



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

ISSN 1679-2599

Novembro, 2006

Documentos 129

Eucaliptos Indicados para Plantio no Estado do Paraná

Estefano Paludzyszyn Filho
Paulo Eduardo Telles dos Santos
Carlos Alberto Ferreira

Colombo, PR
2006

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Florestas

Estrada da Ribeira, km 111

Caixa Postal 319

Fone/Fax: (41) 3675-5600

Home page: <http://www.cnpf.embrapa.br>

E-mail (sac): sac@cnpf.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Luiz Roberto Graça

Secretária-Executiva: Elisabete Oaida

Membros: Álvaro Figueredo dos Santos, Edilson Batista de Oliveira,
Honorino Roque Rodigheri, Ivar Wendling, Maria Augusta Doetzer
Rosot, Patrícia Póvoa de Mattos, Sandra Bos Mikich, Sérgio Ahrens

Supervisor editorial: Luiz Roberto Graça

Revisor de texto: Mauro Marcelo Berté

Normalização bibliográfica: Elizabeth Denise Câmara Trevisan, Lidia
Woronkoff

Editoração eletrônica: Luciane Cristine Jaques

1ª edição

1ª impressão (2006): 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

Paludzyszyn Filho, Estefano.

Eucaliptos indicados para plantio no Estado do Paraná [recurso eletrônico] / Estefano Paludzyszyn Filho, Paulo Eduardo Telles dos Santos, Carlos Alberto Ferreira. - Dados eletrônicos. - Colombo : Embrapa Florestas, 2006.

1 CD-ROM. - (Documentos / Embrapa Florestas, ISSN 1679-2599 ; 129)

ISSN 1517-536X (impresso)

1. *Eucalyptus* - Plantio - Paraná. I. Santos, Paulo Eduardo Telles dos Santos. II. Ferreira, Carlos Alberto. III. Título. IV. Série.

CDD 634.973766 (21. ed.)

© Embrapa 2006

Autores

Estefano Paludzyszyn Filho

Engenheiro Agrônomo, Ph.D.

Pesquisador da *Embrapa Florestas*

e-mail: estefano@cnpf.embrapa.br

Paulo Eduardo Telles dos Santos

Engenheiro Florestal, Ph.D.

Pesquisador da *Embrapa Florestas*

e-mail: peduardo@cnpf.embrapa.br

Carlos Alberto Ferreira

Engenheiro Agrônomo, Ph.D.

Pesquisador da *Embrapa Florestas*

e-mail: calberto@cnpf.embrapa.br

Apresentação

O eucalipto é uma planta que ao longo da sua evolução natural desenvolveu mecanismos adaptativos eficientes para crescer rapidamente sob condições favoráveis e também suportar estresse hídrico, de temperatura, nutricional, entre outros, o que explica o grande número de espécies na natureza e sua ampla dispersão nas regiões de origem. No Brasil, ao longo dos últimos 50 anos, como consequência dos trabalhos de melhoramento genético e uso de avançadas técnicas silviculturais, a capacidade de produção de biomassa cresceu de forma bastante expressiva. A versatilidade de uso da madeira, principal produto obtido dessa árvore, é outra particularidade que explica a prevalência de plantações de eucalipto sobre as de outras espécies. As utilizações vão desde o emprego para fins meramente energéticos até obtenção de produtos nobres como lâminas e móveis.

A crescente demanda por madeira como matéria-prima para melhoria da qualidade de vida da população faz do eucalipto, devidamente melhorado pela pesquisa e com técnicas silviculturais apropriadas, uma opção a mais de investimento no meio rural. Para atender a esse ramo do agronegócio, a *Embrapa Florestas* procurou disponibilizar, por meio desse documento, informações práticas e úteis aos produtores sobre as espécies mais indicadas para plantio no Estado do Paraná e também para outras regiões com climas semelhantes.

Este documento aborda um conjunto de espécies estudadas pela *Embrapa Florestas*, consideradas as mais relevantes, e as suas respectivas exigências climáticas para se obterem altas produtividades, mesmo sob circunstâncias de geadas de forte intensidade, comuns em algumas regiões do Estado. Além disso, busca proporcionar melhores informações sobre a produção de sementes melhoradas indicando classes de sementes potencialmente mais produtivas. Plantios de árvores a partir de sementes geneticamente melhoradas asseguram melhores rendimentos de matéria-prima florestal em diversos ambientes. Associando-se o produto do melhoramento às atuais técnicas preconizadas de manejo de florestas cultivadas, têm-se como

resultado retornos significativos do capital investido, tornando-se fonte de renda permanente no contexto do agronegócio florestal.

O presente documento é dirigido ao segmento da cadeia produtiva de madeira que utiliza sementes para a formação de mudas e plantações, especialmente os pequenos e médios produtores rurais, que têm no plantio de árvores uma perspectiva de renda durante o ano todo.

Sérgio Gaiad

Chefia Adjunta de Pesquisa e Desenvolvimento

Sumário

1. Introdução	9
2. Climas predominantes no Paraná e efeitos nas espécies	10
3. Classes de sementes	16
4. Formação de mudas	18
5. Espécies indicadas para o clima temperado	20
5.1. <i>Eucalyptus dunnii</i>	20
5.1.1. Exigências climáticas para plantios produtivos	21
5.1.2. Comportamento sob o clima temperado do Paraná	22
5.1.3. Características de solos	23
5.1.4. Qualificações gerais	23
5.1.5. Melhoramento genético e produção de sementes	25
5.2. <i>Eucalyptus benthamii</i>	26
5.2.1. Exigências climáticas para plantios produtivos	26
5.2.2. Comportamento sob o clima do Paraná	27
5.2.3. Características de solos	27
5.2.4. Qualificações gerais	28
5.2.5. Melhoramento genético e produção de sementes	28
5.3. <i>Eucalyptus saligna</i>	29
5.3.1. Exigências climáticas ajustadas	30
5.3.2. Características de solos	30

5.3.3. Qualificações gerais	30
5.3.4. Melhoramento genético e produção de sementes	31
6. Outras espécies indicadas para a região de clima temperado	32
6.1. <i>Eucalyptus viminalis</i> e <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	32
7. Outras espécies indicadas para a região de clima subtropical	33
7.1. <i>Eucalyptus grandis</i>	33
7.1.1. Exigências climáticas ajustadas	34
7.1.2. Características de solos	34
7.1.3. Qualificações gerais	34
7.1.4. Melhoramento genético e produção de sementes	35
7.2. <i>Eucalyptus cloeziana</i>	36
7.3. <i>Corymbia citriodora</i>	37
8. Materiais em avaliação para a região de clima temperado	38
8.1. <i>Eucalyptus badjensis</i>	38
8.1.1. Características de solos	38
8.2. Híbrido <i>Eucalyptus benthamii</i> x <i>Eucalyptus dunnii</i>	39
9. Agradecimentos	39
10. Referências	40

Eucaliptos indicados para plantio no Estado do Paraná

Estefano Paludzyszyn Filho

Paulo Eduardo Telles dos Santos

Carlos Alberto Ferreira

1. Introdução

O plantio de eucaliptos por produtores rurais, atuando de forma desvinculada de empresas de celulose, chapas e carvão vegetal, deve ser cuidadosamente analisado por haver riscos na fase de comercialização de madeira e demora em retorno do capital investido durante o ciclo de produção de matéria-prima. Além desses aspectos, deve ser considerado o clima predominante na região prevista para se efetuar o plantio, a finalidade principal da matéria-prima a ser produzida, a distância do mercado consumidor, as propriedades do solo e seu histórico de uso, a espécie e demais aspectos correlacionados como o grau de melhoramento genético e a disponibilidade de sementes e/ou de clones.

Esses cuidados básicos proporcionam segurança de retorno econômico aos investidores e uma fonte de renda de periodicidade anual, quando se adota o manejo das plantações por meio da realização de desbastes e desramas periódicas para aumento da qualidade da madeira produzida.

As espécies de eucalipto economicamente importantes para as condições da Região Sul do Brasil constituem um pequeno número e, destas, a *Embrapa Florestas* vem pesquisando prioritariamente as espécies *Eucalyptus dunnii*, *E. benthamii*, *E. saligna* e *E. grandis*, de boa aptidão para a produção de madeira para fins energéticos e/ou sólidos madeiráveis. Um segundo grupo de espécies também tem merecido atenção, formado por *E. viminalis*, *E. camaldulensis*, *E. cloeziana*, *E. badjensis*, e ainda *Corymbia citriodora* (antiga denominação

do *E. citriodora*) e o híbrido entre *E. benthamii* e *E. dunnii*. Por esse motivo, as informações apresentadas no presente documento restringem-se apenas a essas espécies, muito embora outras também poderiam ser plantadas para fins comerciais.

O eucalipto naturalmente demanda quantidades apreciáveis de água e de outros recursos naturais presentes no solo, mesmo quando se utilizam espécies pouco melhoradas geneticamente. O fato de os eucaliptos serem ainda pouco melhorados deve-se, entre outros fatores, à demora para o início do ciclo reprodutivo das árvores, que dificilmente ocorre antes dos quatro anos de idade e, também, ao elevado custo das pesquisas com plantas perenes.

Para recomendações seguras de plantio, além das avaliações locais, utiliza-se de informações sobre clima e solos das regiões nas quais a espécie evoluiu naturalmente ou onde é plantada experimentalmente e/ou comercialmente. Ao lado dessas fontes de consulta, recorre-se, também, às avaliações em condições similares de clima e solo, mesmo provenientes de outros países.

2. Climas predominantes no Paraná e efeitos nas espécies

O território do Estado do Paraná situa-se em uma região de transição climática, passando do subtropical ao temperado com três tipos de clima definidos pela localização, temperatura e ciclos de chuva (CARVALHO & QUEIROZ, 2002). No litoral, o clima é do tipo tropical superúmido sem estação seca; nas Regiões Norte, Oeste e parte do Sudoeste, predomina o subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes, sem estação seca, com poucas geadas; na Região de Curitiba, Campos Gerais e Sul prevalece o verão brando, sem estação seca, com dez a 25 geadas por ano, a primeira podendo ocorrer 30 dias antes do início do inverno e a última, em até 30 dias após a temporada de geadas da Região Norte, prevista para até 30 de agosto (WREGGE et al., 2004).

Em termos de negócio florestal, além dessas particularidades climáticas, é importante o entendimento de que, no Paraná, ocorrem geadas em ciclos de pelo menos quatro anos, como indica o mapa do zoneamento climático para o

cafeeiro (Figura 1), coincidente com as restrições do Zoneamento Ecológico para Plantios Florestais no Estado do Paraná (EMBRAPA, 1986). No Estado, há poucos locais sem risco de geada severa, ou seja, com menos de uma geada a cada dez anos (WREGGE et al., 2004). Como os plantios de eucalipto não retornam integralmente os investimentos antes dos cinco anos de idade, o fator "geada" deve ser considerado desde a época de plantio, observando-se que é maior a probabilidade de ocorrerem geadas de forte intensidade nas áreas situadas nas maiores latitudes e altitudes.

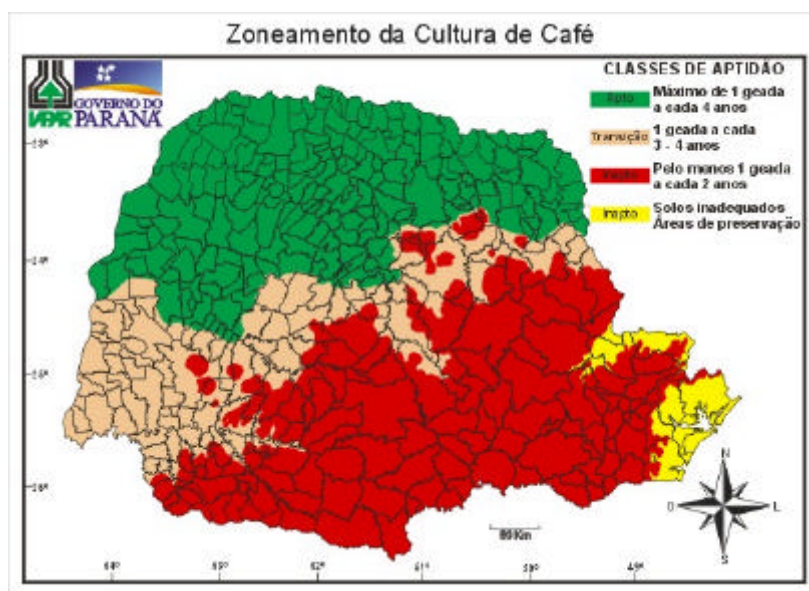


Fig.1. Zoneamento de risco climático do cafeeiro no Estado do Paraná de acordo com a frequência de geadas. Fonte: Caramori et al., 2001.

O Estado do Paraná não apresenta nenhuma restrição hídrica (IAPAR, 1978). A exemplo do zoneamento de riscos climáticos para a cultura do cafeeiro, os impedimentos maiores para os eucaliptos no Paraná são as baixas temperaturas no período de inverno, notadamente as mínimas absolutas em algumas localidades. Além da mínima absoluta, a umidade relativa do ar deve ser considerada na escolha da espécie a ser plantada.

Os plantios de eucaliptos estabelecidos com o uso de mudas formadas por sementes sempre apresentam variações oriundas da polinização cruzada entre as plantas matrizes. Essa variação é responsável pelas diferenças entre árvores para várias características. Assim, uma árvore pode, em relação a outra, apresentar maior ou menor resistência e/ou tolerância a doenças advindas de agentes bióticos, diferentes taxas de crescimento, distintas propriedades da madeira, etc. Da mesma forma, as árvores apresentam comportamento diferenciado frente a agentes abióticos como temperatura (geada/calor), excesso de umidade, vento, entre outros fatores.

O sucesso ou insucesso do plantio pode advir da escolha da espécie, da região de procedência geográfica (RPG) e da região de procedência das sementes (RPS). Por RPG entende-se a região onde a espécie é encontrada naturalmente, seja na Austrália, Indonésia, Papua Nova Guiné ou Filipinas, países de origem dos eucaliptos. Por RPS entende-se a região em que as sementes foram produzidas no Brasil. Como exemplo, um lote de sementes de *E. saligna* (RPS Itatinga, SP e RPG NSW, Austrália) pode não ser adequado para plantio em uma região sujeita às geadas severas no Paraná. Neste caso, enquanto a RPG é a mais indicada, a RPS deixa a desejar por estar situada em área menos sujeita a geadas de forte intensidade.

Umidade relativa do ar - A umidade elevada e a precipitação média próxima a 2.000 mm anuais, associadas a temperaturas que oscilam entre 20 e 21°C, são características do clima que ocorre no litoral do Paraná, as quais favorecem o desenvolvimento da ferrugem do eucalipto (*Puccinia psidii*). Esse fungo pode ser observado em mirtáceas como goiabeiras no litoral, sendo considerada a mais severa das doenças fúngicas do eucalipto, por reduzir o crescimento das plantas novas e causar a morte de brotações (CARVALHO et al., 1998).

Neste caso, *Eucalyptus grandis* e *E. cloeziana* são as espécies mais sensíveis, enquanto *E. pellita*, *E. urophylla* e *E. citriodora*, reclassificado botanicamente como *Corymbia citriodora*, são resistentes (CARVALHO et al., 1998). Por outro lado, *E. urophylla*, sob condições de alta umidade, apresenta crescimento anual excelente nos primeiros dois anos em relação a *E. pellita*, decrescendo posteriormente pela suscetibilidade a fungos e bactérias (HARDIYANTO, 2003).

Temperatura - Os efeitos diretos sobre os eucaliptos podem ser decorrentes tanto de altas como de baixas temperaturas. Sob altas temperaturas, pode

ocorrer em algumas espécies como *Corymbia citriodora* a exsudação de uma goma avermelhada pelo tronco conhecida como "kino", evidenciando má adaptação a esta condição. A goma, em contato com o ar, se torna vítrea e favorece o escurecimento da casca. Porém, pode também ficar retida no interior do lenho na forma de bolsas e veios, condição essa que deprecia a madeira principalmente para a obtenção de produtos sólidos.

Por outro lado, as temperaturas, quando próximas ou abaixo de 0°C em abrigo meteorológico, ocasionam danos que vão desde a perda de área foliar até a morte das plantas de eucaliptos, em várias idades. Quanto mais jovem a planta, maior o dano nas folhas, caules e ramos pela ocorrência de geadas, devido à maior sensibilidade do material vegetativo em decorrência da proximidade ao solo, onde a inversão térmica é mais pronunciada (CARAMORI et al., 2000). Apesar do eucalipto apresentar rápido crescimento em altura, também a reduzida lignificação das plantas jovens é outro fator de risco para a sobrevivência dos tecidos frente às geadas.

Os efeitos da geada nos eucaliptos são diretamente observados por sintomas desde a queima superficial das folhas até desfolha total em plantas novas e em brotos. Geadas são comuns na Região de Curitiba, Campos Gerais e Sul do Estado, onde prevalece o clima temperado em que as médias anuais das mínimas variam de 7,3 a 12°C, com dez a 25 geadas por ano (IAPAR, 1994). No entanto, a média anual das temperaturas mínimas é de pouca serventia para a escolha das espécies de eucaliptos para plantios comerciais.

O mais importante fator climático a ser observado é a temperatura mínima absoluta registrada no local e/ou região em que se pretende realizar o plantio. O valor deve ser comparado à temperatura mínima que as espécies toleram para tomada de decisão sobre as espécies mais indicadas. Exemplos de temperaturas mínimas absolutas registradas em diversos municípios do Paraná são mostrados na Tabela 1. Pelos registros apresentados, fica evidente o efeito da altitude no abaixamento da temperatura durante o inverno.

Tabela 1. Temperaturas mínimas absolutas em alguns municípios do Estado do Paraná.

Município	Altitude (m)	Temperatura mínima absoluta (°C)	Mês	Ano	Período de registro
Quedas do Iguaçu	260	-1,2	Julho	1988	1983 - 1997
Palotina	310	-5,2	Julho	1975	1973 - 2005
Paranavaí	480	-3,0	Julho	1975	1975 - 2005
Londrina	585	-1,3	Julho	2000	1976 - 2005
Pato Branco	700	-4,0	Julho	2000	1979 - 2005
Ponta Grossa	880	-6,0	Julho	1975	1954 - 2001
Guarapuava	1.058	-6,8	Junho	1978	1976 - 2005
Palmas	1.100	-6,8	Junho	1981	1979 - 2005

Fonte: Estações meteorológicas do IAPAR - Disponível em http://www.iapar.br/Sma/Estacoes_IAPAR/Estacoes_Parana.htm

Ressalta-se, no entanto, que outros eventos climáticos ocorridos proximamente às geadas podem contribuir para uma maior queima superficial das folhas e/ou extensão das perdas em plantios novos. Como exemplo, esse foi o caso ocorrido em 1994, em que a geada de forte intensidade registrada em 26 de junho foi precedida por um período anormalmente longo de temperaturas elevadas e por abundante precipitação pluviométrica (Figura 2). Na ocasião, em Lençóis Paulista, SP, foram constatadas perdas totais em 130 ha de *E. grandis* com três meses de idade e de 300 ha em brotação. Ponzoni (1998) ainda relata que a estimativa total de áreas afetadas em Lençóis Paulista, incluindo a queima superficial até desfolha total das plantas, foi de 11.500 ha.

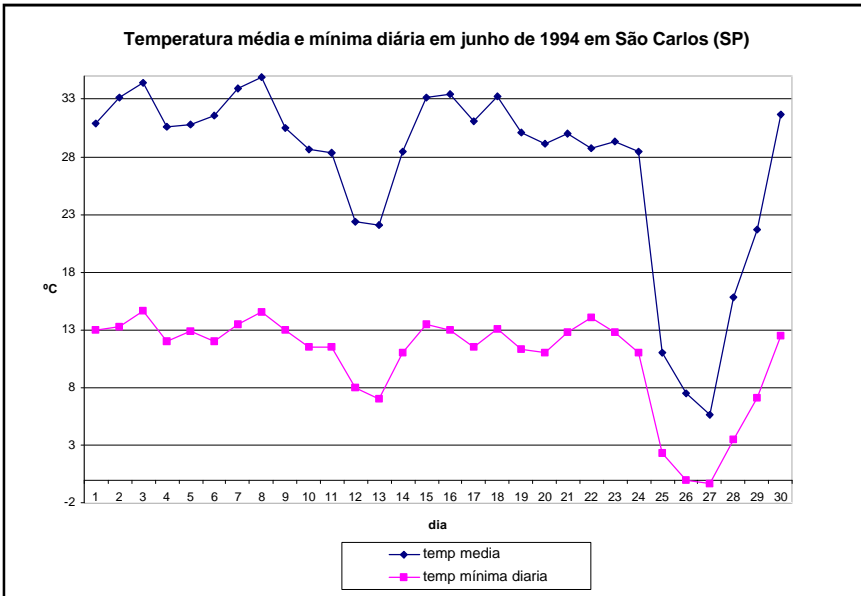


Fig. 2. Temperatura média e mínima diária em São Carlos, SP, durante o mês de junho de 2004. Fonte: Embrapa Pecuária Sudeste (Fonte: www.cppse.embrapa.br)

A desfolha, quando total, pode resultar na perda da metade do rendimento de biomassa da copa e do tronco no ano seguinte (FREITAS & BERTI FILHO, 1994). Além dessas perdas, os danos provocados pelo frio estenderam-se à madeira, que apresentou lenho apodrecido mesmo sete anos após a geada de forte intensidade de 1975 (FERRAZ & COUTINHO, 1984).

Ressalva-se que os plantios formados com mudas por sementes variam quanto ao grau de tolerância ao frio, mesmo nas espécies e nas procedências que se desenvolveram em regiões nas quais prevalece o clima temperado. A variação é reduzida com o decorrer das gerações de seleção, pela eliminação gradual das árvores menos tolerantes, diminuindo o percentual de plantas mortas pelo frio. Como exemplo, alguns pomares de sementes de *E. saligna* já apresentam matrizes que toleram baixas temperaturas. Mesmo assim, plantios com sementes dessas matrizes gerarão plantas suscetíveis ao frio. Somente o melhoramento contínuo das populações e/ou a clonagem das árvores comprovadamente tolerantes diminui a mortalidade ocasionada pelas

baixas temperaturas. Como algumas espécies apresentam limitações para a propagação vegetativa por dificuldades de enraizamento (exemplo: *E. dunnii*), a clonagem é ainda restrita para os eucaliptos adaptados ao clima temperado. Daí a importância da fonte produtora de sementes em informar a espécie, a RPG, a RPS, o grau de melhoramento genético da unidade de produção de sementes, bem como as exigências legais.

Para o sucesso do empreendimento florestal, além da definição da espécie a ser plantada com base no clima predominante na região, deve-se considerar a finalidade principal da matéria-prima que será produzida. Neste contexto, o conhecimento do grau de melhoramento da unidade de produção de sementes e/ou das matrizes utilizadas para a clonagem que darão origem às mudas e aos plantios comerciais é de extrema importância, pois está diretamente ligado à produtividade e à qualidade da matéria-prima. Diferenças de mais de 100% são obtidas na produtividade de matéria-prima pela escolha da espécie apropriada e pela formação e/ou aquisição de mudas de materiais geneticamente melhorados e selecionados sob condições assemelhadas de clima e solo às da área de plantio.

As pesquisas envolvendo a introdução de espécies e procedências de eucaliptos no Brasil permitiram identificar as espécies mais aptas para o Paraná. Vale ressaltar, no entanto, que a disponibilidade de sementes de algumas espécies ainda é limitada por dificuldades naturais de produção e/ou pelo fato das introduções serem ainda recentes. Essas dificuldades se acentuam para plantios em áreas sujeitas a geadas severas, para as quais ainda persistem poucas opções economicamente viáveis em termos de espécies.

3. Classes de sementes

Sementes de eucalipto apresentam dimensões e peso muito reduzidos, sendo que com um grama, dependendo da espécie, pode-se formar mudas suficientes para plantar até um hectare de eucalipto usando-se espaçamentos convencionais. O número de sementes viáveis varia de 150 a 1.000 por grama dependendo da espécie, do grau de melhoramento e da recombinação efetiva na população base de melhoramento (FERREIRA, 2001). Os lotes de sementes são classificados dentro das espécies pelo grau de melhoramento das matri-

zes, indo desde Área de Coleta de Sementes (selecionadas pelo fenótipo) até Pomar de Sementes Testado (comprovadamente produtivas, avaliadas pela superioridade genética em várias gerações de seleção). Essa classificação diferencia a qualidade da semente, caracterizada pelo número de sementes viáveis por grama, pelo potencial genético de produtividade, pelo maior número de árvores tolerantes à seca, ao frio e às doenças. A Lei nº 10.711/03 e o Decreto Federal nº 5.153/04 definem as classes das sementes em função das unidades de produção que, especificamente para os eucaliptos, em ordem crescente de aprimoramento genético, são:

a) Área de Coleta de Sementes (ACS) - é uma população plantada, caracterizada, onde são colhidas sementes e/ou outro material de propagação, podendo pertencer a uma das seguintes categorias:

- Área Alterada de Coleta de Sementes sem Matrizes Marcadas (ACS-AS);
- Área Alterada de Coleta de Sementes com Matrizes Marcadas com critério de seleção informado (ACS-AM);
- Área de Coleta de Sementes com Matrizes Selecionadas com critério de seleção informado (ACS-MS).

b) Área de Produção de Sementes (APS) - é uma população selecionada, isolada contra pólen externo, onde são selecionadas matrizes, com desbaste dos indivíduos indesejáveis e manejo intensivo para produção de sementes, com critério de seleção individual informado.

c) Pomar de Sementes (PS) - é uma população planejada, estabelecida com matrizes superiores, isolada contra pólen externo, com delineamento de plantio e manejo adequado para a produção de sementes, podendo ser:

- Pomar de Sementes por Mudas (PSM) - é formado a partir de teste de progênies com desbaste dos indivíduos não selecionados;
- Pomar Clonal de Sementes (PCS) - é estabelecido por meio de propagação vegetativa de indivíduos superiores;
- Pomar Clonal para Produção de Sementes Híbridas (PCSH) - é constituído de uma ou duas espécies ou de clones selecionados de uma mesma espécie, estabelecido por meio de propagação vegetativa;
- Pomar de Sementes Testado (por mudas: PSMt; por clones: PCSt) - são oriundos de mudas formadas por sementes (PSMt) ou por clonagem (PCSt), cujas matrizes remanescentes foram selecionadas com base em

testes de progênies para uma região bioclimática específica. Os pomares testados devem apresentar ganhos genéticos comprovados em relação ao pomar não testado.

As três classes de semente e/ou de material propagativo (ACS, APS e PS) podem agregar, na descrição, indicação da geração de melhoramento às quais foram submetidas (F_n com $n = 1, \dots, n$). Por exemplo, F_2 indica uma geração mais avançada que F_1 , informando que a população foi melhorada por duas gerações de seleção e assim sucessivamente. Cada geração pode significar ganhos de produtividade entre dez e 20% (ELDRIDGE et al., 1994), muito embora o ganho efetivo por geração seja de aproximadamente 5%. Como exemplo de ganho genético obtido em um ciclo de melhoramento, um plantio comercial formado a partir de sementes de segunda geração, nas mesmas condições de solo e clima de outro plantio efetuado com sementes da geração anterior, deve produzir ao menos 5 a 6 $m^3/ha.ano$ a mais de matéria-prima, o que permitiria antecipar o corte em um ano sem perda de produtividade, em uma rotação de doze anos.

4. Formação de mudas

Mudas de eucalipto podem ser obtidas por sementes e por clonagem. No Brasil ainda prevalecem plantios com mudas formadas por sementes para a obtenção de madeira para produção de serrados, compensados, estruturas e para fins energéticos. Vale destacar que plantios com mudas por sementes originam cultivos heterogêneos - as plantas variam em altura, diâmetro e para características silviculturais - devido à natureza reprodutiva do eucalipto. Para produção de pastas de celulose (ou polpas de madeira), prevalecem os plantios homogêneos com mudas clonais - essas obtidas apenas a partir de árvores pré-definidas - com uso de alta tecnologia de plantio e intenso manejo de solos (STAPE et al., 2001). Plantios comerciais para qualquer uso da madeira podem ser estabelecidos com mudas por sementes e/ou clonais, respeitando-se as dificuldades naturais das espécies quanto ao enraizamento, tolerância às condições ambientais de estresses hídricos e temperaturas acima e abaixo das apropriadas para o local de plantio, como será visto adiante. A opção pelo uso de clones requer cuidados adicionais em função da homogeneidade genética do material.

Mudas por sementes e valor da semente em função do grau de melhoramento - O custo das mudas formadas por sementes varia de acordo com o grau de melhoramento das sementes. Como visto, a semente de eucalipto é classificada de acordo com o grau de melhoramento a que foi submetida a população das matrizes produtoras de sementes, em uma dada região. Da classe de sementes menos aprimoradas geneticamente (fonte produtora ACS) até as mais aprimoradas (PSMt e PCSt) são necessárias pelo menos duas gerações de seleção (cada mudança de geração em *E. dunnii*, por exemplo, demanda pelo menos dez anos), dois testes genéticos envolvendo vários hectares de plantios e intensivas avaliações de campo para caracteres de interesses adaptativos, silviculturais e de reação a doenças. Além dessas etapas, podem ser avaliados caracteres relativos à qualidade da madeira, dependendo da finalidade e do uso da matéria-prima. Esse processo agrega valor ao plantio florestal, diminui a mortalidade das plantas na fase do estabelecimento e aumenta a perspectiva de retorno ao investimento.

O processo de melhoramento onera o custo final das sementes, implicando na elevação dos preços. Lotes de sementes provindos de Áreas de Produção de Sementes (APS) têm menores custos de produção do que lotes provindos de Pomares de Sementes Clonais (PSC), como pode ser observado na Tabela 2, em que sementes de *E. grandis* diferem em mais de 30%. Outro fator que eleva os preços da semente é a dificuldade natural de produção de algumas espécies. Como exemplo, sementes de *E. grandis* (clima subtropical sem geadas de forte intensidade) são mais facilmente encontradas no mercado que de *E. dunnii* (clima temperado) e diferem substancialmente no custo do quilograma (Tabela 2). Além desse fator, o revestimento de sementes (peletização) contribui para acréscimos no valor dos lotes. Na forma natural, as sementes dos eucaliptos apresentam dimensões reduzidas (em média 0,5 mm), o que dificulta o controle do número de sementes depositadas em cada tubete por ocasião da semeadura. O excesso de plântulas nas embalagens gera a necessidade de raleio, elevando os custos de produção de mudas em função do desperdício de sementes e gastos extras com mão-de-obra. Sementes revestidas ou peletizadas facilitam a manipulação e reduzem custos da produção de mudas pela eliminação dos desbastes e pelo aproveitamento de um número muito maior de sementes. Salienta-se que as sementes peletizadas são vendidas por unidades (milheiros) e não por peso, sendo também diferenciadas quanto ao grau do melhoramento genético das matrizes.

Mudas clonadas - Mudas obtidas por clonagem são geneticamente idênticas, formadas por propagação assexuada, tendo como origem uma planta-mãe, ou matriz, selecionada dentro de uma espécie pura ou a partir de cruzamentos entre espécies distintas (exemplo: *E. urograndis*, resultante da hibridação entre *E. grandis* e *E. urophylla*). Na clonagem, as mudas são obtidas por multiplicação vegetativa por meio de miniestacas (brotações de 3 a 5 cm de comprimento obtidas a partir de minicepas, que são postas a enraizar em condições controladas de temperatura e umidade). Essa categoria de mudas, além do alto custo unitário, é direcionada para produção de matéria-prima para fins industriais como celulose, entre outras finalidades específicas. Mudas clonais não devem ser utilizadas em uma propriedade sem que nela, ou noutra área comparável quanto às condições de solo e clima, tenham sido realizados testes para avaliar a adaptação e a produtividade.

Tabela 2. Valor das sementes em função do grau de melhoramento genético e da sua condição para comercialização.

Espécie	Região de procedência geográfica (RPG)	Região de procedência da semente (RPS)	Classe de semente	Preço/kg (R\$)	Condição das sementes
<i>E. grandis</i> ¹	Queensland	Anhembi, SP	APS F ₁	496,80	natural
<i>E. grandis</i> ¹	Não fornecida	Santa Branca, SP	PSC	648,70	natural
<i>E. grandis</i> ¹	Não fornecida	Anhembi, SP	PSC	875,75 ³	revestidas
<i>E. dunnii</i> ²	Urbenville, Moleton e Dorrigo – NSW	Colombo, PR	ACS	2.700,00	natural

Fontes: 1 - IPEF, consultado em junho de 2005 e 2 - SAC, *Embrapa Florestas*, consultado em dezembro de 2005; APS F₁ - Área de Produção de Sementes de primeira geração de seleção; PSC - Pomar de Sementes Clonal; ACS - Área de Coleta de Sementes; 3 - Sementes revestidas com preço para 100 milheiros.

5. Espécies indicadas para o clima temperado

5.1. *Eucalyptus dunnii*

A espécie ocorre naturalmente em duas áreas distanciadas aproximadamente de 140 km entre o Sudeste de Queensland (QLD) e o Noroeste de New South Wales (NSW), na Austrália. Nesse Estado, existem cerca de 82.000 indivíduos adultos em aproximadamente 800 hectares (BENSON & HAGER, 1993).

Estudos conduzidos na Austrália indicaram que, para crescimento, não há diferença entre essas duas procedências (ARNOLD et al., 2004b); o mesmo foi

verificado na China (WANG et al., 1999), na Argentina (MARCÓ & LOPEZ, 1995) e, no Brasil, em Mogi Mirim, SP (PIRES & PARENTE, 1986) e em Colombo, PR (PEREIRA et al., 1986). O desempenho similar entre as procedências quanto aos caracteres de importância silvicultural e potencial de produção de madeira permite ao melhorista conduzir uma única população para fins de melhoramento e produção de sementes. Para o produtor rural, isso significa que ele pode utilizar, por exemplo, as sementes que vêm sendo produzidas pela Embrapa em Ponta Grossa e Colombo, sem a necessidade de levar em consideração as RPGs das matrizes na Austrália.

5.1.1. Exigências climáticas para plantios produtivos

O sucesso de empreendimentos florestais com eucaliptos depende de adequadas técnicas silviculturais, do grau de melhoramento das sementes, da apropriada adaptação dos clones e, principalmente, das condições climáticas na qual a espécie se desenvolve naturalmente.

A expansão de plantios comerciais e de pesquisa em vários continentes possibilitou um melhor ajuste quanto às variáveis climáticas para cada espécie. Para *E. dunnii* (Tabela 3) foram ajustados alguns indicadores climáticos na qual a espécie apresenta os melhores rendimentos. Vale ressaltar que *E. dunnii*, assim como outras espécies, pode apresentar crescimento (três primeiros anos) semelhante ao de *E. grandis* em áreas localizadas em áreas de clima tendendo a tropical (sob temperaturas médias anuais acima de 22°C). Após esse período, há tendência de declínio do crescimento relativo se não houver compensações de retenção de umidade no solo.

Tabela 3. Exigências climáticas ajustadas para *E. dunnii*.

Parâmetros bioclimáticos	Indicadores	
	(mínimo/máximo)	
Precipitação média anual	845 mm	1.950 mm
Temperatura média das máximas do mês mais quente	24°C	31°C
Temperatura média das mínimas do mês mais frio	-1°C	17°C
Temperatura média anual	12°C	22°C
Número de meses sem chuvas	0	5
Regime de chuvas	Regular no verão	

Fonte: Jovanovic & Booth (2002).

5.1.2. Comportamento sob o clima temperado do Paraná

Precipitação média anual - As chuvas no Paraná são suficientes para o pleno desenvolvimento de *E. dunnii*. No Estado não há regiões com precipitação média acima da indicada para a espécie, à exceção do litoral, onde a média anual é superior a 2.000 mm (QUADROS et al., 2005).

Períodos sem chuvas - Na região climática para a qual *E. dunnii* é indicada, é pouco freqüente a ocorrência de períodos longos sem chuvas. Como a espécie sobrevive e se desenvolve por até cinco meses sem chuvas, não há restrição para o seu plantio no Paraná quanto a essa variável.

Temperatura média das máximas do mês mais quente - A temperatura média máxima do mês mais quente na região de origem de *E. dunnii* é de 29°C. Esse limite foi alterado com base em dados de crescimento verificados na China, acrescentando-se 2°C. Em locais de temperaturas mais elevadas que essa, *E. dunnii* apresenta, nos primeiros três anos, crescimento semelhante ao de espécies tropicais. Porém, após o terceiro ano, ocorre redução no crescimento.

Temperatura média das mínimas do mês mais frio - Esse parâmetro para *E. dunnii* é de intervalo amplo (-1 a 17°C), indicando ser uma espécie apropriada para regiões de transição climática nas quais ocorrem expressivas variações nas temperaturas durante os períodos de inverno.

Temperatura média anual - Em seu ambiente natural, *E. dunnii* desenvolve-se sob temperatura média anual entre 14 e 18°C. Resultados de pesquisas em vários países mostram que temperaturas médias anuais desde a mínima de 12°C até o limite máximo de 22°C são ideais para o crescimento da espécie. Em locais de clima tendendo a tropical (temperaturas médias anuais maiores que 22°C), *E. dunnii* pode apresentar, nos três primeiros anos, um crescimento semelhante ao de *E. grandis* e *E. saligna*. Após esse período, observa-se tendência ao declínio de crescimento se não houver umidade disponível no solo.

Temperatura mínima absoluta - Observações em vários países indicam que *E. dunnii* pode ser plantado em regiões com temperatura mínima absoluta maior que 11°C negativos como constatado na província de Hunan, na China (ARNOLD et al., 2004a). Para a região de clima temperado no Paraná, a

temperatura mínima absoluta de referência para o *E. dunnii* é -5°C . Isso corresponde a -8°C na superfície do solo, segundo Grodzki et al., (1996). Na condição preconizada, os plantios comerciais de *E. dunnii* podem ser afetados em níveis toleráveis, mesmo na fase inicial de desenvolvimento, o que não ocorre sob condições extremas (Tabela 4). Em Guarapuava, PR, em plantios experimentais sob efeito de geada de alta intensidade, foi observado atraso no desenvolvimento em relação a *E. benthamii*, estimando-se perda de produção em torno de $50 \text{ m}^3/\text{ha}$, que equivale a um ou mais anos de crescimento. Além dos parâmetros climáticos, as chamadas "boas práticas silviculturais" (plantios na primavera, evitar plantios nos fundos dos vales, qualidade de mudas, etc) devem ser observadas em empreendimentos comerciais.

Tabela 4. Sobrevivência de *E. dunnii* sob baixas temperaturas no Estado do Paraná e em outros países.

País	Município/região	Altitude (m)	Idade	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Sobrevivência (%)
Brasil	Colombo, PR ¹	920	14 dias	-2,5	> 90
	Campo do Tenente, PR ²	825	16 meses	-5	> 93
África do Sul ³	Kwa-Zulu/Natal	1.400	12 meses	-11	> 95
China ⁴	Hunan	246	33 meses	-7,9	> 90
Argentina ⁵	Oliveros, Santa Fé	-	8 meses	-15	> 50

Fontes: 1-Lisbão Junior, 1980; 2-Higa et al., 1997; 3-Darrow, 1995; 4-Mujiu et al., 2003; 5-Alliani et al., 1990 citado por Borodowski & Suarez, 2005.

5.1.3. Características de solos

Em suas áreas de origem, *E. dunnii* cresce bem em solos úmidos de alta fertilidade natural, principalmente de origem basáltica. Porém, essa espécie também vegeta adequadamente em solos derivados de rochas sedimentares que tenham drenagem livre, especialmente nos originários de argilito (BOLAND et al., 1984).

5.1.4. Qualificações gerais

Resistência ao frio - *Eucalyptus dunnii* é indicado para plantios em regiões com temperaturas mínimas absolutas de até -5°C sob condições de aclimação prévia por gradual abaixamento de temperatura na estação fria, suportando até 22 geadas anuais contra oito geadas anuais de *E. saligna* (FAO, 1981). Sob geadas fortes, fora da época normal de ocorrência, a mortalidade pode atingir 50% das plantas em plantios comerciais, conforme observado sob temperatura de -15°C na Argentina.

Formação de mudas - Mudas de *E. dunnii* são formadas comumente a partir de sementes. As pesquisas preliminares para a propagação vegetativa têm indicado que a miniestaquia pode ser viável.

Produtividade - *E. dunnii* é a espécie com maior número de indicações favoráveis para crescimento sob clima temperado, como pode se observado nos seguintes países:

Austrália - em vários testes genéticos, *E. dunnii* superou espécies tradicionalmente plantadas como *E. grandis* e *E. pilularis*, em avaliações entre 15 e 18 anos de idade, tornando-se prioritária para plantios em New South Wales (JOHNSON & STANTON, 1993);

Argentina - em três testes, *E. dunnii* superou em crescimento *E. saligna*, *E. viminalis*, *E. grandis* e *E. camaldulensis* (ALLIANI et al., 1990 citado por BORODOWSKI & SUAREZ, 2005).

África do Sul - mostrou bom crescimento em testes em três regiões frias e secas (DARROW, 1995) e superou *E. grandis* em rotações curtas (SWAIN, 1996);

China - nas áreas de clima temperado até 900 m de altitude, *E. dunnii* apresentou comportamento estável em doze testes, mostrando boa adaptação, crescimento e forma de fuste;

Brasil - ocupa o primeiro lugar em área de plantio em clima temperado, com potencial de produção de mais de 50 m³/ha.ano de madeira para múltiplos usos.

Mercado para a matéria-prima - À semelhança de outras espécies de eucaliptos de rápido crescimento, *E. dunnii* cresce anualmente, em média, três metros em altura e três centímetros em diâmetro do tronco. A característica do fuste em povoamentos adultos e densos é a ausência de galhos até os 30m de altura. A casca pode assumir diferentes aparências. A madeira é considerada de resistência média com densidade básica de 500 kg/m³, aproveitável para fins energéticos, estruturas leves, confecção de chapas e para celulose. A madeira é de cor clara, devendo o desdobro das toras ser feito por cortes no sentido tangencial (ROCHA & TOMASELLI, 2002). *E. dunnii* mostrou-se

adequado para produção de lâminas usadas na fabricação de painéis compensados (PEREYRA, 1994). Para fins energéticos como a produção de carvão vegetal, é consenso que a produtividade é o fator mais importante na escolha da espécie a ser plantada (PEREIRA et al., 1986; TRUGILHO et al., 2001). Quanto à produção de celulose, *E. dunnii* atende às exigências do mercado consumidor (FERREIRA et al., 1997).

5.1.5. Melhoramento genético e produção de sementes

Em Colombo, PR, a *Embrapa Florestas* vem conduzindo uma população de primeira geração de seleção oriunda de teste de procedências plantado em fevereiro de 1979. A Área de Coleta de Sementes com Matrizes Seleccionadas por caracteres fenotípicos (ACS-MS) descende das procedências geográficas Urbenville (altitude 350 m), Moleton (altitude 430 m) e Dorrigo (altitude 700m). A população (Figura 3) produz frutos de forma não-prolífica e irregular, provavelmente pelo fato da temperatura média anual da região (17°C) ser maior que a ideal para a reprodução da espécie, que seria de 16°C ou menos (ARNOLD & DONGYUN, 2003). Foram colhidas sementes de 60 matrizes dessa área e, em 1994, instalaram-se testes de progênie de polinização aberta de segunda geração em Ponta Grossa, PR. A partir de sementes do mesmo lote, foram instalados, em 2003, ensaios semelhantes em Bagé e Carazinho, municípios localizados no Rio Grande do Sul. Comercialmente, a produtividade média de sementes das 142 árvores (84 m² de área por árvore) da ACS-MS aos 20 anos de idade foi de 625 g, com poda de 50% da copa (HIGA et al., 2001).



Fig. 3. Área de Coleta de Sementes com Matrizes Seleccionadas por caracteres fenotípicos (ACS-MS) de *E. dunnii* em Colombo, PR, aos 26 anos de idade.

Foto: Paulo Eduardo T. dos Santos.

5.2. *Eucalyptus benthamii*

Essa espécie é considerada vulnerável ao desaparecimento na região de ocorrência natural, correspondente ao curso do Rio Nepean, a oeste de Sydney, Austrália (BUTCHER et al., 2005). Conforme os autores, restam apenas quatro populações, sendo a maior delas constituída por 6.550 árvores e as outras três com menos de 340 árvores. As sementes dessas populações têm pouca viabilidade face ao alto grau de autofecundação e endogamia.

Na *Embrapa Florestas*, *E. benthamii* foi plantado em 1988, sendo a população originada da mistura de sementes entre sete e dez árvores da região de procedência geográfica Wentworth Falls, NSW (GRAÇA et al., 1999). Atualmente, a população (Figura 4) é caracterizada como uma Área Alterada de Coleta de Sementes com Matrizes Marcadas (ACS-AM). A mesma vem produzindo frutos anualmente, sendo as sementes destinadas a plantios experimentais e/ou comerciais, como os existentes em Guarapuava, PR, onde *E. benthamii* apresentou maior tolerância à geada em relação a *E. dunnii*, fato este também observado na China nas províncias de Hunan e Fujian (ARNOLD et al., 2004a). Para ampliar a base genética da população de *E. benthamii* no Brasil, em 2005, a *Embrapa Florestas* importou 36 lotes de sementes na forma de progênies de polinização aberta e ainda dois lotes adicionais formados a partir da mistura de sementes colhidas em árvores pertencentes a duas populações naturais.

5.2.1. Exigências climáticas para plantios produtivos

As exigências climáticas para *E. benthamii* ajustadas em função da região de ocorrência natural na Austrália são apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5. Exigências climáticas ajustadas para *E. benthamii*.

Parâmetros bioclimáticos	Indicadores (mínimo/máximo)	
Precipitação média anual	730 mm	1.010 mm
Temperatura média das máximas do mês mais quente	26°C	30°C
Temperatura média das mínimas do mês mais frio	-1°C	3°C
Temperatura média anual	13°C	17°C
Número de meses sem chuvas	0	5
Regime de chuvas	Regular no verão	

Fonte: Jovanovic & Booth (2002).

5.2.2. Comportamento sob o clima temperado do Paraná

Precipitação média anual - A precipitação média no Estado é superior a requerida para *E. benthamii*. O desenvolvimento dessa espécie em determinadas regiões do Estado indica que o limite natural máximo da precipitação anual pode ser estendido.

Períodos sem chuvas - Na região climática para qual *E. benthamii* é indicada não são freqüentes períodos sem chuvas de mais de cinco meses. Dessa forma, esse parâmetro não restringe plantios dessa espécie no Paraná.

Temperatura média das máximas do mês mais quente - O extremo de temperatura média do mês mais quente para *E. benthamii* é 30°C, sendo que esse limite deve ser considerado no planejamento de plantios.

Temperatura média das mínimas do mês mais frio - O indicador para a temperatura média máxima do mês mais frio (3°C) pode ser revisto em função do bom desenvolvimento observado em algumas regiões do Estado.

Temperatura média anual - O desenvolvimento de *E. benthamii* é adequado em locais sob condições de temperatura média anual entre 13 e 17°C.

Temperatura mínima absoluta - A temperatura mínima absoluta que *E. benthamii* suporta, registrada em abrigo meteorológico, é de -6°C, temperatura essa comumente atingida durante o inverno em alguns municípios do Paraná. Plantios dessa espécie sob condições extremas atingem taxas de crescimento antecipadas em um ano em relação a espécies com maior número de plantas afetadas pelo frio (DARROW, 1995). Em Guarapuava, PR, *E. benthamii* se sobressai em crescimento em relação a *E. dunnii*. Na África do Sul, *E. benthamii* teve menos de 2% de perda de crescimento por geadas muito fortes (DARROW, 1995).

5.2.3. Características de solos

Nas localidades de origem, a espécie se desenvolve melhor em neossolos flúvicos (solos aluviais) apropriados para cultivos agrícolas, freqüentemente contendo fração argila a uma profundidade variável de 45 a 100 cm (HALL & BROOKER, 1973).

5.2.4. Qualificações gerais

Resistência ao frio - *E. benthamii* é indicado para plantios em regiões com temperaturas mínimas absolutas de até -10°C, sob condições de aclimatação prévia por gradual abaixamento de temperatura na estação fria. Sob temperaturas abaixo desse limite, podem ocorrer atrasos no desenvolvimento em altura de plantas, porém são pouco expressivos (2%). Com relação a geadas, *E. benthamii* suporta até 25 geadas anuais contra oito geadas de *E. saligna* (FAO, 1981).

Produtividade - Trata-se de uma espécie indicada para clima temperado ainda pouco estudada, porém, com indicações favoráveis de crescimento nos seguintes países:

África do Sul - Mostrou bom crescimento em testes em regiões frias e secas (Kwa-Zulu/Natal) com mortalidade zero em altitude de 1.400m (DARROW, 1995);

China - Os resultados preliminares de plantios recentes indicam crescimento compatível ao de outras espécies aptas para altitudes elevadas (MUJIU et al., 2003);

Brasil - Os plantios nos municípios paranaenses de Colombo e Guarapuava indicam alta tolerância a geadas e crescimento médio superior ao de *E. dunnii*.

Mercado para a matéria-prima - *E. benthamii*, avaliado na primeira geração em Colombo, PR, cresceu 2,3 m em altura e 2,7 cm em diâmetro ao ano, em média, aos oito anos de idade. Apresenta casca fibrosa no fuste, sendo que a densidade básica da madeira aos sete anos de idade foi 477 kg/m³ (PEREIRA et al., 2000). As primeiras observações indicam que a madeira tem maior aptidão para fins energéticos. Todavia, sua densidade básica é cerca de 10% menor que a de *E. dunnii*.

5.2.5. Melhoramento genético e produção de sementes

A *Embrapa Florestas* vem conduzindo em Colombo, PR uma população de primeira geração de seleção oriunda da mistura de sementes de dez árvores colhidas na Austrália. A população inicial de 443 plantas foi reduzida por seleção para 199 plantas em 1995 (GRAÇA et al., 1999). A população é classificada como ACS-AM (Figura 4) e produz sementes com problemas de

isolamento contra pólen oriundo de outras espécies plantadas nas proximidades. Não há previsão de novas unidades de produção de sementes num prazo inferior a oito anos.

As sementes apresentam tamanho reduzido, perfazendo entre 450 e 800 mil sementes por quilograma, o que possibilita formar cerca de 80 a 130 mil mudas. A constatação que a capacidade de rebrota é alta, podendo ser acima de 80% (GRAÇA et al., 1999), indica que as mudas podem também ser formadas por clonagem.



Fig. 4. Matrizes de *E. benthamii* em Área de Coleta de Sementes com Matrizes Marcadas (ACS-AM) em Colombo, PR, aos 17 anos de idade.

Foto: Paulo Eduardo T. dos Santos.

5.3. *Eucalyptus saligna*

Ocorre desde altitudes próximas ao nível do mar no Sul da Austrália até 1.100m de altitude em áreas do Norte (21°S), sob climas temperados a subtropicais, isoladamente e/ou em associação com *E. grandis*. A espécie é freqüentemente confundida com *E. grandis*, porém, produz madeira de maior densidade e apresenta menor susceptibilidade à deficiência do elemento mineral boro. A maior sensibilidade ao frio em relação a *E. dunnii* limita os plantios dessa espécie, sendo considerada apta para a região de transição entre clima tropical e subtropical. Na Argentina, com base em introduções recentes de novos materiais genéticos oriundos de quatro regiões frias de Nova Gales do Sul, Austrália, aventa-se a possibilidade de, no futuro, haver uma alternativa ao *E. dunnii* na produção de matéria-prima para sólidos madeiráveis (MARCÓ, 2005).

5.3.1. Exigências Climáticas Ajustadas

As exigências climáticas para *E. saligna* foram ajustadas com base na região de ocorrência natural e também a partir de observações em vários países (Tabela 6).

Tabela 6. Exigências climáticas ajustadas para *E. saligna* com sementes da procedência geográfica Yarboro State Forest, NSW.

Parâmetros bioclimáticos	Indicadores	
	(mínimo/máximo)	
Precipitação média anual	700 mm	2.300 mm
Temperatura média das máximas do mês mais quente	23°C	34°C
Temperatura média das mínimas do mês mais frio	-1°C	17°C
Temperatura média anual	10°C	22°C
Número de meses sem chuvas	0	6

Fonte: Jovanovic & Booth (2002).

5.3.2. Características de Solos

Na origem, a espécie se desenvolve melhor em neossolos flúvicos (solos aluviais) de boa qualidade, do tipo areno-siltoso. Outros solos são os argissolos (solos podzólicos) e os de origem vulcânica. De forma geral, os solos na origem possuem em geral boa capacidade de retenção de água, porém, são bem drenados (BOLAND et al., 1984).

5.3.2. Qualificações Gerais

Resistência ao frio - *E. saligna* é indicado para locais com até oito geadas anuais (FAO, 1981), sendo este parâmetro estendido até 50 geadas quando se utilizam fontes de sementes de procedências da região meridional de ocorrência na Austrália, como Yarboro State Forest, NSW. A temperatura mínima absoluta que *E. saligna* suportou na China é de até -10°C (ARNOLD et al, 2004a), exibindo boa tolerância ao frio. No entanto, vale ressaltar a ampla e significativa variação entre procedências geográficas. Daí a importância de se utilizar, na região em que se pretende realizar os plantios, fontes de sementes oriundas preferencialmente de populações desenvolvidas localmente.

Produtividade - Apresenta crescimento menor que *E. grandis*, em locais não sujeitos a geadas de forte intensidade.

Mercado para a matéria-prima - A madeira de plantios não manejados é indicada para uso geral, sendo mais apropriada para fins energéticos. A densidade básica da madeira de *E. saligna* é intermediária entre *E. grandis* e *E. urograndis*, sendo a espécie mais apropriada para estruturas e painéis à base de fibras (ALZATE, 2004). Estudos em clones de *E. saligna* indicaram maior percentual de madeira tratável (alburno) do que em *E. grandis*, o que torna esses clones mais indicados para tratamento com substâncias preservativas para atender as demandas para postes, moirões e dormentes (ALZATE, 2004). O maior percentual de alburno é acompanhado por maior teor de casca em comparação a *E. grandis*.

5.3.4. Melhoramento Genético e Produção de Sementes

A *Embrapa Florestas*, em parceria com o Instituto Florestal de São Paulo (IFSP), vem trabalhando na seleção para qualidade de madeira e enraizamento, com vistas à clonagem de árvores selecionadas em testes de progênies e procedências. Sementes de *E. saligna* são facilmente encontradas no mercado, sob diversos graus de melhoramento. As sementes apresentam tamanho médio, perfazendo aproximadamente 460 mil por quilograma, com possibilidade de se formarem cerca de 75 mil mudas. As mudas podem também ser formadas por clonagem, uma vez que a capacidade de rebrota e de enraizamento são de modo geral altas, porém, sempre dependentes da capacidade intrínseca do genótipo para esse sistema de multiplicação.



Fig. 5. População desbastada de *E. saligna* em Eldorado do Sul, RS, aos 18 anos de idade. Foto: Paulo Eduardo T. dos Santos.

6. Outras espécies para a região de clima temperado

6.1. *Eucalyptus viminalis* e *Eucalyptus camaldulensis*

São referenciadas na literatura como indicadas para climas temperados com geadas de forte intensidade. A despeito dessa capacidade, essas espécies foram pouco ou quase nada melhoradas para a Região Sul. Conseqüentemente, apresentam baixa produtividade de madeira.

E. viminalis apresenta apenas uma indicação de literatura (últimos dez anos) como favorável para plantios comerciais. No Brasil, constata-se que seus plantios são bastante heterogêneos, exibindo árvores com acentuadas variações de crescimento, forma e susceptibilidade à gomose e ao pau-preto (Figura 6). A maioria das empresas que utilizavam *E. viminalis* com vistas a fins energéticos buscam em espécies como *E. dunnii* alternativas mais rentáveis, incorporando o aproveitamento das primeiras toras para obtenção de produtos serrados e lâminas. Esse aproveitamento não é possível com materiais não-melhorados de *E. viminalis*, por apresentarem acentuada grã espiralada da madeira e forma de tronco em geral desfavorável. Nas áreas de origem, a espécie vegeta em neossolos flúvicos (solos aluviais) bem drenados e ainda em argissolos (solos podzólicos) arenosos na presença de subsolo argiloso (BOLAND et al., 1984).

E. camaldulensis apresenta como diferencial um rápido crescimento seguido de uma estagnação após alguns anos de idade. Esse particular resulta em baixos rendimentos, conforme apresentado por Higa et al. (1997), provavelmente em razão do modo de crescimento das raízes, que são mais profundas e ramificadas do que outras espécies (GOMES, 1994). Essa arquitetura do sistema radicular torna as plantas aptas a explorar o solo na direção vertical (GONÇALVES & VALERI, 2001). Esse padrão de crescimento de raízes pode ser o responsável pela não reciclagem de nutrientes acumulados nas folhas e ramos em plantações, embora sejam depositados anualmente na camada superficial do solo. Em áreas do bioma cerrado, algumas procedências geográficas (Figura 7) apresentam excepcional desenvolvimento. Nas áreas de ocorrência natural da espécie, os solos são tipicamente neossolos flúvicos (solos aluviais) arenosos (BOLAND et al., 1984).



Fig. 6. População de *E. viminalis* manejada para produção de sementes em Catanduvas, SC, aos 19 anos de idade.
Foto: Paulo Eduardo T. dos Santos.



Fig. 7. População de produção de sementes de *E. camaldulensis* em Açailândia, MA, aos 18 anos de idade.
Foto: Estefano Paludzyszyn Filho.

7. Outras espécies indicadas para a região de clima subtropical

7.1. *Eucalyptus grandis*

É a espécie de eucalipto mais utilizada em áreas tropicais e de transição para subtropicais no Brasil e em dezenas de outros países, na forma pura ou em cruzamentos. Destaca-se pelo rápido crescimento, desde que sob condições ambientais adequadas, proporcionando um insuperável incremento volumétrico, boa forma de fuste, boa desrama natural, pequena quantidade de casca, elevado percentual de cerne e madeira apropriada para múltiplos usos (Figura 8). Em Campo Mourão, PR, a espécie apresentou produtividade média anual por hectare de 59 m³ de madeira - 37% a mais que *E. citriodora* (DEL QUIQUI et al., 2001). *E. grandis* deve ser plantado em áreas livres de geadas e de períodos de seca muito prolongados, sendo suscetível a doenças foliares e do tronco, além de apresentar defeitos na madeira serrada. As vantagens e desvantagens de *E. grandis*, por região ou uso da matéria-prima, são decorrentes principalmente da região de procedência geográfica (RPG) das sementes, além do grau de melhoramento das sementes. O Brasil é auto-

suficiente em sementes e em matrizes para propagação clonal originadas de RPGs de altitudes entre 500 a 1.200 m e latitudes de 17 a 26° Sul, que correspondem, no Brasil, a latitudes entre Goiânia e Foz de Iguaçu.

7.1.1. Exigências Climáticas Ajustadas

As exigências climáticas para *E. grandis* foram ajustadas em função da região de ocorrência, resultados de pesquisa e plantios em várias partes do mundo (Tabela 7). Vale ressaltar a alta suscetibilidade ao frio dessa espécie. Em regiões sujeitas a geadas de forte intensidade (-6°C) como em Colombo, PR, *E. grandis* não deve ser plantado.

Tabela 7. Exigências climáticas ajustadas para *E. grandis*.

Parâmetros bioclimáticos	Indicadores (mínimo/máximo)	
Precipitação média anual	900 mm	3.730 mm
Número de meses sem chuvas	0	5
Temperatura média das máximas do mês mais quente	22°C	34°C
Temperatura média das mínimas do mês mais frio	0°C	16°C
Temperatura média anual	12°C	25°C

Fonte: Jovanovic & Booth (2002).

7.1.2. Características de Solos

Na região de origem, a espécie se desenvolve em solos com boa capacidade de retenção de água, bem drenados, profundos e argilosos, de origem aluvial ou vulcânica (BOLAND et al., 1984). *E. grandis* não suporta períodos prolongados de seca como os comumente verificados no Centro-Oeste do Brasil, nem solos com baixa retenção de umidade, como os francamente arenosos. Plantações efetuadas em neossolos quartzarênicos (areias quartzosas) têm produtividade limitada, muito aquém do potencial da espécie.

7.1.3. Qualificações Gerais

E. grandis apresentou, em média, 23% de superioridade em altura e diâmetro à altura do peito (DAP) que *Corymbia citriodora* (denominação atual de *E. citriodora*) aos sete anos de idade nas condições de Campo Mourão (DEL QUIQUI et al., 2001). Uma das características mais marcantes da espécie é possuir rápido crescimento, porém, como os programas de melhoramento

para qualidade de madeira visando à serraria são recentes, é relativamente comum o surgimento de defeitos no aproveitamento de toras para conversão em tábuas, principalmente na forma de rachaduras, ocasionando perdas na qualidade das peças serradas e menor rendimento. Esses defeitos estão sendo minorados por seleção genética e por processos silviculturais e industriais. A madeira é classificada como de resistência média, com densidade básica próxima a 500 kg/m³ em ciclos de produção curtos (rotações entre sete e dez anos). A expansão da produção de celulose de fibra curta no País deve-se à espécie, da qual foram selecionados genótipos com baixa relação lignina/celulose, o que pressupõe baixos teores de lignina e extrativos, em detrimento da seleção destinada à obtenção de produtos sólidos. *E. grandis* forma com *E. urophylla* uma das melhores combinações híbridas que, sob manejo adequado da densidade da população, assegura produtividade de matéria-prima para múltiplos usos.

Mudas - Podem ser formadas a partir de sementes e por propagação vegetativa pelo método da miniestaquia, amplamente utilizado. Por quilograma são esperadas cerca de 600 mil sementes, sendo viável a obtenção de aproximadamente 100 mil mudas.

7.1.4. Melhoramento Genético e Produção de Sementes

O Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), em parceria com a Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), comercializa sementes com vários graus de melhoramento genético e de regiões e procedências diversas. No Paraná, a empresa Klabin, localizada em Telêmaco Borba, produz e disponibiliza sementes da espécie, e também aumentou o grau de melhoramento genético de seu material por meio da formação de pomares de sementes.



Fig. 8. População desbastada de *E. grandis* em Barra do Ribeiro, RS, aos 18 anos de idade.

Foto: Paulo Eduardo T. dos Santos.

7.2. *Eucalyptus cloeziana*

As mudas desta espécie são formadas quase na totalidade por sementes. Árvores adultas produzem volume elevado de sementes de dimensões maiores em relação a outras espécies de eucalipto comercializadas no País. A formação de mudas requer maiores cuidados quanto à redução de luminosidade incidente no viveiro. Essa atenção também é estendida sob condições de campo quando se visa aproveitar a segunda rotação, pois as brotações não resistem à insolação plena, significando portanto que a colheita de madeira não pode ser efetuada por corte raso.

A principal característica das árvores é a excepcional forma do fuste, o que garante a presença de toras com alto aproveitamento no processamento mecânico (Figura 9). A alta densidade e a durabilidade natural da madeira, mesmo sem tratamento químico, são, sem dúvida, as principais qualidades dessa espécie que é amplamente utilizada no meio rural e urbano, para atender às necessidades da construção civil, produção de escoras, caibros, mourões e carvão vegetal, principalmente no Norte de Minas Gerais. Na origem, o melhor desenvolvimento ocorre nos solos bem drenados, ácidos e de baixa a média fertilidade natural, ou seja, situações associadas a áreas de depósito de sedimentos ou de misturas calcário e argila de origem vulcânica, de profundidade moderada (BOLAND et al., 1984).



Fig. 9. Plantação comercial de *Eucalyptus cloeziana* existente em Manduri, SP, aos 26 anos de idade.

Foto: José Alves Menezes.



Fig. 10. Plantação comercial de *Corymbia citriodora* existente em Manduri, SP, aos 10 anos de idade.

Foto: José Alves Menezes.

7.3. *Corymbia citriodora*

Esta espécie apresenta fuste de forma irregular e madeira muito densa, aproveitada de diversas formas na construção civil e na montagem de estruturas, na fabricação de móveis, cabos de ferramentas, utensílios e na obtenção de postes e mourões, além de fins energéticos como produção de carvão de excelente qualidade. As folhas são comercializadas para extração de óleo essencial, cujo composto predominante é o aldeído citronelal, utilizado na indústria de alimentos, cosméticos, produtos medicinais e de limpeza. A espécie é suscetível a geadas, que é o principal fator limitante na definição de áreas para plantio. *C. citriodora* (Figura 10) apresenta alta frequência de regeneração por brotação de cepas. Ela é tolerante a uma diversidade de tipos de solos nas localidades de origem, geralmente vegetando em argissolos (solos podzólicos) de origem laterítica. Por sua vez, subsolos bem drenados, porém algo pedregosos, são os mais favoráveis (BOLAND et al., 1984).

8. Materiais em avaliação para a região de clima temperado

8.1. *Eucalyptus badjensis*

E. badjensis ocorre no Sudoeste do Estado de Nova Gales do Sul (NSW), Austrália, com uma distribuição bastante restrita. A espécie vem sendo avaliada experimentalmente na área de pesquisa do Escritório de Negócios Tecnológicos de Ponta Grossa, PR, da Embrapa (Figura 11). As avaliações indicam crescimento compatível a de outras espécies subtropicais, tolerância a temperaturas abaixo de 0°C, ocorrência de gomose e pau-preto e mortalidade inferior a 5%. Observações assemelhadas foram realizadas na África do Sul em altitudes acima de 1.400 m (DARROW, 1995) e na China a -7,9°C, sem danos visíveis e nenhuma mortalidade (MUJIU et al., 2003). Os indicadores climáticos para a espécie são encontrados na Tabela 8.

Tabela 8. Exigências climáticas ajustadas para *E. badjensis*.

Parâmetros bioclimáticos	Indicadores (mínimo/máximo)	
Precipitação média anual	580 mm	1.230 mm
Número de meses sem chuvas	0	5
Temperatura média das máximas do mês mais quente	22°C	27°C
Temperatura média das mínimas do mês mais frio	-3°C	3°C
Temperatura média anual	7°C	15°C

Fonte: Jovanovic & Booth (2002).

8.1.1. Características de Solos

A despeito de ser encontrada nos melhores sítios das localidades de origem em argissolos (solos podzólicos), a espécie ocorre principalmente em solos litólicos, ou seja, solos rochosos com fraca diferenciação entre os horizontes (BOLAND et al., 1984).



Fig. 11. População de *E. badjensis* em avaliação para crescimento em Ponta Grossa, PR, aos 7,5 anos de idade.

Foto: Paulo Eduardo T. dos Santos.

8.2. Híbrido *Eucalyptus benthamii* x *Eucalyptus dunnii*

A constatação de ocorrência de híbridos espontâneos entre essas duas espécies por ocasião da formação de mudas comerciais no viveiro da Embrapa em Colombo, PR, associado ao fato de ter sido possível a fácil distinção visual do híbrido em relação à espécie na qual as sementes foram colhidas (*E. benthamii*), possibilitou a implantação de uma área experimental no Município de Guarapuava, PR. À idade de um ano, as plantas híbridas têm evidenciado superioridade em relação às espécies paternas quanto ao crescimento e tolerância a geadas. Essas primeiras observações vêm chamando a atenção para a necessidade de avaliações complementares, tendo em vista o potencial do material visando à futura obtenção de sementes híbridas sintéticas e clones comerciais.

9. Agradecimentos

Os autores externam seus agradecimentos a Antônio A. Carpanezi, pesquisador da *Embrapa Florestas*, pela meticulosa revisão do texto e importantes contribuições técnicas.

10. Referências

- ALZATE, S. B. A. **Caracterização da madeira de árvores de clones de *Eucalyptus grandis*, *E. saligna* e *E. grandis* x *urophylla***. 2004.133 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Produtos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- ARNOLD, R.; DONGYUN, X. Environmental and cultural influences on flowering of *Eucalyptus dunnii*. In: TURNBULL, J. W. (Ed.). **Eucalypts in Asia: proceedings of an international conference held in Zhanjiang, Guangdong, People's Republic of China, 7-11 April 2003**. Canberra: ACIAR, 2003. p. 140-147. (ACIAR Proceedings, 111).
- ARNOLD, R. J.; CLARKE, B.; LUO, J. **Trials of cold-tolerant eucalypt species in cooler regions of South Central China**. Canberra: ACIAR, 2004a. 106 p. (ACIAR Technical reports, 57).
- ARNOLD, R. J.; JOHNSON, I. G.; OWEN, J. V. Genetic variation in growth, stem straightness and wood properties in *Eucalyptus dunnii* trials in Northern New South Wales. **Forest Genetics**, v. 11, n. 1, p. 1-12, 2004b.
- BENSON, J. S.; HAGER, T. C. The distribution, abundance and habitat of *Eucalyptus dunnii* (Myrtaceae) (Dunn's White Gum) in New South Wales. **Cunninghamia**, v. 3, n. 1, p. 123-145, 1993.
- 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: Nelson: CSIRO, 1984. 687 p.
- BORODOWSKI, E. D.; SUÁREZ, R. O. **Eucalyptus sp. en la región del Delta del Paraná: resultados a cinco años en ensayo comparativo de *E. dunnii*, *E. globulus* ssp. *maidenii* y *E. viminalis***. Disponível em: <<http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/forestacion/biblos/pdf/2002/posters2002/172%20%20Borodowski%20trab%20compl.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2005.
- BUTCHER, P.; SKINNER, A.; GARDINER, C. Increased inbreeding and inter-species gene flow in remnant populations of the rare *Eucalyptus benthamii*. **Genetics**, v. 6, n. 2, p. 213-226, 2005.

CARAMORI, P. H.; MANETTI FILHO, J.; MORAIS, H.; LEAL, A. C. **Geadas**: técnicas para proteção dos cafezais. Londrina: IAPAR, 2000. 35 p. (IAPAR. Circular, 112).

CARAMORI, P. H.; CAVIGLIONE, J. H.; WREGE, M. S.; GONÇALVES, S. L.; FARIA, R. T.; ANDROCIOLI FILHO, A.; SERA, T.; CHAVES, J. C. D.; KOGUSHI, M. S. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura do café (*Coffea arabica* L.) no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 3, p. 486-494, 2001.

CARVALHO, A. O.; ALFENAS, A. C.; MAFFIA, L. A.; CARMO, M. G. F. Resistência de espécies, progênies e procedências de *Eucalyptus* à ferrugem, causada por *Puccinia psidii* Winter. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 33, n. 2, p. 139-147, 1998.

CARVALHO, J. R. P. de; QUEIROZ, E. de. **Uso da cokrigagem colocizada na determinação da distribuição espacial de precipitação**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2002. 4 p. (Embrapa Informática Agropecuária. Comunicado técnico, 21).

DARROW, W. K. Selection of eucalypt species for cold and dry areas in South Africa. In: CRCTHF-IUFRO CONFERENCE, 1995, Hobart. **Eucalypt plantations: improving fibre yield and quality**. Hobart: CRC, 1995. p. 336-338. Disponível em: <<http://www.forestry.crc.org.au/iufro95.htm#theme2>>. Acesso em: 14 jun. 2005.

DEL QUIQUI, E. M.; MARTINS, S. S.; SHIMIZU, J. Y. *Eucalyptus* para o Noroeste do Estado do Paraná. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 5, p. 1173-1177, 2001.

ELDRIDGE, K.; DAVIDSON, J.; HARDWIID, C.; WYK, G. van. Mass vegetative propagation. In: ELDRIDGE, K.; DAVIDSON, J.; HARDWIID, C.; WYK, G. van. **Eucalypt domestication and breeding**. Oxford: Clarendon Press, 1994. p. 228-246.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado do Paraná**. Brasília, DF: EMBRAPA-DDT; Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1986. 89 p. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 17). Elaborado sob a coordenação de Antonio Aparecido Carpanezi.

FAO. **El eucalipto en la repoblacion forestal**. Roma, 1981. 723 p.

FERRAZ, E. S. B.; COUTINHO, A. R. Efeitos da geada na madeira de *Eucalyptus saligna*. **IPEF**, Piracicaba, n. 28, p. 57-62, 1984.

FERREIRA, G. W.; GONZAGA, J. V.; FOELKEL, C. E. B.; ASSIS, T. F.; RATNIEK, E. SILVA, M. C. M. Qualidade da celulose kraft-antraquinona de *Eucalyptus dunni* Maiden plantado em cinco espaçamentos em relação ao *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus saligna*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 7, n. 1, p. 41-63, 1997.

FERREIRA, M. O histórico da introdução de espécies florestais de interesse econômico e o estado de sua conservação no Brasil. In: WORKSHOP SOBRE CONSERVAÇÃO E USO DE RECURSOS GENÉTICOS FLORESTAIS, 2000, Paranaguá. **Memórias**. Colombo: Embrapa Florestas, 2001. p. 19-66. (Embrapa Florestas. Documentos, 56). Conferência.

FREITAS, S.; BERTI FILHO, E. Efeito da desfolha parcial e total na produção de biomassa de *Eucalyptus grandis* em Mogi Guaçu, São Paulo. **IPEF**, Piracicaba, n. 47, p. 29-35, 1994.

GOMES, R. T. **Efeito do espaçamento no crescimento e nas relações hídricas de *Eucalyptus* spp. na região de cerrado de Minas Gerais**. 1994. 85 f. Tese (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

GONÇALVES, J. L. M.; VALERI, S. V. Eucalipto e pínus. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. da; RAIJ, B. van; ABREU, C.A. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq; FAPESP; POTAFOS, 2001. p. 393-423.

GRAÇA, M. E. C.; SHIMIZU, J. Y.; TAVARES, F. R. Capacidade de rebrota e de enraizamento de *Eucalyptus benthamii*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 39, p. 135-138, jul./dez. 1999.

GRODZKI, L.; CARAMORI, P. H.; BOOTSMA, A.; OLIVEIRA, D.; GOMES, J. Riscos de ocorrência de geada no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 93-99, 1996.

HALL, N.; BROOKER, I. **Camden white gum: *Eucalyptus benthamii*** Maiden et Cambage. Canberra: Forestry and Timber Bureau, 1973. 3 p. (Forest tree series, n. 57).

HARDIYANTO, E. B. Growth and genetic improvement of *Eucalyptus pellita* in South Sumatra, Indonesia. In: **Eucalypts in Asia**: proceedings of an international conference held in Zhanjiang, Guangdong, People's Republic of China, 7-11 April 2003. Canberra: ACIAR, 2003. p. 82-88. (ACIAR Proceedings, 111).

HIGA, A. R.; RESENDE, M. D. V. de; KODAMA, A. S.; LAVORANTI, O. J. Programa de melhoramento de eucalipto na Embrapa. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT EUCALYPTS, 1997, Salvador. **Proceedings**. Colombo: EMBRAPA-CNPF, 1997. v. 1, p. 377-385.

HIGA, A. R.; HIGA, R. C. V.; KODAMA, A. S. Efeito da poda de copa na produção de sementes de *Eucalyptus dunnii*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 43, p. 99-106, jul./dez. 2001.

IAPAR. **Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná 1978**. Londrina, 1978. 41 p.

IAPAR. **Cartas climáticas do Estado do Paraná 1994**. Londrina, 1994. 49 p. (IAPAR. Documento, 18).

JOHNSON, I. G.; STANTON, R. R. **Thirty years of eucalypt species and provenance trials in New South Wales**: survival and growth in trials established from 1961 to 1990. Sydney: Forestry Commission of New South Wales, 1993. (Research paper, 20).

JOVANOVIC, T.; BOOTH, T. **Improved species climatic profiles**: a report for the RIRDC/L&W Australia/FWPRDC/MDBC Joint Venture Agroforestry Program. 2002. (RIRDC Publication, n. 02/095). Disponível em: <<http://www.rirc.gov.au/reports/AFT/02-095.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2005.

LISBÃO JUNIOR, L. O efeito da geada e o comportamento inicial de três procedências de *Eucalyptus dunnii* Maiden, em ensaio conjugado de mini-espacamentos e adubação. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, n. 1, p. 28-49, dez. 1980.

MARCÓ, M. Subprograma eucaliptos en Región Mesopotámica. In: NORVERTO, C. A. (Ed.). **Mejores árboles para más forestadores**: el programa

de producción de material de propagação mejorado y el proyecto forestal de desarrollo. Buenos Aires: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, 2005. p. 57-71.

MARCÓ, M. A.; LOPEZ, J. A. Performance of *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus dunnii* in the Mesopotamia region, Argentina. In: CRCTHF-IUFRO CONFERENCE, 1995, Hobart. ***Eucalypt plantations: improving fibre yield and quality***. Hobart: CRC, 1995. p. 40-45. Disponível em: <<http://www.forestry.crc.org.au/iufro95.htm#theme2>>. Acesso em: 14 jun. 2005.

MUJIU, L.; ARNOLD, R.; BOHAI, L.; MINSHENG, Y. Selection of cold-tolerant eucalypts for Hunan province. In: TURNBULL, J. W. (Ed.). **Eucalypts in Asia: proceedings of an international conference held in Zhanjiang, Guangdong, People's Republic of China, 7-11 April 2003**. Canberra: ACIAR, 2003. p.107-116. (ACIAR Proceedings, 111).

PEREIRA, J. C. D.; HIGA, A. R.; SHIMIZU, J. Y.; HIGA, R. C. Comparação da qualidade da madeira de três procedências de *Eucalyptus dunnii* Maiden, para fins energéticos. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, n. 13, p. 9-16, dez. 1986.

PEREIRA, J. C. D.; STURION, J. A.; HIGA, A. R.; HIGA, R. C. V.; SHIMIZU, J. Y.; **Características da madeira de algumas espécies de eucalipto plantadas no Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 113 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 38).

PEREYRA, O. **Avaliação da madeira de *Eucalyptus dunnii* na manufatura de painéis compensados**. 1994. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PIRES, C. I. da S.; PARENTE, P. R. Comparison of species and provenances of *Eucalyptus* in the Mogi Mirim region, São Paulo. **Boletim Técnico do Instituto Florestal de São Paulo**, v. 40, p. 314-325, 1986.

PONZONI, F. J. Avaliação de imagens-índice e imagens proporção na identificação de plantios florestais desfolhados por geadas e pelo ataque de insetos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 54, p. 107-118, 1998.

QUADROS, M. F. L. de; MACHADO, L. H. R. M.; CALBETE, S.; BATISTA, N. N. M.; OLIVEIRA, G. S. de. Climatologia de precipitação e temperatura. **Climanálise**, Cachoeira Paulista, 2005. Edição comemorativa de 10 anos. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise/cliesp10a/chuesp.html>>. Acesso em: 7 jul. 2005.

ROCHA, M. P.; TOMASELLI, I. Efeito do modelo de desdobro na qualidade da madeira serrada de *Eucalyptus dunnii*. **Cerne**, Lavras, v. 8, n. 2, p. 70-83, 2002.

STAPE, J. L.; GONÇALVES, J. L. M.; GONÇALVES, A. N. Relationships between nursery practices and field performance for *Eucalyptus* plantations in Brazil: a historical overview and its increasing importance. **New Forests**, v. 22, n. 1-2, p. 19-41, 2001.

SWAIN, T. L. **A status report on the trials in the ICFR cold tolerant Eucalyptus breeding program**. Scottsville: Institute for Commercial Forestry Research, 1996. 100 p. (Bulletin series 2/96).

TRUGILHO, P. F.; LIMA, J. T.; MORI, F. A.; LINO, A. L. Avaliação de clones de *Eucalyptus* para produção de carvão vegetal. **Cerne**, Lavras, v. 7, n. 2, p. 104-114, 2001.

WANG, G.; ARNOLD, R. J.; GARDINER, C. A.; ZHANG, J.; WU, Z. Seed source variation for growth in *Eucalyptus dunnii*; results from trials in South Central China. **Australian Forestry**, v. 62, n. 2, p. 120-127, 1999.

WREGE, M. S.; CARAMORI, P. H.; GONÇALVES, A. C. A.; BERTONHA, A.; CAVIGLIONE, J. H.; FARIA, R. T.; FERREIRA, R. C.; FREITAS, P. S. L.; GONÇALVES, S. L. Ocorrência da primeira geada de outono e última de primavera no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 143-150, 2004.