900 mm (POYNTON, 1979; BOOTH; PRYOR, 1991).

Na região tropical, não é recomendado para zonas de baixa altitude, em decorrência de suscetibilidade a uma série de doenças fúngicas (TURVEY, 1996). O cancro é uma das doenças que mais causam perdas na cultura do eucalipto, afetando várias espécies, entre elas, *E. grandis*. É causado pelo fungo *Chrysophorte cubensis* e afeta com maior frequência áreas com temperaturas médias ≥ 23 °C e precipitação anual ≥ 1.200 mm (HODGES et al., 1976; ALFENAS et al., 1982; GUIMARÃES et al., 2010). A doença pode causar a morte em plantas com menos de um ano de idade. Em plantas com mais de dois anos, os sintomas são o aparecimento de áreas afundadas no tronco, rachaduras de casca que podem evoluir para lesões profundas circundadas por calos. O cancro causa queda qualitativa e quantitativa na produção e pode causar grandes prejuízos.

Outra doença que pode afetar a espécie é a ferrugem, causada pela *Puccinia psidii* Winter. A doença constitui um sério problema, principalmente, devido à ocorrência de condições ambientais favoráveis (temperaturas amenas e umidade relativa bastante elevada) praticamente durante todo o ano (APARECIDO, 2009). Estas condições são importantes para o desenvolvimento da doença, porque favorece a infecção, formação de teliosporos, produção de basidiosporos, germinação de urediniosporos e, também, alteram a fenologia do hospedeiro. Como resultado, a doença pode se tornar fator limitante à produção e desenvolvimento da planta infectada. Esta doença apresenta ampla distribuição no Brasil, afetando diversas espécies de mirtáceas nativas e cultivadas e várias espécies de eucaliptos, incluindo *E. grandis*. Ataques mais severos ocorrem em mudas e plantios jovens, com três e doze meses (SANTOS et al., 2001).

Um dos principais fatores climáticos que limitam o desenvolvimento da cultura é a geada (FRANKLIN; MESKIMEN, 1984; HIGA et al., 2000). A capacidade de se aclimatar a geadas é limitada para *E. grandis* (DARROW, 1983; DARROW; ROEDER, 1983; MARCO et al., 1991; SCHONAU; GARDENER, 1991) e ela pode ocasionar danos severos (ELDRIDGE et al., 1994). A aclimação pode ocorrer com temperaturas menores que 5 °C algumas semanas antes da ocorrência de geadas severas. No entanto, geadas que ocorrem após períodos de temperaturas elevadas causam geralmente danos severos e podem até mesmo matar árvores adultas, como observado no sudeste dos Estados Unidos (ELDRIDGE et al., 1994).

Outro fator climático de grande importância está relacionado aos índices pluviométricos. Stape et al. (2004) concluíram que o efeito da adubação em eucalipto em regiões tropicais é provavelmente limitada pelo fornecimento de água e que a quantidade de água afeta substancialmente a eficiência da utilização dos recursos, bem como alocação de biomassa para as

raízes, caules e folhas, encontrando também influência da chuva no incremento médio anual de clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* (STAPE, 2002).

Maestri et al. (2003) encontraram correlações positivas entre precipitação média anual, evapotranspiração potencial, temperaturas máximas e mínimas.

O déficit de vapor de pressão, que é relacionado com a precipitação e atua diretamente na condutância estomática e, conseqüentemente, na taxa de transpiração, tem efeitos diretos no crescimento e produtividade do eucalipto, e essa variável seria de grande utilidade para uso em modelos de crescimento processuais (ALMEIDA; LANDSBERG, 2003).

Quanto às condições de solos, na região de origem, a espécie ocorre em área planas ou levemente onduladas, em solos profundos e férteis, normalmente nas bordas das florestas pluviais australianas. Os maiores desenvolvimentos são observados em solos profundos, úmidos e bem drenados, de origem aluvial ou vulcânica. A espécie não tolera condições de excesso de umidade ou de drenagem lenta ou com períodos de alagamento e é moderadamente tolerante a solos ácidos, com pH menor que 5,5 (TURNBULL; PRYOR, 1984).

Fatores como características físicas e químicas do solo e déficit hídrico exercem grande influência na produtividade de *E. grandis* (DARROW, 1994; CROMER et al., 1993; GONÇALVES et al., 1990; SOUZA et al., 2006). Gonçalves et al. (1990), analisando plantios comerciais de *E. grandis* no Estado de São Paulo, observaram que pH em CaCl₂, teor de silte, teor de fósforo assimilável, teor de SiO₂ da argila e teor de matéria orgânica foram as variáveis que apresentaram melhores relações com a produtividade.

É importante salientar que as características de solos associadas às variáveis climáticas desempenham um papel fundamental na produtividade das espécies de eucalipto, principalmente das espécies usadas comercialmente.

O eucalipto é suscetível a ventos fortes na fase juvenil (POYTON, 1979). Altas produtividades só são atingidas com práticas silviculturais adequadas.

Metodologia

Variáveis climáticas usadas no zoneamento

Três variáveis foram utilizadas para o zoneamento climático de *Eucalyptus grandis* na região Sul do Brasil: risco de ocorrência de geadas, disponibilidade hídrica e umidade relativa.

Risco de ocorrência de geadas

O risco de ocorrência de geadas (média de risco em julho, mês mais frio do ano) foi calculado sobre dados de temperatura mínima do ar (com dados das estações meteorológicas do Iapar, Epagri e Fepagro), considerando a temperatura limite de 2 °C no abrigo, correspondendo a temperaturas pouco abaixo de zero (0 °C) na relva. O cálculo de risco foi feito considerando os dias em que a temperatura era inferior aos 2 °C em relação ao total de dias (31 dias em julho). Os limites usados para separar as zonas foram correspondentes a:

- <40%: zona de baixo risco de ocorrência de geadas;
- Entre 40 e 60%: zona com risco moderado de geadas;
- >60%: zona com risco de geadas severas.

Os riscos foram mapeados por regressão linear, em função da altitude, latitude e longitude da região. Os índices das equações usadas (por Estado) são apresentados a seguir (Tabela 1):

Tabela 1. Índices das equações de regressão para os estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Estado / coeficientes da regressão	Constante (A)	Latitude (B)	Longitude (C)	Altitude (D)
Paraná	-2,8864	-0,1081	-0,004937	0,0005165
Santa Catarina	-2,6701	-0,09784	0,001844	0,0004057
Rio Grande do Sul	-1,1332	-0,04574	-0,005591	0,0003666

O modelo de equação básica utilizada foi:

$$\text{Geadas} = A + B \times \text{latitude} + C \times \text{longitude} + D \times \text{altitude}$$

O mapa de risco de geadas foi elaborado por meio de regressão linear múltipla, onde o mapa de risco foi relacionado com o mapa de altitude, mapa de latitude e mapa de longitude. O mapa de altitude foi o SRTM (GTOPO30) (GLOBAL LAND COVER FACILITY, 2011). Como contém valores a cada 90 m, as variações microclimáticas devidas ao relevo e que ocorrem em uma escala menor que esta, não são representadas neste estudo.

Disponibilidade hídrica

A disponibilidade hídrica foi calculada sobre dados de precipitação pluviométrica e evapotranspiração (dada pela diferença entre o volume de precipitação e o volume de água perdida em um dia por evapotranspiração). O período considerado de risco foi aquele em que o volume de evapotranspiração, em um período, foi maior que o índice pluviométrico, dando valores negativos.

Para o cálculo desta variável, foram utilizados os dados de precipitação pluvial da Agência Nacional de Águas (ANA), com 566 estações selecionadas na região sul. Foram usados somente os dados das estações que tinham mais de dez anos de registros. Para as estações pluviométricas onde faltaram alguns registros,

os mesmos foram completados com dados de estações vizinhas (as mais próximas).

A evapotranspiração foi calculada a partir da temperatura, em 94 estações meteorológicas do Iapar, Epagri, Fepagro e Inmet. Para dados de temperatura (necessários para calcular a evapotranspiração potencial) em 566 locais que correspondem às estações da ANA, foram geradas equações, por meio de regressões, pelas quais se obteve a temperatura em função da altitude, da latitude e da longitude de cada estação meteorológica. A temperatura foi usada para calcular a evapotranspiração pelo método de Thornthwaite.

Média da umidade relativa

A média de umidade relativa no inverno foi calculada com os dados das instituições estaduais de pesquisa já citadas anteriormente, separando as zonas com valores superiores a 80%.

A disponibilidade hídrica e a umidade relativa foram mapeadas por krigagem.

Terras Baixas

Foram separadas as áreas de Terras Baixas, usando o mapa de relevo. As regiões de abrangência das Terras Baixas foram consideradas aquelas com altitude, considerando o nível do mar, menores de 50 m no Rio Grande do Sul (regiões da Laguna dos Patos, Lagoa Mirim e Lagoa Mangueira).

Resultados e discussão

Baseado na metodologia descrita acima, o zoneamento foi dividido em quatro classes (Figura 1), de acordo com o risco climático. A região I, que compreende ao norte e noroeste do Paraná, oeste de Santa Catarina e Rio Grande do Sul é a zona de menor risco para o *E. grandis*, sendo a recomendada para o seu

plantio. No entanto, outras restrições devem ser consideradas. De maneira geral, o eucalipto não se desenvolve em solos rasos, bastante frequentes na zona V, não tolera mato, competição e o controle de formigas cortadeiras é essencial (HIGA et al., 2000). Solos rasos afetam o crescimento, pois são mais propensos ao déficit hídrico, principalmente no verão e, Segundo Nicholas et al. (1991), também a produtividade do *E. grandis* pode ser reduzida em até 60% quando o preparo de solo e os tratamentos culturais não são adequados.

Foto: Rosana Clara Victoria Higa



Figura 1. Danos de geada em *E. grandis* no ano de 2000 no noroeste do Estado do Paraná.

Como comentado anteriormente, a geada é o fator climático de maior restrição ao plantio de *E. grandis* na região Sul do Brasil (Figura 1). A zona III (Figura 2) é inapta para a espécie, pois é a zona com maior ocorrência de temperaturas baixas e de geadas. Na zona II, intermediária, ainda não é recomendada ao plantio, apesar do risco de geadas ser menor que na zona I.

Na zona I também ocorrem geadas, mas com riscos inferiores a 10%, o que significa que, na média, ainda pode ocorrer uma geada a cada dez anos (as geadas mais fortes). Geadas como as ocorridas em 1994 e 2000 causaram danos acentuados em toda a região, mesmo em plantas com mais de três anos de idade, normalmente menos suscetíveis. Em plantas com até dois anos, quando ocorrem geadas mais severas ($< -3\text{ }^{\circ}\text{C}$), é comum haver perda total. Existem, ainda, agravantes, como os “corredores de geadas”, onde ocorre o escoamento do ar frio, quando os danos são sempre mais acentuados. Os danos causados por geadas entre as plantas é bastante variado (HIGA, 1998; HIGA et al., 1997). O melhoramento para o gênero *Eucalyptus*, quanto a esta característica, é complexo. De modo geral, as regiões de maior altitude na região sul não são recomendadas, pelo fato de haver uma relação inversa entre altitude e temperatura.

A região litorânea (zona IV), com clima mais quente e úmido também é pouco recomendada, porque está sujeita a problemas de infestação de doenças fúngicas, como o cancro do eucalipto (ALFENAS et al., 1983).

Além da restrição da geada, a região Sul do Brasil também tem restrições hídricas. A região V apresenta-se com déficit hídrico no verão, período livre de geadas recomendado para o plantio. No entanto, a disponibilidade hídrica, em alguns períodos do verão, é negativa e agravada em solos rasos, comuns na zona V. Devido à baixa capacidade de armazenamento de água, pode causar danos acentuados as mudas recém plantadas podendo levar a altas taxas de mortalidade.

A zona VI (litoral do Rio Grande do Sul e parte da Depressão Central) ainda apresenta o problema das Terras Baixas, com predomínio de solos mal drenados, normalmente utilizados para a cultura do arroz irrigado.

Mesmo nas áreas consideradas preferenciais, deve-se ter cuidado com o plantio de *E. grandis*, pois ocorrem geadas esporádicas, tardias ou precoces, e que podem comprometer, tanto a produtividade, bem como a qualidade da madeira.

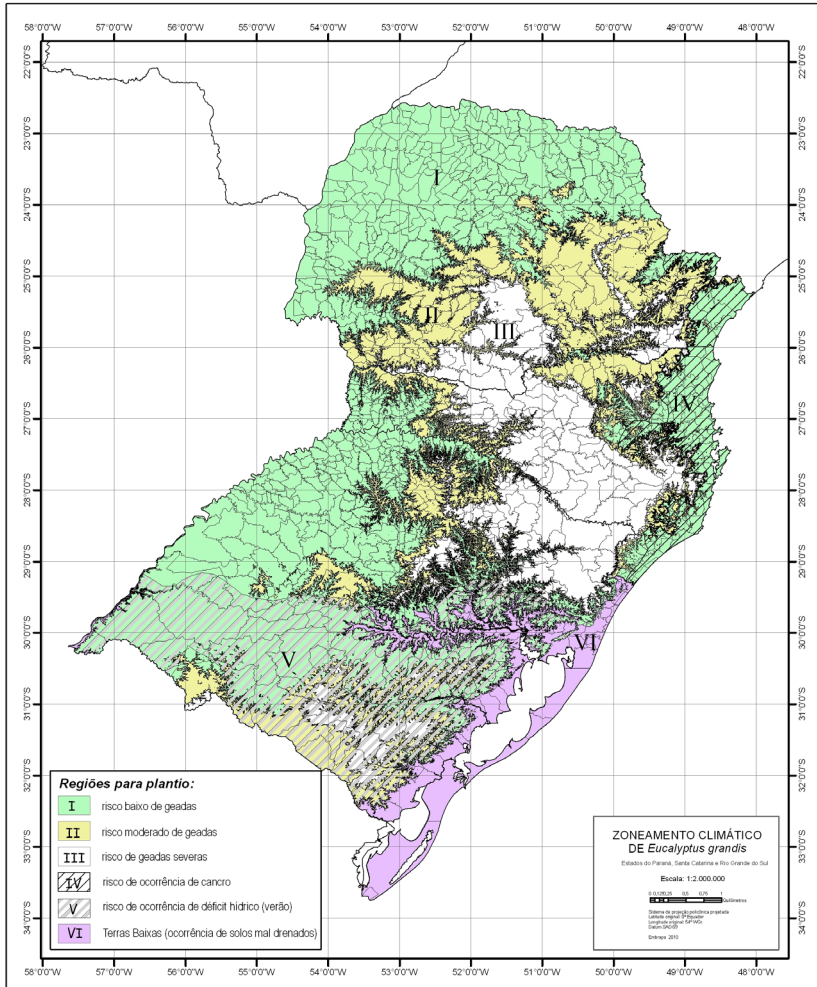


Figura 2. Zoneamento climático de *E. grandis* na região sul do Brasil.

Referências

- ALFENAS A. C.; HUBBES, M.; COUTO, L. Effect of phenolic compounds from *Eucalyptus* on the mycelial growth and conidial germination of *Cryphonectria cubensis*. **Canadian Journal of Botany**, v. 60, p. 2535-2541, 1982.
- ALFENAS, A. C.; JENG, R. S.; HUBBES, M. Virulence of *Cryphonectria cubensis* on *Eucalyptus* species differing in resistance. **European Journal of Forest Pathology**, v. 13, n. 4, p. 197-205, 1983.
- ALMEIDA, A. C.; LANDSBERG, J. J. Evaluating methods of estimating global radiation and vapor pressure deficit using a dense network of automatic weather stations in coastal Brazil. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 118, p. 237-250, 2003.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA ABRAF: ano base 2009. Brasília, DF, 2010. 140 p.
- APARECIDO, C. C. Ecologia de *Puccinia psidii*, agente causal da ferrugem das mirtáceas. 2009. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_2/puccinia/index.htm>. Acesso em: 4 out. 2010.
- BOLAND, D. J.; BROOKER, M. I. H.; CHIPPENDALE, G. M.; HALL, N.; HYLAND, B. P. M.; JOHNSTON, R. D.; KLEINIG, D. A.; TURNER, J. D. **Forest trees of Australia**. Melbourne: Thomas Nelson and CSIRO, 1984. 687 p.
- BOOTH, T. H.; NIX, H. A.; HUTCHINSON, M. F.; JOVANOVIC, T. Niche analysis and tree species introduction. **Forest Ecology and Management**, v. 23, n. 1, p. 47-59, 1988.
- BOOTH, T. H.; PRYOR, L. D. Climatic requirements of some commercially important eucalypt species. **Forest Ecology and Management**, v. 43, n. 1-2, p. 47-60, 1991.
- CROMER, R. N.; CAMERON, D. M.; RANCE, S. J.; RYAN, P. A.; BROWN, M. Response to nutrients in *Eucalyptus grandis*: 2. nitrogen accumulation. **Forest Ecology and Management**, v. 62, n. 1-4, p. 231-243, 1993.
- DARROW, W. K. Provenance-type trials of *Eucalyptus grandis* and *E. saligna* in South Africa: eight year results. **South African Forestry Journal**, n. 126, p. 30-38, 1983.

DARROW, W. K. **The effect of drought on eucalypt species growing on shallow soil in South Africa: I - effects on mortality and growth.** Pietermaritzburg: Institute for Commercial Forestry Research, [1994]. 24 p. (ICFR Bulletin series, n. 94/7).

DARROW, W. K.; ROEDER, K. R. Provenance trials of *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden in South Africa. **Silvicultura**, São Paulo, n. 31, p. 402-406, 1983.

ELDRIDGE, K. G.; DAVIDSON, J.; HARWOOD C. E.; VAN WYK, G. **Eucalypt domestication and breeding.** Cambridge, 1994. 288 p.

FAO. **Global forest resources assessment 2010: main report.** Rome, 2010. 375 p. (Forestry paper, 163).

FEARNSIDE, P. M. Plantation forestry in Brazil: projection to 2050. **Biomass and Bioenergy**, v. 15, n. 6, p. 437-450, 1998.

FEARNSIDE, P. M. Plantation forestry in Brazil: the potential impacts of climatic change. **Biomass and Bioenergy**, v. 16, n. 2, p. 91-102, 1999.

FRANKLIN, E. C.; MESKIMEN, G. F. Choice of species and provenances in cold summer rainfall climates. In: COLLOQUE INTERNATIONAL SUR LES EUCALYPTUS RESISTANTS AU FROID, IUFRO, 1983, Bordeaux. **Exposés.** Nangis: AFOCEL, 1984. p. 341-357.

GLOBAL LAND COVER FACILITY. **Shuttle Radar Topography Mission (SRTM).** College Park: University of Maryland, 2011. Disponível em: [epta://glcf.umd.edu/data/srtm/index.shtml](http://glcf.umd.edu/data/srtm/index.shtml) <<http://glcf.umd.edu/data/srtm/index.shtml>>. Acesso em: 4 jan. 2011.

GONÇALVES, J. L. M.; DEMATTÊ, J. L. I.; COUTO, H. T. Z. Relações entre a produtividade de sítios florestais de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* com as propriedades de alguns solos de textura arenosa e média no Estado de São Paulo. **IPEF**, n. 43/44, p. 24-39, 1990.

GUIMARÃES, L. M. S.; RESENDE, M. D. V. de, LAU, D.; ROSSE, L. N.; ALVES, A. A.; ALFENAS, A. C. Genetic control of *Eucalyptus urophylla* and *E. grandis* resistance to canker caused by *Chrysosporthe cubensis*. **Genetics and Molecular Biology**, v. 33, n. 3, p. 525-531, 2010.

HIGA, R. C. V. **Dinâmica de carbono *Pinus taeda* L. voltadas a exigências climáticas e práticas silviculturais.** [Gainesville]: University of Florida, [2006]. 62 f. Relatório final pós doutorado. Não publicado.

HIGA, R. C. V.; HIGA, A. R.; TREVISAN, R.; SOUZA, M. V. R. Comportamento de 20 espécies de *Eucalyptus* em área de ocorrência de geadas na Região Sul do Brasil. In: CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTUS, 1997, Salvador. **Proceedings...** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997. v. 1, p. 106-110.

HIGA, R. C. V.; MORA, A. L.; HIGA, A. R. **Plantio de eucalipto na pequena propriedade rural**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 31 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 54).

HODGES, C. S.; REIS, M. S.; FERREIRA, F. A.; HEFFLING, J. D. M. O cancro do eucalipto causado por *Diaporthe cubensis* Bruner. **Fitopatologia Brasileira**, v. 1, p. 129-169, 1976.

JOVANOVIC, T.; BOOTH, T. H. **Improved species climatic profiles**. [Canberra]: Rural Industries Research and Development Corporation, 2002. 68 p. (RIRDC Publication, n. 02/095). RIRDC Project n. CSF-56A.

KRUG, T. Impact, vulnerability and the adaptation of forests to climate change. In: BRAZIL and climate change: vulnerability, impacts and adaptation. Brasília, DF: Centro de Gestão e estudos Estratégicos, 2009. p. 43-68.

MAESTRI, R.; SANQUETTA, C. R.; ARCE, J. E. Modelagem do crescimento de *Eucalyptus grandis* através de processo de difusão. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 33, n. 2, p. 169-182, 2003.

MARCO M. A.; PUJATO, J.; MARLATS, R. M. Frost tolerance in a seven-month-old provenance trial of *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden in Argentina. In: SYMPOSIUM ON INTENSIVE FORESTRY: THE ROLE OF EUCALYPTS, 1991, Durban. **Proceedings**. Pretoria: Southern African Institute of Forestry, [1991]. v. 1, p. 426-432. Editor, A.P.G. Schönau. IUFRO P2.02-01 Productivity of Eucalypts.

NICHOLAS, I. D.; HAY, A. E.; MOBERLY, B. W. A. Eucalypt establishment in New Zealand. In: MENZIES, M. I.; PARROT G. E.; WHITEHOUSE, L. J. (Ed.). **Efficiency of stand establishment operations**: proceedings of a IUFRO symposium held at the Forest Research Institute, Rotorua, New Zealand, 11-15 September, 1989. Rotorua: New Zealand Ministry of Forestry, Forest Research Institute, 1991. p. 141-151. (FRI Bulletin, 156).

POYTON, R. J. **Tree planting in Southern Africa**: The *Eucalyptus*. Republic of South Africa: Department of Forestry, 1979. v. 2, 882 p. Report to the Southern African Regional Commission for the Conservation and Utilization of the Soil (SARCCUS).

SANTOS, A. F.; AUER, C. G.; GRIGOLETTI JUNIOR, A. **Doenças do eucalipto no sul do Brasil: identificação e controle.** Colombo: Embrapa Florestas, 2001. 20 p. (Embrapa Florestas. Circular técnica, 45).

SCHONAU, A. P. G.; GARDENER, R. A. W. Eucalypts for colder areas in Southern Africa In: SYMPOSIUM ON INTENSIVE FORESTRY, 1991, Durban. **The role of eucalypts:** proceedings. Pretoria: Southern African Institute of Forestry, 1991. v. 1, p. 467-479.

STAPE, J. L. **Production ecology of clonal *Eucalyptus* plantation in northeastern Brazil.** 2002. 225 p. Thesis (PhD) – University of Colorado, Fort Collins.

STAPE, J. L.; BINKLEY, D.; RYAN, M. G. *Eucalyptus* production and the supply, use and efficiency of use of water, light and nitrogen across a geographic gradient in Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 193, n. 1/3, p. 17–31, 2004.

TURNBULL, J. W.; PRYOR, L. D. Choice of species and seed sources. In: HILLIS, W. E.; BROWN, A. G. (Ed.). **Eucalypts for wood production.** 2nd ed. Melbourne: CSIRO; Sidney: Academic Press, 1984. p. 6-65.

TURVEY, N. D. Growth at age 30 months of *Acacia* and *Eucalyptus* species planted in Imperata grasslands in Kalimantan Selatan, Indonesia. **Forest Ecology and Management**, v. 82, n. 1/3, p. 185-195, 1996.