

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MAICON HENNERICH

ESPÉCIES DE EUCALIPTO TOLERANTES A GEADAS PARA OS ESTADOS DO
PARANÁ, SANTA CATARINA E RIO GRANDE DO SUL

CURITIBA
2014



MAICON HENNERICH

ESPÉCIES DE EUCALIPTO TOLERANTES A GEADAS PARA OS ESTADOS DO
PARANÁ, SANTA CATARINA E RIO GRANDE DO SUL

Trabalho apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de Especialização em Gestão Florestal no curso de Pós-graduação em Gestão Florestal, Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Camargo Angelo

CURITIBA
2014

AGRADECIMENTOS

Ao Curso de Pós-graduação em Gestão Florestal, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, na pessoa de seu coordenador Prof. PhD João Carlos Garzel Leodoro da Silva, pelo apoio recebido.

Ao Professor Dr. Diego Martins Stangerlin, do Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal de Mato Grosso, pelas contribuições e sugestões no trabalho.

Aos colegas de turma, por estarem sempre prontos a ajudar nos momentos difíceis.

Ao meu orientador Prof. Dr. Alessandro Camargo Angelo que sempre esteve presente no processo de elaboração deste trabalho, nos bons e maus momentos.

Um agradecimento mais que especial a minha esposa Elisete dos Santos Brandão Hennerich e minha filha Karolina Brandão Hennerich por tornarem minha vida muito mais alegre.

RESUMO

O Eucalipto é uma espécie muito versátil quanto aos seus usos, podendo ser usada desde mera fonte de energia até fins nobres como na construção civil. Para as Regiões com ocorrência de geadas torna-se necessário estudar as Espécies de Eucalipto que sofram menos danos com esses eventos, além de apontar as Espécies com melhor incremento em volume. Nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, a geada vem se mostrando como um dos maiores entraves para o Setor Florestal. O presente estudo possui como temática norteadora uma pesquisa compilatória de diferentes fontes bibliográficas sobre as principais espécies de *Eucalyptus* que se adaptam melhor ao clima frio da região Sul do Brasil. Através deste trabalho espera-se criar uma referencia de pesquisa, apontando as espécies de *Eucalyptus* mais tolerantes às geadas, bem como com melhor rendimento volumétrico. As espécies mais usadas em Regiões com ocorrência de geadas são *Eucalyptus dunnii*, *E. benthamii*, *E. saligna*, *E. grandis*, *E. viminalis*, *E. camaldulensis*, e *E. badjensis*.

Palavras-Chave: *Eucalyptus dunnii*. *Eucalyptus viminalis*. *Eucalyptus benthamii*. Geadas. Tolerância a geada.

ABSTRACT

Eucalyptus is a very versatile kind as to their uses and can be used from a mere source of energy to noble purposes such as construction. For Regions with frosts becomes necessary to study the species Eucalyptus suffering less damage to these events, besides pointing Species with better growth in volume. In the states of Paraná, Santa Catarina and Rio Grande do Sul, frost is proving to be one of the biggest obstacles for the Forest Sector. This study has as its guiding theme one compilatória research different literature sources on key eucalypt species that are better suited to cold weather in southern Brazil. Through this work is expected to create a reference search, indicating the species of Eucalyptus more tolerant to frost as well as with improved volumetric efficiency. The species most commonly used in regions with frosts are *Eucalyptus dunnii*, *E. benthamii*, *E. saligna*, *E. grandis*, *E. viminalis*, *E. camaldulensis* and *E. badjensis*.

Keywords: *Eucalyptus dunnii*. *Eucalyptus viminalis*. *Eucalyptus benthamii*. Frosts. Tolerance to frost.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	07
2 OBJETIVOS.....	09
3 IMPORTÂNCIA DA SILVICUTURA NO MUNDO.....	10
4 IMPORTÂNCIA DA SILVICUTURA NO BRASIL.....	12
5 FATORES QUE DETERMINAM ÊXITO NA SILVICULTURA.....	14
6 IMPORTÂNCIA DOS FATORES CLIMÁTICOS NA SILVICULTURA.....	16
7 FORMAÇÃO DE GEADAS.....	18
8 EFEITO DAS GEADAS SOBRE AS PLANTAS E SILVICULTURA.....	20
9 ANTECEDENTES DE GEADAS NA REGIÃO SUL DO BRASIL.....	22
10 MEDIDAS PARA MINIMIZAR O EFEITO DAS GEADAS.....	24
11 ESTUDO DE ESPÉCIES PARA A REGIÃO SUL DO BRASIL.....	26
12 MATERIAL E MÉTODOS.....	37
13 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	38
14 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	39
REFERÊNCIAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

O eucalipto ao longo da sua evolução natural desenvolveu mecanismos adaptativos eficientes que justifiquem seu rápido crescimento e sua adaptabilidade tanto ao estresse hídrico quanto as altas e baixas temperaturas, e diferentes níveis nutricionais, explicando assim o grande número de espécies e sua ampla dispersão. Nos últimos 50 anos, o Brasil tem investido em trabalhos de melhoramento genético e vem usando técnicas silviculturais avançadas, tendo como resultado o aumento expressivo da produção de biomassa. O eucalipto é uma espécie que apresenta múltiplas possibilidades de uso, como celulose, carvão vegetal para gerar energia e de madeira sólida usada em móveis, pisos, revestimentos e outras aplicações na construção civil (BRACELPA, 2012).

A cobertura de florestas plantadas no país é de 7,2 milhões de hectares, dos quais 71%, ou seja, 5,1 milhões de hectares são de eucalipto (REFERÊNCIA FLORESTAL, 2014).

Para os estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, onde a ocorrência de geadas é um dos principais fatores limitantes à sobrevivência e desenvolvimento do eucalipto, podemos destacar poucas espécies que demonstram tolerância, sendo elas *E. dunnii*, *E. viminalis* e *E. benthamii*.

A ocorrência de geada no Brasil é um fenômeno frequente nas latitudes acima do paralelo 19°S, atingindo os estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (PEREIRA et al., 2001). De acordo com a época de incidência dos frios danosos para a vegetação, as geadas podem ser diferenciadas em outonais, inverniais e primaveris (MOTA, 1975).

A espécie e o estágio de desenvolvimento fenológico irão determinar a suscetibilidade das culturas às baixas temperaturas. O espaçamento entre as plantas também está relacionado com os danos provocados pelas geadas. A formação do dossel dos talhões ocorre mais rapidamente em espaçamentos menores se comparado com espaçamentos maiores. O dossel das plantas diminui as perdas radiativas durante a noite (PILAU et al., 2007).

O gênero *Eucalyptus* envolve mais de 600 espécies, adaptadas a diferentes climas e solos. Nenhum gênero foi tão largamente plantado em todo o mundo como o *Eucalyptus*. No Brasil foram introduzidas mais de 100 espécies de eucalipto. O eucalipto é uma árvore imbatível pelo seu rápido crescimento, sendo matéria-prima para uma série de produtos de primeira necessidade em todas as casas brasileiras. É importante fonte de energia para uso em fogão no campo e na cidade, além de abastecer indústrias com as mais variadas finalidades. O Brasil possui tecnologia para produzir celulose e papel de alta qualidade, sendo fonte para cadernos, livros, cartilhas, balas, aromatizantes e até mesmo uma série de complexos para remédios. É importante fonte de matéria prima em construções rurais e urbanas, móveis rústicos e na construção civil. Para produtores rurais vem se mostrando como uma importante fonte de renda alternativa (HIGA et al., 2000).

2 OBJETIVOS

Realizar revisão bibliográfica acerca das principais espécies de Eucalipto suscetíveis ou tolerantes a geadas. Desta forma pretende-se auxiliar na escolha da espécie que melhor se adapte ao clima frio dos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Também, repassar informações a respeito de cada espécie.

3 IMPORTÂNCIA DA SILVICULTURA NO MUNDO

A importância da silvicultura é avaliada, muitas vezes, levando-se em conta todo o setor florestal, que inclui silvicultura, indústria florestal, produção de maquinários para a indústria florestal, parte da indústria química, automatização, embalagem, indústria gráfica, produção de energia, transportes e empresas de consultoria florestal.

Os produtos de origem florestal estão entre os 10 principais produtos comercializados internacionalmente em 2006, correspondendo a 2,2% do comércio mundial, cerca de US\$ 190 bilhões. Entre 1985 e 2006 a taxa média de crescimento do comércio internacional desses produtos atingiu 6,8% ao ano. Cerca de 80% do fluxo do comércio internacional de produtos florestais está concentrado nos países desenvolvidos, onde se evidenciam a Europa Ocidental e a América do Norte. Gradativamente observa-se atividade crescente em países em desenvolvimento, como por exemplo, China, Indonésia, Brasil, Chile e Coréia do Sul. (SBS, 2008).

No mundo, as florestas compreendem aproximadamente quatro bilhões de hectares, cobrindo aproximadamente 30% da superfície terrestre. Mais da metade da área florestal total está concentrada em cinco países, sendo a Federação Russa com 808,8 milhões de hectares, o Brasil com 477,7 milhões de hectares, o Canadá com 310,1 milhões de hectares, os Estados Unidos com 303,1 milhões de hectares e a China com 197,3 milhões de hectares. As florestas tropicais representam 47% do total, com a maior parte concentrada no Brasil. (SBS, 2008).

Um bom exemplo de país com elevado desenvolvimento florestal é a Finlândia, o qual possui 76% da sua superfície coberta por florestas e com a maior percentagem de área florestal na Europa. A indústria florestal é um dos maiores setores da atividade econômica do país, representando cerca de 8% do produto interno bruto do país, e cerca de 30% das exportações. Devido ao inverno rigoroso, o período de crescimento dura cinco meses no Sul e apenas três meses no Norte. As florestas ofereciam proteção durante a guerra, e atualmente é local de recreação, habitat para muitas espécies e um recurso natural renovável da economia do país. O número de proprietários de florestas é de aproximadamente 900.000 e com

tamanho médio da propriedade de apenas 26 hectares. A existência da silvicultura sustentável ao longo prazo é assegurada para os próximos cem anos devido a legislação que proíbe a devastação dos recursos florestais. Os principais PFNM são a caça, a coleta de bagas, cogumelos, líquen, e o turismo florestal. Relativamente ao seu tamanho, a Finlândia é um dos países mais dependentes das florestas e do setor florestal no mundo. A Finlândia tem-se tornado num verdadeiro centro de silvicultura e indústria florestal a nível europeu, por causa da experiência e habilidade que se têm acumulado não só nas companhias, mas também nas Universidades, escolas superiores e institutos de pesquisa. O maior mercado da indústria florestal para a Finlândia é a União Europeia, dentro da qual se efetua cerca de 70% da exportação, principalmente com a Alemanha, a Grã-Bretanha, a França e os Países Baixos. O resto da União Europeia representa 9% da exportação, e o resto do mundo 20%. O setor florestal emprega aproximadamente 140.000 pessoas na Finlândia, das quais dois terços trabalham no âmbito da indústria florestal ou silvicultura. (Embaixada da Finlândia, 2014).

4 IMPORTÂNCIA DA SILVICULTURA NO BRASIL

A atividade de base florestal brasileira divide-se em vários segmentos, sendo estes os de celulose e papel, siderurgia a carvão vegetal, móveis, madeira serrada, painéis reconstituídos, compensados, laminados, além de vários produtos não madeireiros.

A área total brasileira com florestas plantadas em 2007 totalizou 5,95 milhões de hectares, sendo que desse total, cerca de 3,75 milhões de hectares com eucalipto, 1,80 milhão hectares com pinus e 425,2 mil hectares de outras espécies, representando um crescimento de 4,2% em relação ao ano de 2006, que foi 5,74 milhões hectares. A produção de toras no Brasil, em 2007, atingiu cerca de 191,4 milhões de m³/ano, um aumento de 4,2% em relação a 2006. A produção de eucalipto representou 74% e de pinus 26%. Ainda, em 2007, foram produzidos cerca de 39,1 milhões m³ de lenha da silvicultura e 43,9 milhões m³ de lenha oriunda do extrativismo vegetal. No total, o país produziu 82,9 milhões m³ de lenha, representando 2,1% mais que em 2006. Os principais estados produtores de lenha da silvicultura foram o Rio Grande do Sul com 34,8%, São Paulo com 18,9%, Paraná com 15,7%, Santa Catarina com 13,4%, Minas Gerais com 8,5% e Bahia com 2,5%. Os principais estados produtores de lenha do extrativismo vegetal foram a Bahia com 23,7%, Ceará com 10,5%, Pará com 8,8%, Maranhão com 7,4%, Amazonas com 6,0% e Paraná com 5,7%. (SBS, 2008).

No período de 2003 a 2007 o PIB do setor de base florestal brasileiro aumentou consideravelmente, passando de US\$ 20 bilhões para US\$ 44,6 bilhões, um crescimento de 123%, representando em 2007 uma participação de 3,4% do PIB nacional. Além dessa fatia do PIB nacional, o setor florestal brasileiro foi responsável por manter cerca de 8,6 milhões de postos de trabalho. Também, nos últimos anos, o Brasil vem ganhando espaço no mercado internacional de produtos de origem florestal. No início dos anos 90, as exportações brasileiras não ultrapassavam 1,7% do mercado mundial. Já em 2006, o Brasil foi responsável por cerca de 4% do total das exportações mundiais de produtos de origem florestal. O Brasil é o maior exportador mundial de compensados de pinus e o maior exportador mundial de

celulose de fibra de eucalipto. Quanto a produtos de madeiras tropicais, o Brasil é o terceiro maior exportador de madeira serrada como de compensados. Em 2006, o Brasil exportou 1,33 milhão m³ de madeira serrada de pinus, representando 46,3% da madeira serrada vendida no mercado externo. Quanto às madeiras tropicais, as exportações somaram 1,54 milhão de m³, representando 53,7% do total. Em 2007, o setor de base florestal teve um aumento de 11% nas exportações, totalizando US\$ 9,1 bilhões, o que correspondeu a 5,6% do total exportado pelo país. Neste ano, o segmento que teve a maior participação nas exportações brasileiras de produtos florestais foi o de celulose e papel, com US\$ 4,7 bilhões, representando um crescimento de 18,0% em relação ao ano anterior. Em 2007, as exportações de madeira representaram cerca de US\$ 3,3 bilhões, aumento de 5,7% em relação ao ano anterior. Enquanto que as exportações de móveis, com US\$ 994,3 milhões e carvão vegetal, com US\$ 600 mil, representaram queda de 5,1% e 80,6%, respectivamente, em relação a 2006. (SBS, 2008).

5 FATORES QUE DETERMINAM ÊXITO NA SILVICULTURA

Para termos êxito na silvicultura precisamos analisar e planejar uma série de fatores, bem como conhecer o clima da região para poder determinar qual espécie utilizar e qual material genético. As principais características do clima que devem receber atenção são a temperatura, chuvas, geadas e déficit hídrico. Também, devemos escolher a espécie e material genético, fazer um bom preparo do solo, controle de formigas e pragas, planejar os tratos culturais e silviculturais, bem como preparar a área para a colheita futura.

As empresas brasileiras do setor de base florestal, proprietárias de florestas plantadas, têm conquistado desenvolvimento considerável nos últimos anos através do uso de novas tecnologias e melhoramento genético na busca do aumento da produtividade florestal. Para atingir suas metas, estão reformando as áreas de baixo rendimento e substituindo mudas antigas por mudas clonadas de alto rendimento, obtidas através de técnicas de melhoramento genético, tais como clonagem, biotecnologia, hibridação, entre outros. Também contam com a seleção de sementes de qualidade genética melhorada para condições edafo-climáticas diversas. Com o melhoramento genético pode-se alcançar aumento nas taxas de crescimento, melhor adaptabilidade às condições climáticas e de solo, melhor qualidade da madeira, além de tolerância a pragas e doenças. A produtividade média dos plantios de eucalipto evoluiu de 36,7 m³/ha.ano em 2005 para 40,5 m³/ha.ano em 2007, um ganho de 10,4% no período. As plantações de pinus evoluíram 24,8%, entre 2005 e 2007, passando de 30,7 m³/ha.ano para 38,3 m³/ha.ano. (SBS, 2008).

As plantações florestais utilizam muita mão de obra, principalmente em regiões declivosas, e são também muito dependentes de insumos como fertilizantes, defensivos e herbicidas. Quanto mais escassa a oferta de mão de obra no campo mais insumos são necessários no reflorestamento, como por exemplo, a substituição da capina manual pela química com o uso de herbicidas. Como os solos para plantios florestais são na maioria das vezes exauridos por pastagens mal manejadas, torna-se indispensável a aplicação de fertilizantes para corrigir o estado físico e químico dos mesmos, de modo a atingir o nível de produtividade esperado

de acordo com o potencial de cada região. Devido aos avanços do melhoramento genético com a obtenção de clones resistentes a diversas pragas e doenças, atualmente as plantações florestais são pouco atacadas por pragas e doenças. A formiga é a principal praga que ataca plantios florestais e seu combate é feito utilizando-se formicidas e controle por meio de iscas. (ICNA, 2013).

Outro fator importante para obtermos êxito na silvicultura é o manejo florestal, que pode ser caracterizado como uma ciência que busca incorporar boas práticas para facilitar a vida do produtor florestal, evitando desperdícios e danos desnecessários à floresta durante as operações de planejamento, colheita e monitoramento. Visa utilizar os recursos florestais com sabedoria, através do conhecimento e do uso correto da ecologia da floresta, usufruindo-se dos produtos florestais sem destruir o ambiente natural, garantindo a sustentabilidade ao longo do tempo, com atividades seguras e com economia de recursos humanos e financeiros. Uma das premissas do manejo florestal é planejar todas as etapas do plantio florestal até a colheita futura. Se plantarmos de forma mal planejada podemos inviabilizar a colheita. (FSC, 2014).

6 IMPORTÂNCIA DOS FATORES CLIMÁTICOS NA SILVICULTURA

Os fatores climáticos já foram determinantes para o insucesso de muitos plantios florestais e por diversas quebras de safras de produtos agrícolas. Pensando na silvicultura atual, é extremamente necessário que o silvicultor tome decisões levando-se em conta os recursos financeiros disponíveis e os riscos envolvidos na atividade. Para obter maior lucratividade é necessário o incremento do rendimento da cultura, a redução de custos em toda cadeia e a busca pela redução dos riscos do insucesso da floresta.

Uma variável praticamente incontrolável para a silvicultura e produtos agrícolas é o clima, que é responsável por influenciar o sucesso ou insucesso florestal. Dentre os fatores climáticos podemos destacar as geadas e o granizo, que são determinantes na região sul do Brasil, as secas, as inundações, etc... É de suma importância para qualquer plantio florestal que as variáveis climáticas do local sejam conhecidas e monitoradas constantemente.

A primeira informação que devemos ter antes de iniciar qualquer implantação de um novo projeto florestal é o clima da região, essa informação é de extrema importância para o sucesso da floresta, vindo antes da escolha da espécie e das mudas. Precisamos saber se o clima é quente, frio, úmido, seco, com ou sem estiagem, com ocorrência de geadas, dentre outros fatores. Com estes dados em mãos podemos começar a escolher a espécie e o local da implantação da floresta. (Painel Florestal, 2013).

Para a correta escolha da espécie a ser implantada, devemos saber qual será a finalidade da madeira, pois cada espécie possui características próprias e deve se desenvolver em ambiente adequado. A escolha do material genético, sementes ou clones, deve ser feita levando-se em conta latitude, altitude, temperatura média anual, precipitação média anual, déficit hídrico e tipos de solos. (IPEF, 2005).

O clima é o fator natural, ligado à produção agrícola, que possui a maior influência no desenvolvimento de culturas agrícolas. Se a chuva atrasar ou chover em excesso a lavoura fica comprometida. (Brasil Escola, 2013). Tal afirmação cabe também para a silvicultura, que se utiliza das informações climáticas para determinar

qual espécie irá se adaptar melhor ao local, qual a melhor data para o plantio sem que ocorram danos com geadas, secas, chuvas excessivas, entre outras.

Visando melhorar a produção agrícola, garantir a segurança alimentar e aumentar os rendimentos dos agricultores é benéfico traçar estratégias locais de adaptação que dependem cada vez mais de informações climatológicas extremamente confiáveis. (UNRIC, 2009).

7 FORMAÇÃO DE GEADAS

A geada é um fenômeno da natureza que ocorre quando se formam camadas finas de gelo sobre as plantas ou outras superfícies lisas. Quando as temperaturas estão mais baixas é mais comum à ocorrência de geadas. As estações do ano com maior incidência são no inverno e outono, podendo também ocorrer em outras épocas do ano, devido a passagem de frentes frias ou de massas de ar polar. Durante o dia o sol aquece a superfície e faz evaporar as partículas de água. No fim da tarde, conforme a temperatura vai caindo, as moléculas de água que estavam perambulando no ar encontram uma superfície mais fria, perdendo sua energia de movimentação e vão se acumulando na forma de gotículas. Em um dia com temperatura muito baixa esse vapor congela. No Brasil, as geadas atingem as regiões Sul e Sudeste, causando estragos nas plantações. Quando ocorre a geada, a água presente dentro das plantas congela, destruindo assim a estrutura da célula. (Nova Escola, 2013).

As geadas são formadas por Advecção ou de Vento Frio, que são aquelas provocadas pela ocorrência de ventos fortes, constantes e com temperatura muito baixa. Os danos ocorrem apenas na face da planta batida pelo vento frio. As geadas podem ser formadas também por radiação, que são aquelas provocadas pelo resfriamento intenso da superfície, que perde energia durante as noites de céu limpo, sem vento, com baixa umidade, com ar frio e seco. Podem ser classificadas quanto ao seu aspecto visual como geada branca e geada negra. A geada branca ocorre quando a temperatura do ponto de orvalho está ligeiramente acima de 0°C. Já, a geada negra ocorre quando no ar a concentração de vapor d'água é muito baixa. Nessa condição, a temperatura letal das plantas é atingida antes que haja a condensação do vapor d'água presente no ar, ocorrendo à morte do tecido vegetal sem que haja a formação de gelo nas superfícies. Essa geada é muito mais severa do que a geada branca. (Clima Online, 2012).

A geada é um dos fenômenos atmosféricos que ocorrem no Brasil que causam muitos prejuízos à agricultura e à economia do país. O impacto social e

econômico causado pelas geadas é significativo, já que envolve fatores como a produção e o preço de alimentos. Durante os meses de inverno no Hemisfério Sul, observa-se sobre a Região Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, a ocorrência de temperaturas baixas, que são favoráveis a formação de geadas. A geada caracteriza-se pela ocorrência de temperaturas do ar abaixo de 0°C, com a posterior formação de gelo nas superfícies expostas. (Molion et al., 1981).

Na literatura, o inverno é o período mais estudado e o mês mais significativo é julho. Durante o período de maio a setembro, os efeitos típicos do inverno podem ser sentidos em toda a Região Sul. Sucessivas e intensas invasões de frentes de altas latitudes trazem abundantes chuvas seguidas por massas de ar muito frio. A entrada dessas massas é acompanhada de forte queda de temperatura e não raramente chega a temperaturas negativas que proporcionam a ocorrência de geadas (Nimer, 1979).

8 EFEITO DAS GEADAS SOBRE AS PLANTAS E SILVICULTURA

A suscetibilidade das culturas agrícolas às geadas varia com a espécie, e com o estágio fenológico das plantas no momento da ocorrência (Camargo et al., 1993). Nos locais situados a médias e altas latitudes, devido à ocorrência de temperaturas baixas, a agricultura torna-se atividade de risco durante o inverno. A proteção de plantas contra os efeitos letais causados pela geada é problema considerável na agricultura, especialmente para as lavouras de alta rentabilidade, entre as quais podemos citar as frutíferas de clima tropical, o cafeeiro, seringueira entre outros (Rosenberg et al., 1983).

A geada nas plantas pode produzir alguns efeitos, como a desidratação das células devido à retirada de água pelos cristais de gelo em crescimento nos espaços intercelulares, injúrias estruturais devido aos cristais de gelo em crescimento nos espaços intercelulares e à contração das células pela desidratação e pela excessiva e rápida inundação quando o gelo se derrete. A ação das geadas se dá pela formação de cristais de gelo nos espaços intercelulares. O gelo provocará um aumento na concentração intercelular, forçando a retirada de água de dentro das células. Caso a parede celular seja permeável e possuir boa elasticidade, a célula poderá se recuperar perdendo a água, caso contrário poderá ocorrer o rompimento da parede celular levando a célula à morte. (Carvalho et al., 2004).

A geada é um dos maiores entraves para o setor florestal brasileiro, principalmente nas regiões Sul e Sudeste. As geadas têm incentivado pesquisas para buscar espécies que sejam resistentes ao frio, sem deixar de ter boa qualidade para celulose, papel, chapas, laminação ou movelaria. Em 1972 foram registradas geadas que resultaram em perdas de até 100% dos plantios dependendo do local. O fenômeno se repetiu novamente em 1974. Em 1975 foi registrada temperatura de -8°C no município de Três Barras-SC. Nessa época foi estimada redução de 50% no IMA em altura das árvores atingidas, prejudicando cerca de 48% da qualidade da madeira. Em 1994, estudos feitos pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, mostraram que as geadas afetaram

principalmente povoamentos mais jovens, não deixando de prejudicar florestas adultas (HIGA et al., 1995).

9 ANTECEDENTES DE GEADAS NA REGIÃO SUL DO BRASIL

Em julho de 1975, uma forte geada reduziu à zero a área cultivada com café do Estado do Paraná, provocando o êxodo de cerca de 2,6 milhões de pessoas. O Paraná havia colhido 10,2 milhões de sacas de café, 48% da produção brasileira, na safra de 1975, cuja colheita ocorreu antes da geada. Era o maior centro mundial da cultura de café e tinha produtividade superior à média nacional. Em 1976, safra posterior à geada, a produção foi de apenas 3,8 mil sacas, sendo que nenhum grão de café chegou a ser exportado e a participação paranaense na produção brasileira passou de 48% para 0,1%. Outras culturas, como o trigo, também sofreram perdas de mais de 50%. Mas naquela época era o café que sustentava a economia do Estado e os cafeicultores nunca mais se recuperaram do impacto. (Revista Cafeicultura, 2010).

Em julho de 1981, uma sucessão de ondas de frio promoveu geadas de forte intensidade, registrando mínimas de 5,4°C no Norte Paranaense. Essa massa de ar frio promoveu geadas fortes em todo sul do Brasil. Novamente afetou de modo significativo os cafeeiros do Paraná, resultando em perdas de cerca de 85% da produção esperada para a safra daquele ano. Em agosto de 1984 foi registrada temperatura mínima de 0,7°C no Município de Apucarana PR, promovendo fortes geadas em todo o Norte do Estado do Paraná, provocando grandes prejuízos aos cultivos de café em todo o Norte do Estado. Cerca de 30% dos cafeeiros, no município de Apucarana, foram erradicados e cerca de 70% foram recepados e recuperados. As geadas de 1994 afetaram novamente de modo significativo os cafeeiros de todo o Norte paranaense e foram o grande impulso para a substituição da cultura do café pela da soja no verão em rotação com trigo ou aveia no inverno. No mês de julho de 2000 verificou-se uma sucessão de quatro ondas de frio sobre o Norte paranaense, e todas promoveram geadas por radiação no Município de Apucarana, sendo que cerca de 30% dos cultivos de café ainda existentes no município foram erradicados e substituídos por cultivos temporários ou pastagens.

Como consequência das fortes geadas no Município, houve queda de 62,82% na produtividade se comparado ao ano agrícola anterior. (Silva, 2009).

10 MEDIDAS PARA MINIMIZAR O EFEITO DAS GEADAS

Hoje em dia existem meteorologistas que são especializados na previsão de geadas. Por meio de modelos matemáticos é possível saber se elas vão se formar. Eles consideram a presença de nuvens, de vento e a temperatura mínima prevista para a noite ou madrugada. A temperatura da superfície precisa estar a zero grau ou menos para que ocorra a formação de geada. Para que isto ocorra o ar deve estar a cerca de -4°C . Para tentar proteger as plantações, muitos agricultores colocam fogo em pneus para formar nuvens de fumaça que impeçam o resfriamento da superfície depois de um dia de frio e de chuva e com noite de céu aberto. Tais nuvens de fumaça funcionam como um cobertor, impedindo a perda de calor para a atmosfera. (Nova Escola, 2013).

Para as culturas agrícolas existem várias técnicas para prevenir os efeitos causados pelas geadas, e podem ser classificadas em preventivas e diretas. Dentre os métodos preventivos podemos citar os de longo, de médio e de curto prazo. De longo prazo deve-se cultivar em terrenos bem drenados e livres de acumulação de ar frio, evitar plantios em baixadas, em espigões muito planos e extensos, em áreas côncavas, em bacias fluviais estreitas e a jusante das lavouras, não deixar vegetação alta e densa abaixo da cultura, deixar mata nativa alta ou plantar outra espécie exótica de porte alto acima das culturas, e, se possível, instalar açudes nas gargantas a montante da cultura. De médio prazo deve-se conservar o solo da cultura o mais limpo possível de mato e palha durante os meses de inverno, limpar as baixadas sujas a jusante da cultura, manter a cultura bem tratada e adubada, principalmente com potássio. De curto prazo para a cultura de café deve-se cobrir os cafeeiros novos com terra, sendo que a folha pode ficar cerca de 2 a 3 semanas coberta sem acarretar problemas, cobrir das mudas e cafeeiros novos com sacos plásticos especiais. Como método direto pode-se citar o método de nebulização, que é a aplicação de neblinas artificiais com a finalidade de evitar o resfriamento do solo e das plantas por radiação e o método de lançamento de fumaça e neblinas, através da queima de pneus, tambores de serragem salitrada e óleo diesel. A neblina deve ser aplicada nas cabeceiras da bacia pluvial, no alto das encostas, próximo ao

espigão e não diretamente sobre as lavouras. Pode acontecer de que a névoa tenha de ser aplicada até mesmo a vários quilômetros a montante da cultura. (TECNIGRAN, 2013).

11 ESTUDOS DE ESPÉCIES PARA A REGIÃO SUL DO BRASIL

No estudo de Flores, Alba e Wrege (2009) gerou-se um mapa de aptidão edáfica para o eucalipto na região do Corede SUL do RS. (Figura 1). O estudo representou um esforço conjunto de várias entidades da região Sul do RS, na tentativa de organizar a atividade de silvicultura no Estado. Também, teve como finalidade dar uma contribuição para a expansão e sustentabilidade do setor florestal Estadual. O mapa começou a ser elaborado por Município, sendo editados e integrados em uma mesma base digital.

Ainda, de acordo com o estudo de Flores, Alba e Wrege (2009), *Eucalyptus grandis* obteve o maior incremento volumétrico, isso se plantado com baixa ocorrência de geadas e de estiagens. *Eucalyptus dunnii* se mostrou mais tolerante em locais onde ocorrem geadas. *Eucalyptus globulus* mostrou melhor rendimento industrial que as duas espécies anteriores, porém com menor incremento volumétrico, além de não suportar temperaturas muito elevadas e ser bastante suscetível à geadas.

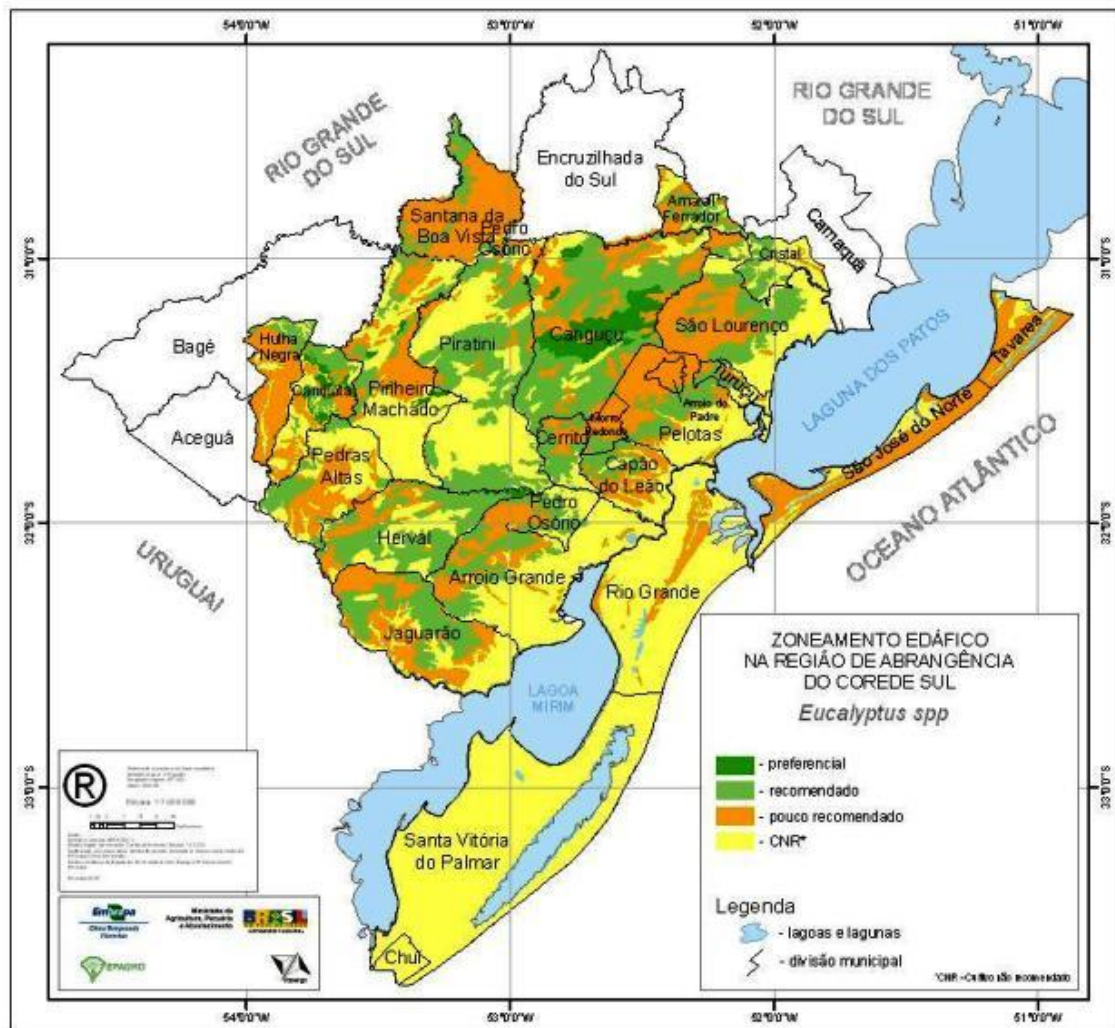


Figura 1. Mapa do zoneamento edáfico para *Eucalyptus (grandis, dunnii e globulus)* na região do Corede Sul, no Estado do Rio Grande do Sul.

FONTE: FLORES et al. (2009).

Para estudar o comportamento inicial de três procedências de *Eucalyptus dunnii*, Lisbão Júnior (1980) as submeteu a três mini espaçamentos conjugados com adubação e verificou que *E. dunnii* apresentou alta resistência à geada, não ocorrendo diferenças entre as procedências quanto à geada e a sobrevivência, porém diferiram quanto a altura. Verificou também que a resistência à geada e a porcentagem de sobrevivência das plantas diminuiu com as adubações nitrogenadas e potássicas, devendo ser parceladas ou até evitadas em plantios próximos a ocorrência de geadas. Ainda, Lisbão Junior pode verificar que o nutriente mais

importante para o desenvolvimento inicial foi o fósforo, sem afetar a resistência à geada e sobrevivência.

No estudo de Higa, Trevisan e Souza (2000), os autores estudaram o efeito das geadas em progênies de *E. dunnii*, com 16 meses de idade, considerando sobrevivência, níveis de danos visíveis causados nas plantas e crescimento em altura.

O experimento foi plantado em fevereiro de 1993, em Campo do Tenente, PR, altitude de 825 m.

Quando as plantas completaram um ano de idade foi feita uma avaliação de sobrevivência, altura total e DAP.

A avaliação de danos (resistência à geada) foi realizada um mês após a ocorrência da primeira geada severa (temperatura de -6,50C). Cada planta recebeu uma nota que variava de 0 (100% do fuste danificado) a 10 (sem nenhum dano visual). Quando as plantas tinham 26 meses de idade foi feita nova avaliação da altura total da planta, altura do dano, número de brotos e DAP. Quando as plantas completaram 36 meses de idade foi realizada uma nova avaliação da altura total e DAP.

Diferenças significativas foram encontradas entre a sobrevivência de progênies em cada um dos três anos de avaliação, mas a diferença na média entre o primeiro, segundo e terceiro ano de medição foi mínima. Resultados semelhantes foram observados por Lisbão Júnior (1980).

Esse autor verificou que a sobrevivência de *E. dunnii* permaneceu alta mesmo após as plantas terem sido afetadas por geadas severas na região de Colombo, PR. Darrow (1995) também observou uma redução menor que 5% na taxa de sobrevivência em *E. dunnii* na África do Sul com menos de um ano de idade, depois de uma geada de -11 °C.

A avaliação realizada um mês após a ocorrência da geada apontou que todas as plantas apresentaram danos visíveis, reforçando-se assim a hipótese de que a espécie não é tolerante, mas apenas resistente a geadas.

As testemunhas originadas de sementes colhidas de árvores selecionadas no local destacaram-se em relação à resistência a geadas. Resultado explicável pelo efeito das seleções já realizadas, na adaptabilidade do germoplasma.

A geada de 1994 em Campo do Tenente, PR, não afetou a sobrevivência das progênes de *E. dunnii* plantadas, mas reduziu a altura da maioria das plantas e causou níveis variados de danos em todas as plantas do experimento.

No estudo de Filho, Santos e Ferreira (2006), os autores abordaram um conjunto de espécies estudadas pela Embrapa Florestas e as suas respectivas exigências climáticas para se obter altas produtividades, mesmo sob circunstâncias de geadas de forte intensidade. Também, buscaram informar sobre a produção de sementes melhoradas que fossem potencialmente mais produtivas.

Para a Região Sul do Brasil temos um pequeno número de espécies de eucalipto economicamente importantes e a Embrapa Florestas vem pesquisando as espécies *Eucalyptus dunnii*, *E. benthamii*, *E. saligna*, *E. grandis*, *E. viminalis*, *E. camaldulensis*, e *E. badjensis*.

1. *Eucalyptus dunnii*: *E. dunnii* possui intervalo amplo de temperatura média das mínimas do mês mais frio (-1 a 17°C), indicando ser uma espécie apropriada para regiões que ocorrem expressivas variações nas temperaturas durante os períodos de inverno. Pode apresentar também um crescimento semelhante ao de *E. grandis* e *E. saligna* nos três primeiros anos. Após esse período, observa-se tendência ao declínio de crescimento se não houver umidade disponível no solo.

E. 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). Conforme observado sob temperatura de -15°C na Argentina a mortalidade pode atingir 50% das plantas em plantios comerciais.

Em plantios experimentais sob efeito de geada de alta intensidade em Guarapuava, PR, foi observado atraso no desenvolvimento em relação *E. benthamii*, estimando-se perda de produção equivalente a um ou mais anos de crescimento, ou em torno de 50 m³/ha.

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

Na 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);

No Brasil, *E. dunnii* 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.

2. *Eucalyptus benthamii*: Essa espécie é considerada vulnerável ao desaparecimento na região de ocorrência natural na Austrália (BUTCHER et al., 2005).

Em Guarapuava, PR, *E. benthamii* apresentou maior tolerância à geada em relação ao *E. dunnii*, fato este também observado na China nas províncias de Hunan e Fujian (ARNOLD et al., 2004a).

Na África do Sul *E. benthamii* teve menos de 2% de perda de crescimento por geadas muito fortes (DARROW, 1995).

E. benthamii é indicado para plantios em regiões com temperaturas mínimas absolutas de até -10°C na estação fria, abaixo desse limite, podem ocorrer atrasos no desenvolvimento em altura de plantas, porém são pouco expressivos. Com relação a geadas, *E. benthamii* suporta até 25 geadas anuais contra oito geadas de *E. saligna* (FAO, 1981).

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

No Brasil os plantios nos municípios de Colombo, PR e Guarapuava, PR, indicam alta tolerância a geadas e crescimento médio superior ao de *E. dunnii*.

A madeira tem maior aptidão para fins energéticos. Todavia, sua densidade básica é cerca de 10% menor que a de *E. dunnii*.

3. *Eucalyptus saligna*: A maior sensibilidade ao frio em relação ao *E. dunnii* limita os plantios dessa espécie, sendo considerada apta para a região de transição entre clima tropical e subtropical.

E. saligna é indicado para locais com até oito geadas anuais (FAO, 1981).

Na China, *E. saligna* suportou temperatura mínima absoluta de até -10°C (ARNOLD et al, 2004a), exibindo boa tolerância ao frio, porém vale ressaltar a ampla e significativa variação entre procedências geográficas. É importante se utilizar de fontes de sementes oriundas preferencialmente de populações desenvolvidas localmente.

E. saligna apresenta crescimento menor que *E. grandis*, em locais não sujeitos a geadas de forte intensidade.

4. *Eucalyptus viminalis*: É indicado para climas temperados com geadas de forte intensidade. Essa espécie foi pouco ou quase nada melhorada para a Região Sul do Brasil, conseqüentemente apresenta baixa produtividade de madeira.

No Brasil os plantios de *E. viminalis* são bastante heterogêneos, exibindo árvores com acentuadas variações de crescimento, forma e susceptibilidade à gomose e ao pau-preto. O *E. viminalis* apresenta acentuada grã espiralada da madeira e forma de tronco em geral desfavorável.

A maioria das empresas que utilizavam *E. viminalis* com vistas a fins energéticos estão trocando para espécies como *E. dunnii* por serem mais rentáveis.

5. *Eucalyptus camaldulensis*: Assim como *E. viminalis*, *E. camaldulensis* é indicado para climas temperados com geadas de forte intensidade. Essa espécie foi pouco ou quase nada melhorada para a Região Sul, conseqüentemente apresenta baixa produtividade de madeira.

E. camaldulensis apresenta um rápido crescimento seguido de uma estagnação após alguns anos de idade. Esse particular resulta em baixos rendimentos, conforme 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). Essa forma de crescimento das raízes pode ser o responsável pela não reciclagem de

nutrientes depositados anualmente na camada superficial do solo. Em áreas do bioma cerrado, algumas procedências geográficas apresentam excepcional desenvolvimento.

6. *Eucalyptus grandis*: No Brasil é a espécie mais utilizada em áreas tropicais e de transição para subtropicais. Destaca-se pelo rápido crescimento, com grande incremento volumétrico, alto percentual de cerne, fuste com boa forma, pouca quantidade de casca, boa desrama natural, sendo sua madeira indicada para múltiplos usos.

E. grandis deve ser plantado em áreas livres de geadas e de períodos de seca muito prolongados. A espécie apresenta alta suscetibilidade ao frio, portanto não deve ser plantado em regiões sujeitas a geadas de forte intensidade.

E. grandis apresentou, em média, 23% de superioridade em altura e DAP aos sete anos de idade que *Corymbia citriodora* nas condições de Campo Mourão (DEL QUIQUI et al., 2001).

7. *Eucalyptus badjensis*: A espécie vem sendo avaliada experimentalmente pela Embrapa de Ponta Grossa, PR. Nas avaliações, a espécie apresenta crescimento compatível com outras espécies tolerantes a temperaturas abaixo de 0°C. 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).



Figura 1. Efeito da geada sobre plantio com dois meses de *Eucalyptus dunnii* no Município de Arvorezinha – RS.



Figura 2. Detalhe de muda *Eucalyptus dunnii* afetada por geada no Município de Arvorezinha – RS.



Figura 3. Plantio *Eucalyptus dunni* afetado por geada no Município de Arvorezinha – RS.



Figura 4. Plantio com 08 meses de *Eucalyptus dunni* afetado por geada no Município de Arvorezinha – RS.



Figura 5. Detalhe de muda com 08 meses de *Eucalyptus dunnii* afetado por geada no Município de Arvorezinha – RS.



Figura 6. Mudanças com 08 meses de *Eucalyptus dunnii* afetadas por geada no Município de Arvorezinha – RS.



Figura 7. Plantio com 08 meses de *Eucalyptus dunnii* afetado por geada no Município de Arvorezinha – RS.



Figura 8. Plantio com 08 meses de *Eucalyptus dunnii* afetado por geada no Município de Arvorezinha – RS.

12 Material e métodos

Pesquisa de trabalhos científicos já realizados acerca de espécies de Eucalipto que apresentam tolerância a geadas, bem como principais regiões afetadas com as geadas e possíveis danos causados aos plantios atingidos por geadas.

13 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o estudo de Flores, Alba e Wrege (2009), *E. grandis* obteve o maior incremento volumétrico se comparado ao *E. dunnii* e ao *E. globulus*, isso se plantado com baixa ocorrência de geadas e de estiagens. *E. dunnii* se mostrou mais tolerante em locais onde ocorrem geadas e foi também o que possuiu menor incremento volumétrico. *E. globulus* mostrou melhor rendimento industrial, com menor incremento volumétrico, além de não suportar temperaturas muito elevadas e ser bastante suscetível à geadas.

Lisbão Júnior (1980) ao estudar o comportamento inicial de três procedências de *E. dunnii*, verificou que o mesmo apresentou alta resistência à geada, não ocorrendo diferenças entre as procedências quanto à geada e a sobrevivência, porém diferiram quanto a altura.

No estudo de Higa, Trevisan e Souza (2000), os autores estudaram o efeito das geadas em progênies de *E. dunnii*, com 16 meses de idade. Um mês após a ocorrência da geada, os dados apontaram que todas as plantas apresentaram danos visíveis, reforçando-se assim a hipótese de que a espécie não é tolerante, mas apenas resistente a geadas.

No estudo de Filho, Santos e Ferreira (2006), os autores abordaram um conjunto de espécies de Eucalipto quanto as suas respectivas exigências climáticas para se obter altas produtividades, mesmo sob circunstâncias de geadas de forte intensidade.

Com base nesses estudos, chegou-se ao resultado apontado no Quadro 1.

Espécie	Tolerancia a geadas	Usos	Produtividade
<i>Eucalyptus dunnii</i>	Não tolerante, porém resistente	Celulose, Construção civil, Lenha, carvão, poste e moirões	Alta produtividade
<i>Eucalyptus benthamii</i>	Alta tolerância	Lenha, carvão, poste e moirões	Alta produtividade
<i>Eucalyptus saligna</i>	Baixa tolerância	Celulose, Construção civil, Lenha, carvão, poste e moirões	Alta produtividade
<i>Eucalyptus viminalis</i>	Alta tolerância	Lenha, carvão, poste e moirões	Baixa produtividade
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Alta tolerância	Construção civil, Lenha, carvão, poste e moirões	Baixa produtividade
<i>Eucalyptus grandis</i>	Não tolerante	Celulose, Construção civil, Lenha, carvão, poste e moirões	Alta produtividade
<i>Eucalyptus badjensis</i>	Alta tolerância	Lenha, carvão, poste e moirões	Baixa produtividade

Quadro 1. Espécies quanto à tolerância a geadas, usos e produtividade.

14 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

De acordo com os dados apontados nesse trabalho, podemos verificar que todos os autores apontam *E. dunnii* como sendo uma espécie não tolerante, mas apenas resistente a geadas, porém podendo apresentar produtividade semelhante ao de *E. grandis* e *E. saligna*.

Podemos verificar também, que *E. viminalis* é indicado para climas temperados com geadas de forte intensidade, porém apresentando baixa produtividade.

O *E. benthamii* apresentou excelente resistência a geadas, sendo menos suscetível que *E. dunnii*. Apresenta perdas pouco expressivas em geadas de forte intensidade. Alguns estudos apontam que *E. benthamii* possui crescimento médio superior ao de *E. dunnii*.

Ainda, de acordo com os dados compilados, *E. grandis* não deve ser plantado em áreas com geadas por ser altamente suscetível ao frio, apesar de seu crescimento ser muito superior as demais Espécies apontadas.

E. saligna não pode ser indicado para locais com ocorrência de geadas fortes. É mais sensível ao frio em relação ao *E. dunnii*.

No geral, podemos apontar *E. dunnii* e *E. benthamii* como as espécies mais indicadas em Regiões com ocorrências de geadas devido ao sua tolerância a mesma e pela boa produtividade de madeira.

REFERÊNCIAS

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).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL (BRACELPA). **Eucalipto**. 2012. Disponível em: <http://www.bracelpa.org.br/bra2/?q=node/136>. Acesso em: 05/08/2014.

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.

BRASIL ESCOLA. Disponível em: <http://www.brasilecola.com/geografia/agricultura-5.htm>
Acesso em: 27/02/2015.

BUTCHER, P.; SKINNER, A.; GARDINER, C. Increased inbreeding and interspecies gene flow in remnant populations of the rare *Eucalyptus benthamii*. **Genetics**, v. 6, n. 2, p. 213-226, 2005.

CAMARGO, M.B.P.; PEDRO JUNIOR, M.J.; ALFONSI, R.R. Et al. **Probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas mensais e anuais no Estado de São Paulo**. *Bragantia* 52 (2): 161-168, 1993.

CARVALHO, L.G.; DANTAS, A.A.A.; NETO, P.C.; **Geada e plantas cultivadas**. Lavras, UFLA, 2004. (GNE 109).

CLIMA ONLINE. Disponível em: <http://www.climaonline.com.br/artigo03.php>
Acesso em: 25/02/2015.

DARROW, W.K. Selection of Eucalypt species for cold and dry areas in South Africa. In: CONFERENCE ON EUCALYPT PLANTATIONS: Improving fibre yield and quality (1995: Hobart) **Proceedings**...IUFRO, 1995. p.336-338.

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.

EMBAIXADA DA FINLÂNDIA, BRASÍLIA. Disponível em: <http://www.finlandia.org.br/public/default.aspx?contentid=124087>. Acesso em: 24/02/2015.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas (Curitiba, PR). **Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado do Paraná**. Brasília: EMBRAPA-DDT 89p. (EMBRAPA-CNPF. Documentos, 17), (1986).

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

FILHO, E. P.; SANTOS, P. E. T.; FERREIRA, C. A.; **Eucaliptos indicados para plantio no Estado do Paraná** [recurso eletrônico] / - Dados eletrônicos. - Colombo: Embrapa Florestas, 2006.

FLORES, C. A.; ALBA, J. M. F.; WREGE, M. S.; **Zoneamento agroclimático do eucalipto para o Estado do Rio Grande do Sul e edafoclimático na região do Corede Sul – RS**, Pelotas - RS: Embrapa Clima Temperado, 2009, 87 p.

FOREST STEWARDSHIP COUNCIL. Disponível em:
<http://www.florestascertificadas.org.br/cf/manejo-florestal/florestas-plantadas>. Acesso em: 25/02/2015.

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.

HIGA, A. R.; GARCIA, C. H.; SANTOS, E. T. dos. Geadas, prejuízos à atividade florestal. *Silvicultura*, São Paulo, v. 16, n. 59, p. 40-42, jan./fev. 1995. Artigo técnico.

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, R.C.V. et al. **Resistência e resiliência a geadas em Eucalyptus dunnii Maiden plantados em Campo de Tenente**. Boletim de Pesquisas Florestais, Colombo - PR, n.40,67-76 (2000).

HIGA, R.C.V. **Avaliação e recuperação de Eucalyptus dunnii Maiden atingidos por geadas em Campo do Tenente, PR**. 100f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, PR, (1998).

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

INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS. Disponível em:
<http://www.ipef.br/identificacao/eucalyptus/indicacoes.asp>
Acesso em: 25/02/2015.

INTELIGÊNCIA COMPETITIVA DO AGRO BRASILEIRO. **Boletim Ativos da Silvicultura**. 2013. Disponível em:
http://www.icna.org.br/sites/default/files/boletim/ativos_silvicultura_edicao4.pdf

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).

JÚNIOR, L. L. **O efeito da geada e o comportamento inicial de três procedências de Eucalyptus dunnii Maiden, em ensaio conjugado de mini-espaçamentos e adubação**. Unidade Regional de Pesquisa Florestal Centro-Sul - URPFCS, EMBRAPA, Colombo - PR, 1980, 20 p.
MOTA, F. S. **Meteorologia agrícola**. São Paulo: Nobel, 1975. 376p.

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).

Molion, L. C. B.; Ferreira, N. J., 1981. Meira Filho, L. G. O uso de satélites ambientais para monitoramento de geadas. INPE, São José dos Campos. Jun. (INPE-2128-RPE/352).

Nimer, E., 1979. Climatologia do Brasil. Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente (SUPREN). Rio de Janeiro,. IBGE 422p.

NOVA ESCOLA. Disponível em:
<http://revistaescola.abril.com.br/ciencias/fundamentos/geada-meteorologia-488023.shtml>
Acesso em: 25/02/2015.

PAINEL FLORESTAL. Disponível em:
<http://www.painelflorestal.com.br/noticias/silvicultura/o-clima-interfere-no-cultivo-de-uma-floresta-de-eucaliptos>.
Acesso em: 25/02/2015.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R., SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 478p.

PILAU, F. G.; ANGELOCCI, L. R.; SCARPARI, J. A. Radiation balance of an orange tree in orchard and its relation with global solar radiation and grass net radiation. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.15, n.3, p.257-266, 2007.

Revista Cafeicultura. Disponível em:
<http://www.revistacafeicultura.com.br/index.php?mat=34022>
Acesso em: 26/02/2015.

REVISTA REFERÊNCIA FLORESTAL. Disponível em:
<http://www.referenciaflorestal.com.br/flip/153florestal/bin/index.html#/54>. Acesso em:
05/08/2014.

ROSENBERG, N.J.; BLAD, B.L.; VERMA, S.B. **Microclimate – the biological environment**. New York: John Wiley & Sons, Inc. 1983, 495p.
SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. Disponível em:
<http://www.sbs.org.br/FatoseNumerosdoBrasilFlorestal.pdf>. Acesso em: 24/02/2015.

SILVA, A.A.; A gênese das geadas ocorridas durante os últimos trinta anos que prejudicaram os cultivos de café, no município de Apucarana – PR./ Andréia de Assis. – Maringá : UEM, 2009. 115 f.

TECNIGRAN. Disponível em:
<http://www.tecnigran.com.br/index.php/artigos/6-manual-pulsfog-de-combate-a-geada>
Acesso em: 26/02/2015.

UNITED NATIONS REGIONAL INFORMATION CENTRE. Disponível em:
<http://www.unric.org/pt/actualidade/25796>
Acesso em: 27/02/2015.