

## Zoneamento climático para plantio experimental de *Pinus maximinoi* no Estado de São Paulo

Elenice Fritzsons<sup>1</sup>, Ananda Virgínia de Aguiar<sup>1</sup>, Jeniffer Grabias<sup>3</sup>, Miguel Luiz Menezes de Freitas<sup>2</sup>, Marcos Silveira Wrege<sup>1</sup>, Luis Eduardo Mantovani<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira, Km 111, CP 319, CEP 83411-000, Colombo, PR, Brasil

<sup>2</sup> Instituto Florestal de São Paulo, Rua do Horto, 931, CEP 02377-000, São Paulo, SP, Brasil

<sup>3</sup> Universidade Federal do Paraná, Departamento de Geologia, Av Cel Francisco H dos Santos, S/N, CP 19.001, CEP 81531-990, Curitiba, PR, Brasil

\*Autor correspondente:  
elenice@cnpf.embrapa.br

**Termos para indexação:**  
Melhoramento florestal  
Pinus  
Análise de agrupamento

**Index terms:**  
Thinleaf pine  
Tree breeding  
Cluster analysis

**Histórico do artigo:**  
Recebido em 20 jul 2011  
Aprovado em 23 fev 2012  
Publicado em 30 mar 2012

doi: 10.4336/2012.pfb.32.69.79

**Resumo** - A grande diversidade climática do Estado de São Paulo exerce influência na adaptação das espécies e na produtividade das plantações florestais e, por isto, os locais para plantio e experimentação florestal devem ser cuidadosamente escolhidos. O objetivo deste trabalho foi identificar as estações experimentais climaticamente homogêneas do Instituto Florestal de São Paulo para subsidiar o planejamento da implantação de experimentos de *Pinus maximinoi*. Foram selecionadas 30 áreas experimentais e os dados climáticos referentes a cada estação experimental foram organizados em planilhas, submetidos à análise de agrupamento e os resultados interpretados a partir da visualização dos dendrogramas. As exigências climáticas das espécies foram verificadas em literatura científica e nos resultados de plantios experimentais. As áreas preferenciais para o plantio concentram-se em torno do município de Angatuba (Buri, Pirajú, Itapeva, Avaré, Itapetininga e Itararé), de clima Cwa. As áreas de Bebedouro, São José do Rio Preto e Ilha Solteira não são recomendadas ao plantio devido ao clima quente e deficiência hídrica no inverno. Tampouco Campos do Jordão é recomendada, devido às frequentes geadas. Para as localidades intermediárias poderiam ser identificados genótipos adaptados a cada região, de acordo com suas particularidades climáticas.

### Climate Zoning for experimental plantation of *Pinus maximinoi* in the State of São Paulo, Brazil

**Abstract** - The state of São Paulo has a wide climatic diversity which certainly influences productivity and species adaptation in forest plantations and places for plantation and experimentation must be carefully chosen. The objective of this study was to identify climatically homogeneous regions in the state of São Paulo, based on data collected at several experimental stations of São Paulo State Forest Institute to support deployment of *Pinus maximinoi* for experimental plantings. Thirty experimental areas and climatic data for each meteorological station were subjected to cluster analysis interpreted according to the resulting dendrograms. Climatic requirements for this species were verified in the scientific literature and assessed in experimental plantings. The most adequate experimental stations for *P. maximinoi* are in Angatuba, region that includes Buri, Pirajú, Itapeva, Avaré, Itapetininga, and Itararé Stations. The climate in the region is Cwa. The stations in the group including Bebedouro, São José do Rio Preto, and Ilha Solteira are not recommended for the species because of the warmer climate and water stress during the summer months. Campos do Jordão Station is also not recommended due to frequent frosts. For intermediate areas, could be identified specific genotypes that are adaptable to each specific climatic conditions.

## Introdução

A produção e a pesquisa agrícola e florestal devem, de forma prioritária, considerar os aspectos climáticos (regime de chuvas e estiagem, temperatura, ocorrência de geadas, vento e evapotranspiração, etc.), devido à sua influência direta no desenvolvimento vegetal e na produtividade do sistema. O clima é um fator limitante e condicionante do cultivo das espécies e a definição de áreas aptas ao cultivo deve ser baseada na junção das informações do ambiente físico (clima e solo) e das necessidades ambientais das espécies visadas. Esta dualidade requer a identificação de variáveis relevantes do ponto de vista biológico, possíveis de serem medidas, estimadas ou mapeadas no local (Echeverría et al., 2006).

O Estado de São Paulo ocupa uma área de 248.808,8 km<sup>2</sup> (São Paulo, 2011a) e, devido aos acidentes de relevo entre altitudes que variam desde o nível do mar até mais de 2.700 m, à posição geográfica no Trópico de Capricórnio e às diferentes influências exercidas pelas massas de ar atlânticas e continentais, tanto tropicais como subtropicais, apresenta ampla diversidade climática. Ele comporta os climas A - tropical e C - temperado úmido, da classificação de Köppen. De acordo com Martinelli (2011) ocorrem seis tipos climáticos no estado: Af - tropical úmido sem estação seca e Aw - tropical úmido com inverno seco. Os climas temperados úmidos C se subdividem em Cwa - quente com inverno seco, Cwb - temperado com inverno seco, Cfa - quente sem estação seca e Cfb - temperado sem estação seca. Considerando todo o estado, em termos de área, os tipos Cwa e Aw são os mais representativos.

No Estado de São Paulo, nas dependências do Instituto Florestal e na “Divisão de Florestas e Estações Experimentais” há diversas áreas de plantio de espécies florestais e de conservação dos remanescentes da floresta nativa. Essas áreas têm, na silvicultura, a essência de suas atividades, onde são realizadas pesquisas sobre florestas de produção para subsidiar os planos de manejo e a formulação dos sistemas de produção sustentada (São Paulo, 2011b), sendo que elas estão localizadas sob diferentes condições climáticas do estado.

O grau de semelhança entre as estações meteorológicas, em termos climáticos, pode ser indicado pela visualização dos dendrogramas resultante da análise de agrupamento de parâmetros obtidos nestas estações. Essa análise multivariada possibilita separar conjuntos de estações meteorológicas, ou unidades climaticamente

homogêneas, (Diniz et al., 2003; Keller Filho et al.; 2005 e Rolim et al., 2007, Fritzons et al., 2010). Há diversos trabalhos conduzidos no exterior também utilizando a análise de agrupamento com dados climáticos, a exemplo dos trabalhos de Unal et al. (2003), na Turquia, Venkatesh & Joe (2007), na Índia, e Williams et al. (2008), no estado de Iowa (EUA).

Assim, com a identificação e discriminação de locais climaticamente homogêneos, resultantes da análise estatística, a experimentação florestal poderá ser melhor executada e referenciada, resguardadas as limitantes climáticas de cada espécie.

*Pinus maximinoi*, depois de *P. oocarpa*, é a espécie mais comum na América Central. Ela é uma espécie pioneira, que coloniza áreas abertas nas florestas (Dvorak et al., 2000). De acordo com Aguiar et al. (2011), *P. maximinoi* atinge dimensões de até 35 m de altura e 1 m de DAP (diâmetro sobre casca a 1,3 m de altura). Sua madeira é resistente, com densidade maior que de *P. patula*, sendo considerada de alta qualidade, tanto para processamento mecânico, quanto para produção de celulose e papel. Trata-se de uma espécie tropical e, segundo Dvorak et al. (2000), sua área de ocorrência natural estende-se desde o México, passando pela Guatemala, Honduras, El Salvador, até o noroeste da Nicarágua. No México, suas populações são dispersas e ocorre em todas as montanhas mais elevadas da porção centro sul do País. Na América Central, a ocorrência mais comum situa-se entre 1.100 m a 1.800 m de altitude, podendo ser encontrada em altitudes de 600 m a 2.400 m. Segundo esses autores, a espécie tem uma distribuição biogeográfica ampla em termos de microclimas e ambientes: desde as florestas nebulares (*cloud forests*) até ecossistemas de carvalho seco (*dry-oak ecosystems*), em áreas com amplitude de precipitação média anual de 900 mm a 2.200 mm, com estação seca bem definida no inverno boreal (novembro a abril). Entretanto, a espécie pode ser naturalmente encontrada em locais onde as precipitações são inferiores a 1.200 mm e até com menos de 1.000 mm, em solos argilosos que podem reter mais umidade.

De maneira geral, existe uma carência de informações sobre os solos preferenciais para a espécie nos trabalhos de melhoramento, pois os mesmos não são claramente definidos, o que dificulta compor um zoneamento edafo-climático.

Este trabalho teve como objetivo principal identificar as estações experimentais mais propícias, em termos

climáticos, à implantação de ensaios experimentais de *P. maximinoi* e, com isto, poder discriminar genótipos mais produtivos para as diferentes regiões do Estado de São Paulo.

### Material e métodos

Foram selecionadas 30 áreas que compreendem as estações experimentais do Instituto Florestal de São Paulo, onde é possível instalar experimentos ou fazer reconstituição florestal, incluindo algumas estações ecológicas e florestas estaduais. Além destas, foi incluída a Fazenda Experimental da UNESP de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria, Mato Grosso do Sul, divisa com o Estado de São Paulo. Para cada estação experimental, foi localizada a estação meteorológica mais próxima, registrando-se as suas coordenadas geográficas. Para a obtenção das informações sobre as áreas experimentais (município, latitude, longitude e altitude), foram consultadas as páginas disponíveis na internet do Instituto Florestal de São Paulo e também da Biota FAPESP. Os dados climáticos das estações meteorológicas (temperatura média anual, média das máximas mensais, médias das mínimas mensais, precipitação total anual, precipitação dos meses de junho a agosto, precipitação dos meses de dezembro a fevereiro e diferença entre a precipitação média de junho a agosto e a de dezembro a fevereiro) foram obtidos por meio de consulta à página do CEPAGRI/UNICAMP (Miranda et al., 2011).

As coordenadas das áreas experimentais e das estações meteorológicas foram inseridas como pontos no programa *Google Earth* versão 6.0.2 para melhor visualização da localização das áreas, bem como da distância entre os pontos (estações experimentais e meteorológicas). Os dados climáticos de todas as estações foram organizados em planilhas, submetidos à análise de agrupamento e os resultados foram interpretados a partir da visualização dos dendrogramas e do gráfico de distância de aglomeração. Depois de obtidos os agrupamentos, foi elaborada para este trabalho uma “tabela de pertinência” conforme Carpanezzi et al. (1986) e Fritzsos et al. (2010), onde as amplitudes das variações dos parâmetros climáticos dentro dos grupos podem ser visualizadas.

As exigências climáticas das espécies foram verificadas em literatura científica e em relatórios técnicos da Embrapa Florestas, especialmente quanto

à temperatura, precipitação e fatores limitantes. Todas estas informações obtidas, especialmente as das regiões de origem, foram confrontadas, uma a uma, com a tabela de pertinência e os melhores locais de experimentação foram, assim, selecionados.

### Resultados e discussão

Os dados climáticos de todas as estações experimentais são apresentados na tabela 1.

#### Análise de agrupamentos

Foram definidas as principais regiões homoclimáticas do Estado de São Paulo, com base no agrupamento dos dados das estações meteorológicas (Figura 1). O corte ocorreu no estágio de aglomeração 19, no qual foi observada uma divergência mais acentuada entre os grupos formados na linha de tendência (Figura 2).

Os grupos formados apresentaram forte coerência com a realidade espacial, em termos de distribuição regional das estações experimentais no estado (Figura 3). De forma hierárquica e preliminar, as estações das áreas frias (grande grupo 1) foram separadas das estações das áreas mais quentes (grande grupo 2) (Tabela 2).

No grande grupo 1, representado pelas estações de locais de clima mais frio, Campos de Jordão (grupo 1.1) separou-se nitidamente do restante (grupo 1.2), isolando-se no gráfico de distância. Este local representa as partes elevadas da Serra da Mantiqueira e o Planalto da Bocaina, onde ocorrem invernos rigorosos, precipitação acima da média do estado, geadas frequentes e até mesmo, em alguns anos, neve. Pela classificação de Köppen, esta região apresenta clima Cwb. Nas áreas mais montanhosas e acidentadas do estado (Serra da Mantiqueira, Serra da Bocaina, Serra do Mar, Serra do Paranapiacaba, Vale do Ribeira, serras do Japi e Quebra-Cangalha e Cuesta da Serra Geral) comparece uma série de microclimas e de zonas de transição, não contempladas nas estações experimentais analisadas. Esses microclimas são condicionados por fatores locais como: altitude, exposição das encostas em relação ao sol e aos ventos dominantes, ocorrência de chuvas orográficas, frequência de precipitações ocultas na forma de condensação de orvalho de neblina, concavidades do relevo favoráveis à formação de inversões térmicas, cristas e espigões expostos ao vento, entorno de espelhos de água de represas e várzeas. Muitas dessas áreas podem ser objeto de experimentos florestais, devidamente monitorados, em termos fenológicos e meteorológicos.

O grupo 1.2 se aglutinou no planalto centro sul do estado, sendo composto pelas estações de Angatuba, Buri, Pirajú, Itapeva, Avaré, Itapetininga e Itararé. Com exceção do município de Itararé, que apresenta clima Cfa, as demais localidades apresentam clima Cwa. A área do município de Itararé é extensa, com altitudes variadas. Nos locais onde se encontram as estações meteorológica e experimental, a altitude não passa de 760 m. Assim, pode-se considerar que, neste local, ocorre um clima de transição entre o Cfa e Cwa.

O grande grupo 2 está representado pelas áreas mais quentes. O grupo 2.1 agrupou-se nas áreas mais altas do

Planalto Serra Geral, na porção centro/leste do estado e está representado por Araraquara, Itirapina, Batatais, Luís Antonio, Santa Rita do Passa Quatro, Bento Quirino e São Simão.

O grupo 2.2 subdividiu-se em dois subgrupos: 2.2.1, localizado nas áreas mais baixas do Planalto Serra Geral e depressão periférica, sendo representado por Assis, Águas de Santa Bárbara, Manduri, Marília, Paraguaçu Paulista, Bauru, Jaú, Mogi Guaçu, Pederneiras, Casa Branca, Mogi Mirim e Tupi; e o subgrupo 2.2.2, localizado no noroeste do estado, representado por Bebedouro, São José do Rio Preto e Ilha Solteira.

**Tabela 1.** Altitude e dados climáticos de estações experimentais do Instituto Florestal de São Paulo.

Estação	Município	Altitude Est. Exp. <sup>1</sup> (m)	Temperatura (°C) <sup>2</sup>					Precipitação (mm) <sup>2</sup>		
			TA	TMAXMQ	TMINMF	TMAX	TMIN	Pp med.	Pp JJA	Pp DJF
<b>EEco. Angatuba</b>	Angatuba	620 a 750	20.9	29.7	10.1	27.2	14.7	1282.2	145.1	529.1
<b>EExp. Araraquara</b>	Araraquara	663	21.7	29.6	10.8	28.1	15.2	1430.2	91.6	702.7
<b>EEco. Assis</b>	Assis	500 à 590	22.1	31.0	11.0	28.7	15.4	1441.5	168.0	589.7
<b>FE Avaré</b>	Avaré	750	20.6	29.0	9.4	26.5	14.7	1388.1	151.9	591.5
<b>FE Batatais</b>	Batatais	880	20.9	28.8	10.1	27.3	14.4	1549.7	64.7	759.6
<b>EExp. Bauru</b>	Bauru	550	22.6	31.0	12.0	29.1	16.0	1331.0	113.3	621.4
<b>FE Bebedouro</b>	Bebedouro	570	23.9	33.0	12.0	31.0	16.5	1333.8	61.7	684.2
<b>EExp. Bento Quirino</b>	São Simão	640	22.9	31.0	12.0	29.3	16.8	1470.7	77.4	733.1
<b>EExp. Buri</b>	Buri	600	20.9	29.8	10.1	27.2	14.7	1253.0	161.1	510.9
<b>PE Campos do Jordão</b>	Campos do Jordão	1732 <sup>3</sup>	14.8	24.0	4.0	21.3	8.8	1705.8	123.4	793.7
<b>EExp. Casa Branca</b>	Casa Branca	680	21.5	29.5	10.7	28.0	15.1	1310.2	78.6	633.7
<b>EExp. Itapetininga</b>	Itapetininga	500	20.6	29.3	9.8	26.8	14.4	1310.6	143.4	573.3
<b>EExp. Itapeva</b>	Itaberá	740	20.1	28.9	9.4	26.2	14.0	1278.4	179.0	514.7
<b>EExp. Itararé</b>	Itararé	765	19.4	27.0	10.0	24.3	14.8	1414.6	215.0	561.5
<b>EExp. Itirapina</b>	Itirapina	700 à 827	20.8	28.8	10.0	27.1	14.4	1450.1	97.6	704.9
<b>EExp. Jaú</b>	Jaú	530	22.7	30.0	12.0	28.5	16.5	1254.2	84.5	614.5
<b>EExp. Luís Antonio</b>	Luís Antonio	832 <sup>3</sup>	21.7	29.6	10.8	28.2	15.2	1516.0	85.8	739.2
<b>FE Manduri</b>	Manduri	700	21.4	30.0	10.0	27.9	14.8	1498.4	139.8	663.6
<b>EExp. Marília</b>	Marília	675	23.5	31.0	14.0	29.5	17.3	1428.2	124.9	669.3
<b>EExp. Mogi Guaçu</b>	Mogi Guaçu	680	21.5	29.7	10.6	27.9	15.1	1167.8	94.9	587.1

Tabela 1. Continuação

Estação	Município	Altitude Est. Exp. <sup>1</sup> (m)	Temperatura (°C) <sup>2</sup>					Precipitação (mm) <sup>2</sup>		
			TA	TMAXMQ	TMINMF	TMAX	TMIN	Pp med.	Pp JJA	Pp DJF
EExp. Mogi Mirim	Mogi Mirim	623 <sup>3</sup>	21.4	29.7	10.6	27.8	15.0	1353.2	101.7	636.5
EExp. Paraguaçu Paulista	Paraguaçu Paulista	490	23.3	32.0	12.0	29.8	16.8	1356.8	139.6	581.8
FE Pederneiras	Pederneiras	500	22.5	30.9	11.5	29.0	16.0	1173.8	108.3	551.5
FE Pirajú	Pirajú	540 à 658	21.5	30.2	10.6	27.9	15.1	1179.3	139.1	495.8
FE Santa Bárbara	Águas Santa Bárbara	600 à 688	21.7	30.2	10.8	28.1	15.3	1353.7	153.4	559.4
EExp. Sta. Rita Passa Quatro	Sta. Rita Passa Quatro	725	21.1	28.9	10.3	27.5	14.6	1506.8	82.2	739.4
EExp. São José do Rio Preto	São José do Rio Preto	488	23.6	33.0	12.2	30.4	17.0	1259.1	61.4	626.7
EExp. São Simão	São Simão	640	22.9	31.0	12.0	29.3	16.8	1470.7	77.4	733.1
EExp. Tupi	Piracicaba	505 à 570	21.6	30.0	10.0	28.2	14.8	1328.1	103.5	628.4
FExp. UNESP Ilha Solteira	Selvíria	375 <sup>2,4</sup>	24.8 <sup>4</sup>	33.0 <sup>4</sup>	13.1 <sup>4</sup>	31.3 <sup>4</sup>	18.4 <sup>4</sup>	1309.4 <sub>4</sub>	75.3 <sup>4</sup>	615.1 <sub>4</sub>

EEco. - Estação ecológica; EExp. - Estação experimental; FE - Floresta estadual; PE - Parque estadual; FExp. - Fazenda experimental; TA - temperatura média anual; TMAXMQ - média das temperaturas máximas do mês mais quente; TMINMF - média das temperaturas mínimas do mês mais frio; TMAX - média das temperaturas máximas; TMIN - média das temperaturas mínimas; Pp med. - média anual do total das precipitações; Pp JJA - média do total das precipitações de junho, julho e agosto; Pp DJF - média do total das precipitações de dezembro, janeiro e fevereiro.

1 Instituto Florestal; 2 CEPAGRI; 3 Altitude do ponto das coordenadas das áreas experimentais obtidas pelo Google Earth; 4 Dados referentes ao município de Ilha Solteira

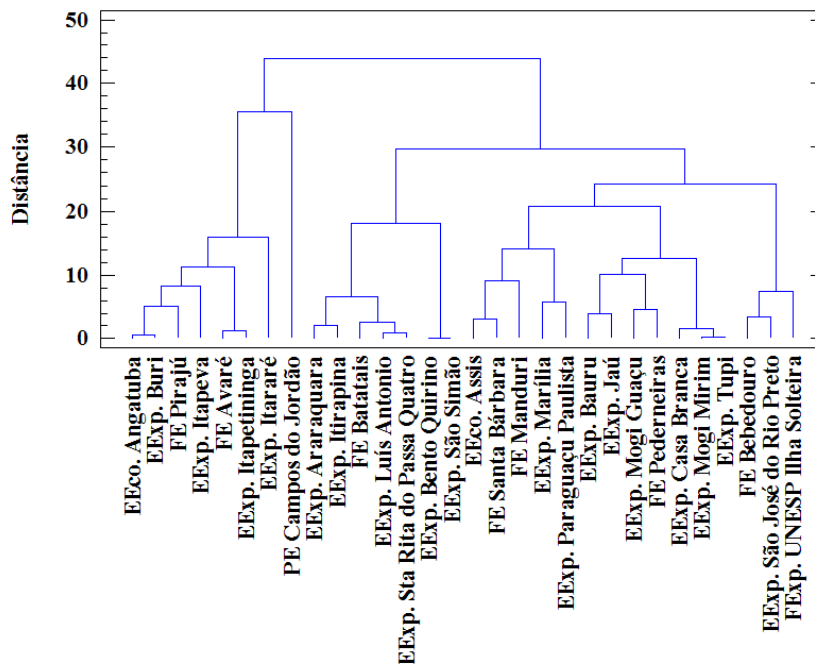


Figura 1. Dendrograma resultante da análise de agrupamento das estações experimentais do Estado de São Paulo, pelo método Ward's.



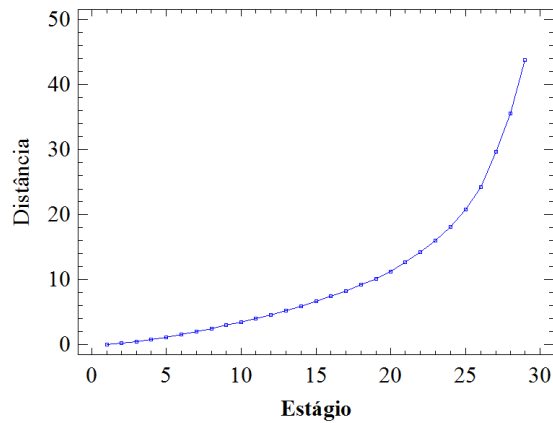


Figura 2. Linha de tendência da distância de aglomeração entre os grupos formados pelo método de Ward's.

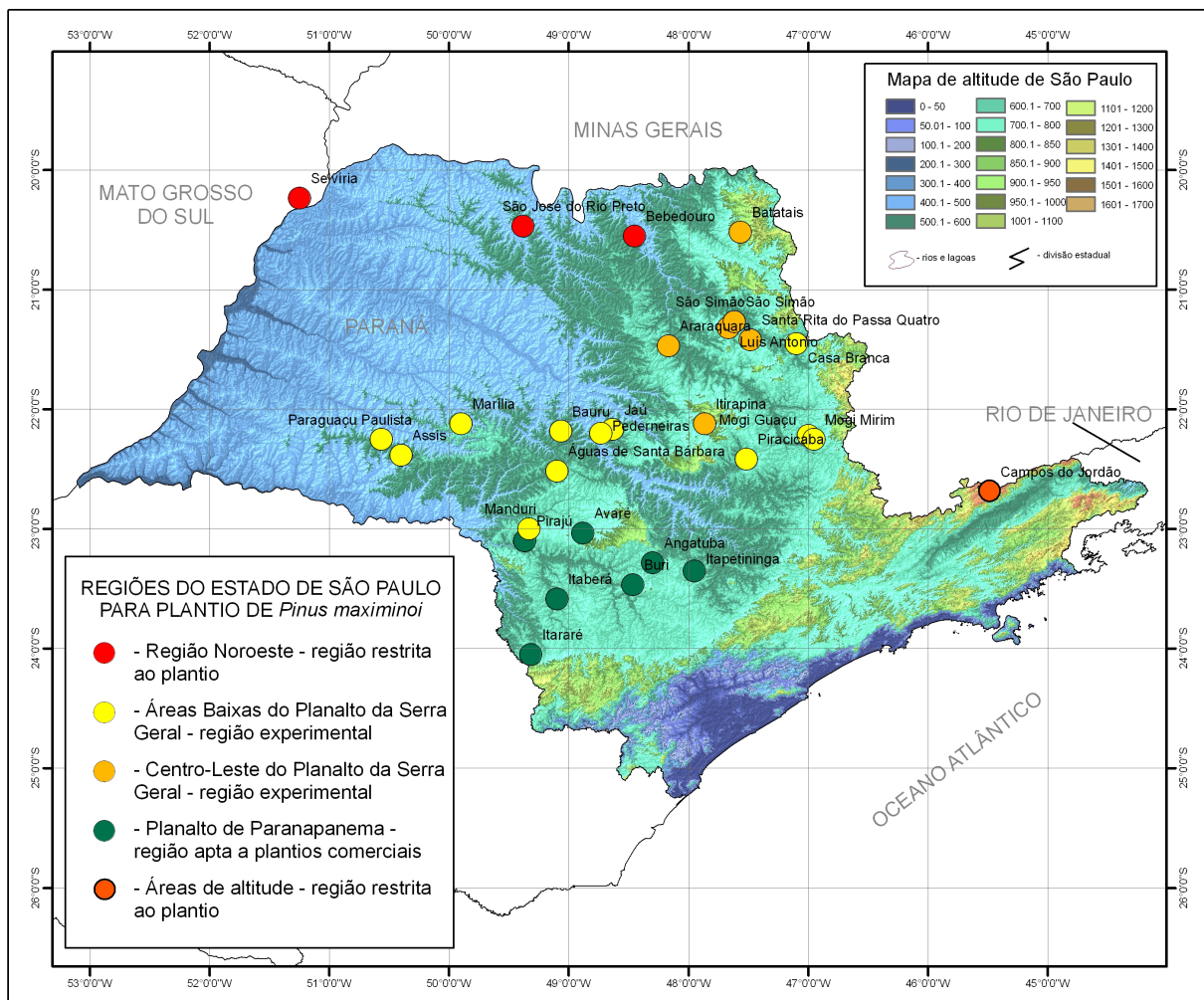


Figura 3. Distribuição das estações de acordo com os grupos selecionados.

Tabela 2. Pertinência das variáveis climáticas e fisiográficas com os agrupamentos das estações experimentais formados.

Grande Grupo	Descrição	Grupo	Descrição	Sub-grupo	Köppen	TA °C	TMAX °C	TMINMF °C	TMIN °C	TMAXMQ °C	Pp Média mm	Pp JJA mm	Pp DJF mm	Estações	Altitude em metros
1	Áreas mais frias	1.1	Áreas de altitude		Cwb	14,8	21,3	4,0	8,8	24	1706	123	793	Campos do Jordão	1030 a 2007
	2.1	Centro leste – áreas elevadas do Planalto Serra Geral	Cwa e Aw	20,8 a 22,9	27,1 a 29,3	10,1	14,4 a 16,8	30,2	1430 a 1517	65 a 98	703 a 760	Araraquara, Itirapina, Batatais, Luís Antonio, Santa Rita do Passa Quatro, Bento Quirino, São Simão	640 a 880		
2														Áreas mais quentes	2.2.1
	2.2	Noroeste	Aw	23,6 a 24,8	30,4 a 31,3	12,0	16,5 a 18,4	33,0	1259 a 1334	61 a 75	615 a 684	Bebedouro, São José do Rio Preto, Ilha Solteira	375 a 579		

TA - temperatura média anual; TMAX - média das temperaturas máximas; TMINMF - média das temperaturas mínimas do mês mais frio; TMIN - média das temperaturas mínimas do mês mais quente; Pp med. - média anual do total das precipitações; Pp JJA - média do total das precipitações de junho, julho e agosto; Pp DJF - média do total das precipitações de dezembro, janeiro e fevereiro.

Ao relacionar as informações obtidas à classificação de Köppen, o grupo 2.2.1 está representado por Cwa e também por Aw, enquanto que o subgrupo 2.2.2 apresenta somente o tipo Aw. Entretanto, o grupo 2.1 apresentou-se muito próximo do grupo 2.2.1, ambos representados pelos climas Aw e Cwa, com limites térmicos e pluviométricos muito semelhantes.

A altitude média de todas as estações, não se considerando Campos do Jordão (1.620 m) e Ilha Solteira (375 m) é de 634 m, com pequena diferença entre as estações, pois a mediana é de 630 m, o que revela que as outras estações possuem altitudes semelhantes.

### **Desempenho da espécie nos locais de plantio e exigências climáticas**

Quanto ao desempenho de *P. maximinoi*, o plantio foi bem sucedido na região de Telêmaco Borba, no Estado do Paraná (Fier, 2001). Segundo esta autora, o desenvolvimento (altura, DAP e volume) em árvores de até oito anos de idade foi maior que nos plantios comerciais de *P. taeda* e *P. elliottii*, tendo-se detectado variações genéticas significativas entre e dentro de procedências e progênies nas características de crescimento, retidão do fuste e diâmetro dos ramos. Entretanto, devido à ocorrência frequente de geadas no inverno, seu plantio na região está sujeito a riscos consideráveis.

Em Ventania, município próximo a Telêmaco Borba, com altitude em torno de 1000 m, *P. maximinoi* tem apresentado crescimento satisfatório (Klock et al., 2002). Sampaio (1996) relatou o rápido crescimento da espécie em Tibagi, também pertencente a esta mesma região, aos cinco anos do plantio, tendo as procedências Tapiquíl e San Jerônimo, do México, apresentado as maiores produtividades volumétricas. Dados experimentais sobre esta espécie em diferentes locais (Tabela 3) mostram que, em Tibagi, aos cinco anos de idade, seu crescimento foi semelhante ao de Telêmaco Borba.

As informações climáticas dos locais de ocorrência natural da espécie e dos locais promissores para o seu desempenho no Brasil podem ser observados na Tabela 4. O município de Tibagi não consta nessa tabela devido à falta de dados meteorológicos oficiais, mas por estar próximo aos municípios de Telêmaco Borba e Ponta Grossa, pode-se considerar seu clima como sendo semelhante ao desses municípios.

Com base nas referências dos grupos das estações experimentais (tabela 2) e nas variantes climáticas dos locais de experimentação (Tabela 4) e das informações

obtidas de relatórios técnicos e da literatura científica, verifica-se que as áreas experimentais preferenciais para o plantio de *P. maximinoi* estão nos grupos 1.2 e 2.1 e 2.2.1. Na estação de Campos do Jordão (grupo 1.1) e naquelas do subgrupo 2.2.2, não é aconselhável o plantio desta espécie.

O grupo 1.1 não é indicado devido às temperaturas muito baixas no inverno e ocorrência frequente de geadas. Segundo Trianoski (2009), *P. maximinoi* não suporta temperaturas baixas por tempo prolongado. Quando sujeita a geadas leves em ambientes exóticos, seus ramos apicais e terminais secam, causando deformação nos galhos e troncos. Geadas severas levam à morte da árvore. Segundo Dvorak et al. (2000), a temperatura média mensal da região de origem apresenta uma amplitude de 14 °C a 20 °C no inverno e 20 °C a 27 °C no verão. Entretanto, devido à influência do Oceano Pacífico, no inverno, as temperaturas noturnas raramente chegam ao congelamento.

O clima diferenciado de Campos do Jordão se dá, basicamente, pela altitude, uma vez que há relação direta desta variável com a temperatura. Isto é especialmente importante nas regiões tropicais e subtropicais, onde a alteração de poucas centenas de metros em altitude pode implicar diferenças térmicas médias maiores que as decorrentes de diversos graus de diferença em latitude na faixa inter e subtropical. No Paraná, foi encontrado um gradiente térmico médio de -1 °C/139 m (Fritzens et al., 2008). Entretanto, apesar de não ser recomendado o plantio de *P. maximinoi* em Campos do Jordão há relatos (Dvorak & Donahue, 1988; Trianoski, 2009) de seu plantio neste local e, também, em Poços de Caldas (Minas Gerais), onde a ocorrência de geadas no inverno é frequente. De acordo com Trianoski (2009), *P. maximinoi* foi o pinus de origem mexicana que mais se destacou em crescimento e sobrevivência aos cinco anos de idade em Poços de Caldas.

Assim, apesar dos registros de plantios bem sucedidos nestas localidades mais frias, há certa unanimidade em não se recomendar o seu plantio, devido ao risco da incidência de geadas. Isto decorre especialmente do fato que, durante o primeiro ano no campo, a geada afeta as plantas de forma significativa. Além disso, as geadas podem provocar a morte dos brotos terminais, causando deformidades nos ramos e no tronco. Pode-se contornar este problema, em parte, tomando-se certos cuidados como, por exemplo, evitar as partes baixas do relevo, onde se acumula o ar mais frio. A seleção



Tabela 3. Desempenho de *Pinus maximinoi* em locais de plantio.

Localização /autor	Procedências utilizadas	Ano de plantio	Idade de avaliação (anos)	Melhores desempenhos relatados	Altura média (m)	DAP médio (cm)	Volume médio (m <sup>3</sup> arv <sup>-1</sup> )
Tibagi-PR / Sampaio (1996)	Coban, S. Jerônimo (Guatemala), Altamirano, La Cañada, S. Jerônimo, Coapilla (México), Tatumbla, Tapiquil, D. N. de Copan, V. de Angeles (Honduras)	1988	5	Coban, Altamirano; La Cañada, San Jerônimo, Dulce Nombre de Copan e Coapilla; Coban, La Cañada e San Jerônimo; Dulce Nombre de Copan e San Jerônimo.	10,3	16,4	0,0925
Telémaco Borba-PR / Fier (2001)	Coban, San Jerônimo, San Juan (Guatemala), Marcala, Tatumbla (Honduras)	1990	1 2 3 5 8	- - - - -	1,20 3,52 6,47 11,46 16,34	- - 8,28 15,26 20,21	- - - - -
Angatuba-SP / Eitóri et al. (2004)	Altamirano, Coapilla, Cienega de Leon, Monte Cristo (México)	1989	11	Altamirano, Coapilla, Cienega de Leon, Monte Cristo	17,01 a 18,62	21,68 a 25,46	- -
Ponta Grossa – PR / Relatório Técnico (2009)	Tatumbla, Fco. Morazan, El Portillo, Ocotepeque, Yúscaran, El Paraiso, Dulce N. de Copan, Copan (Honduras), S. Jerônimo, Oax, Candelaria, Las Campesitas, Guerrero, Baja Verapaz, Altamirano, Chiapas (México), S. Juan Sacatepequez (Guatemala)	1992	16	-	-	44,3	-
Ponta Grossa – PR / Relatório Técnico (2009)	Tatumbla, Fco. Morazan, El Portillo, Ocotepeque, Yúscaran, El Paraiso, Dulce N. de Copan, Copan (Honduras), S. Jerônimo, Oax, Candelaria, Las Campesitas, Guerrero, Baja Verapaz, Altamirano, Chiapas (México), S. Juan Sacatepequez (Guatemala)	1992	16	-	-	31,9	-
Angatuba – SP / Relatório Técnico (2009)	Altamirano, Coapilla, Cienega de Leon, Monte Cristo (México)	1989	19	-	29,1*	43	-
Angatuba – SP	Cienega de Leon (México)	1989	19	-	26,2*	43	-
Angatuba – SP / Relatório Técnico (2009)	Coapilla (México)	1989	19	-	29,7*	43,7	-
Angatuba – SP / Relatório Técnico (2009)	Altamirano (México)	1989	19	-	29,0*	41,5	-
Ventanas – PR / Relatório Técnico (2009)	La Cañada, San Jerônimo, Coapilla (México), Valle de Angeles, Marcala, D. N. de Copán (Honduras), San Juan (Guatemala), Testemunha	1988	20	-	32,6*	47,6	-
Ventanas – PR / Relatório Técnico (2009)	Tatumbla, Tapiquil, D. N. de Copan, V. de Angeles (Honduras), Altamirano, La Cañada, S. Jerônimo (México), Coban (Guatemala)	1988	21	-	27,07*	48,5	-

\* Valor referente à altura dominante

**Tabela 4.** Variantes climáticas dos locais de experimentação de *P. maximinoi*

Locais	TA	TMIN	TMAX	Pp med.	Pp JJA	Pp DJF	Altitude	Clima (Köppen)	Mapa geoclimático****
Angatuba (SP)*	20,9	14,7	27,2	1282	145	529	620	Cwa	-
Telêmaco Borba (PR)**	18,6	13,4	26,0	1600	255	531	700	Cfa	Zona Central
Ponta Grossa	17,8	13,3	24,1	1554	292	499	880	Cfa	Bacia do Alto Tibagi
Região de Origem****		14 a 20	20 a 27	900 a 2200			800 a 1500		-

\*CEPAGRI/UNICAMP(2011); \*\*IAPAR; \*\*\*Dvorak et al. (2000), \*\*\*\*Fritzons et al. (2010)

TA - temperatura média anual; TMIN - média das temperaturas mínimas; TMAX - média das temperaturas máximas; Pp med. - média anual do total das precipitações; Pp JJA - média do total das precipitações de junho, julho e agosto; Pp DJF - média do total das precipitações de dezembro, janeiro e fevereiro.

de material mais resistente ao frio, também, pode favorecer o desempenho da espécie nestes locais. A produção de híbridos interespecíficos com características de resistência às geadas pode ser a alternativa mais adequada, conforme recomendado por Klock et al. (2002).

No grupo 1.2, não há restrições climáticas e é preferencial para plantio comercial de *P. maximinoi*. O grupo concentra-se em torno de Angatuba, onde os povoamentos apresentaram bom crescimento, semelhante ao *P. oocarpa* usado como testemunha (Ettori et al., 2004) (Tabela 4). Os autores não constataram variações significativas entre procedências (Altamirano, Coapilla, Cienega de Leon e Monte Cristo). Nesta região também ocorrem geadas, porém, com frequência e intensidade menores que nas regiões de Telêmaco Borba e Ponta Grossa. No período de 1949 a 1979, foram registrados, em média, menos de 2,6 geadas ao ano na região (Martinelli, 2010).

O grupo 2.2.2 (Bebedouro, São José do Rio Preto e Ilha Solteira) não é recomendado para plantio de *P. maximinoi*, devido às temperaturas muito elevadas no verão, deficiência hídrica nos meses de inverno, alta taxa de evapotranspiração e altitudes mais baixas, especialmente em Ilha Solteira (calha do Rio Paraná). A altitude é um fator limitante, pois de acordo com Aguiar et al. (2011), em baixas altitudes há a tendência de alta incidência de "fox-tail" (crescimento apical anormal em *Pinus*, caracterizado por um longo eixo principal sem ramificações).

O grupo 2.1 e subgrupo 2.2.1 reúnem os locais propícios para experimentação com *P. maximinoi*, embora não estejam entre as preferenciais, como as do grupo 1.2 e, assim, devem ser estudadas caso a caso. No grupo 2.1, as estações de Itirapina, Batatais e Santa Rita do Passa Quatro (tipo climático Cfb) são as mais

recomendadas ao plantio, enquanto as de Araraquara, Luís Antonio, Bento Quirino e São Simão (tipo climático Aw – tropical com inverno seco) necessitam de comprovação para o plantio comercial. Nestes locais, sugere-se a implantação de teste de progênies ou híbridos para seleção de materiais mais adaptados às condições climáticas da região. O grupo 2.2.1 (Assis, Santa Bárbara, Manduri, Marília, Paraguaçu Paulista, Bauru, Jaú, Mogi Guaçu, Pederneiras, Casa Branca, Mogi Mirim e Tupi) abrange uma ampla área, com 12 estações. Assim, com a incorporação de outros dados climáticos, como umidade relativa, evapotranspiração e disponibilidade hídrica, seria possível fazer uma subdivisão deste grupo. Este grupo, como no caso anterior (grupo 2.1), deveria ser restrito à implantação de ensaios experimentais com o *Pinus maximinoi*. Em termos gerais, é um grupo onde as temperaturas média e máxima são mais elevadas que nos demais locais e ocorre sazonalidade na precipitação (Tabela 2).

Considerando que, dentre as estações experimentais, a que apresenta a menor precipitação é Mogi Guaçu (1.168 mm) e a maior, Campos do Jordão (1.706 mm) e, tomando por base a Tabela 3, constata-se que não há limitação climática quanto à precipitação nas estações experimentais do Estado de São Paulo, mas a mortalidade das plantas tende a ser menor onde a precipitação apresenta melhor distribuição ao longo do ano (caso da parte sul do estado - grupo 2.1).

A distribuição equitativa da precipitação ao longo do ano parece ser importante para *P. maximinoi*. Dvorak et al. (2000) apresentam os resultados de uma implantação da espécie em Minas Gerais (16°30'S), à altitude de 810 m, onde ocorrem seis meses de estação seca e precipitação média anual de 1.080 mm. O desempenho desta espécie em plantações foi inferior ao do Paraná (24°07' S). Localizando este último local no Google

Earth, verifica-se que a região a que o autor se refere é de Telêmaco Borba (PR), com altitude entorno de 700 m e precipitação média anual de 1.600 mm, relativamente bem distribuída (Tabela 4). Entretanto, a comparação é prejudicada porque não há informação sobre os solos destes locais, nem do manejo adotado. Entretanto, há uma observação de Dvork & Donahue (1992), baseada em um teste de procedências e progênies na Venezuela, de que *P. maximinoi* tende a ser mais sensível ao déficit hídrico do que *P. caribaea* var. *hondurensis*.

Existem relatos de plantios bem sucedidos, também na área de cerrado. Segundo Dvorak et al. (2000), a espécie tem demonstrado bom desempenho nos cerrados dos planaltos central e sul do Brasil, em elevações de, aproximadamente, 800 m. Mas, a deficiência hídrica ou a alternância de ciclos de pouca chuva e depois de chuva concentrada que ocorre no cerrado pode ser prejudicial ao seu desenvolvimento, uma vez que, como a maioria dos Pinus de áreas elevadas, *P. maximinoi* é afetado por pragas após seca prolongada.

Outro aspecto a ser observado é que as estações de Araraquara, Assis, Bauru, Itapetininga, Itirapina, Mogi Mirim e Paraguaçu Paulista têm, em comum, a vegetação natural de cerrado (Biota Fapesp, 2011; São Paulo, 2011c) e, por isto, requerem cuidados com a incidência de fogo. Quando jovem, o *P. maximinoi* é menos resistente ao fogo que o *P. tecunumanii* (Dvorak et al., 2000). Entretanto, quando adulto, sua resistência é maior, devido ao desenvolvimento da casca espessa que o protege das queimadas. De acordo com os mesmos autores, pode-se plantar *P. maximinoi* no cerrado. Porém, o plantio deve ser feito no início da estação chuvosa para minimizar a mortalidade das mudas. A vegetação de cerrado está presente em várias estações experimentais do Instituto Florestal de São Paulo (Tabela 5).

Nos locais com os solos mais férteis, o tronco de *P. maximinoi* tende a ser mais ereto. Entretanto, não há um tipo ideal de solo no que se refere à textura, estrutura ou fertilidade. A maioria dos solos nas regiões de ocorrência natural da espécie é categorizada como sendo bem drenado (Dvorak et al., 2000).

## Conclusão

A análise de agrupamento mostrou ser eficiente para agrupar estações com base na semelhança climática. As estações mais adequadas para o plantio de *P. maximinoi* foram as do grupo de Angatuba, sul do Estado de São Paulo, que inclui as estações de Buri, Pirajú, Itapeva, Avaré, Itapetininga e Itararé. Neste grupo predomina o clima Cwa da classificação de Köppen. Comparativamente ao restante do estado, as temperaturas são mais amenas no verão e não há déficit hídrico durante o ano.

As estações de Itirapina, Batatais e Santa Rita do Passa Quatro, também são recomendáveis para o plantio de *P. maximinoi*, enquanto as de Araraquara, Luís Antonio, Bento Quirino e São Simão necessitam de mais estudos para comprovação. Nestes locais, sugere-se a implantação de teste de progênies ou híbridos para seleção de materiais mais adaptados às condições climáticas da região. O mesmo ocorre com o grupo das estações de Assis, Santa Bárbara, Manduri, Marília, Paraguaçu Paulista, Bauru, Jaú, Mogi Guaçu, Pederneiras, Casa Branca, Mogi Mirim e Tupi, que deveria ser restrito à implantação de experimentos para a seleção de genótipos adaptados.

As estações de Bebedouro, São José do Rio Preto e Ilha Solteira não são aconselháveis por se situarem em clima relativamente mais quente e ocorrer déficit hídrico nos meses de verão. Campos do Jordão seria desaconselhável para o plantio de *P. maximinoi* devido à ocorrência freqüente de geadas.

Para outras áreas, no Estado de São Paulo e fora do estado, desde que se tenha o conhecimento do clima e altitude, podem ser utilizadas as informações contidas neste documento para estimar a viabilidade do plantio, fazendo um paralelo entre as áreas conhecidas e das outras onde serão implantados os cultivos.

Estudos mais detalhados são necessários para identificar os solos preferenciais para o plantio de *P. maximinoi*.

Tabela 5. Vegetação natural das áreas das estações experimentais do Instituto Florestal de São Paulo.

Estação	Vegetação <sup>5</sup>	Principais ameaças <sup>5</sup>
<b>EEco. Angatuba</b>	Fragmentos de Fl. Est. Semidecidual mata ciliar, cerrado de campo a cerrado	Caça, erosão
<b>EExp. Araraquara</b>	Mata ciliar, cerrado, cerrado, reflorestamento de pinus e eucalipto	Fogo e transeuntes
<b>EEco. Assis</b>	Mt. Atl., Fl. Ombrófila Semidecidual, cerrado, mata ciliar, reflorestamento com espécies exóticas (pinus e eucalipto)	Caça, invasão, incêndio, expansão urbana
<b>FE Avaré</b>	Mt. Atl. - Fl. Ombráfila Densa, reflorestamento de pinus e eucalipto, remanescente de Fl. Est. Semidecidual, cerrado de campo a cerrado	
<b>FE Batatais</b>	Mt. Atl. - Fl. Est. Semidecidual, cerrado, reflorestamento com pinus e eucalipto	Rodovia e invasões
<b>EExp. Bauru</b>	Cerrado, florestada com espécies nativas e exóticas	Pólo desenvolvimento, poluição, invasão (posseiro e/ou animais)
<b>FE Bebedouro</b>	Mt. Atl. - Fl. Est. Semidecidual, mata ciliar, reflorestamento com pinus e eucalipto, cerrado de campo a cerrado	Queimadas nos canaviais vizinhos, pólo desenvolvimento, caça
<b>EExp. Bento Quirino</b>	Cerrado, florestada com espécies nativas e exóticas (pinus e eucalipto)	“Movimento dos Sem-Terra”
<b>EExp. Buri</b>	Mt. Atl. - Fl. Est. Semidecidual, cerca de 60% da área recoberta com plantio de pinus e eucalipto, mata ciliar	Poluição, erosão, invasão (posseiro e/ou animais), caça
<b>PE Campos do Jordão</b>	Mt. Atl., campo altitude, Fl. Ombrófila Mista	Pólo desenvolvimento, invasão (posseiro e/ou animais), pecuária, caça
<b>EExp. Casa Branca</b>	Cerrado, banhado, mata ciliar, floresta implantada com pinus e eucalipto	Invasão do “Movimento dos Sem-Terra”, caçadores
<b>EExp. Itapetininga</b>	Cerrado, mata ciliar, plantio de pinus e eucalipto	Pólo desenvolvimento, poluição, erosão, invasão (posseiro e/ou animais), caça
<b>EExp. Itapeva</b>	Mt. Atl. - Fl. Est. Semidecidual, reflorestamento com eucalipto, cavernas	Incêndio, caça, pesca, pólo desenvolvimento, poluição, erosão, invasão (posseiro e/ou animais), caça
<b>EExp. Itararé</b>	Mt. Atl. - Fl. Est. Semidecidual, mata de transição, cavernas, reflorestamento com eucalipto	Entorno, poluição, mineração, erosão, invasão (posseiro e/ou animais), caça
<b>EExp. Itirapina</b>	Cerrado, mata ciliar, plantio de pinus e eucalipto	Expansão da área urbana, caça e pesca clandestina.
<b>EExp. Jaú</b>	Mt. Atl. - Fl. Est. Semidecidual, reflorestamento com eucalipto	Caça
<b>EExp. Luís Antonio</b>	Mt. Atl., cerrado, mata ciliar, Fl. Ombrófila Semidecidual	Agricultura e caça
<b>FE Manduri</b>	Mt. Atl. - Fl. Est. Semidecidual, mata ciliar, plantio de pinus e eucalipto	Agricultura, erosão, caça
<b>EExp. Marília</b>	Cerrado, reflorestamento com eucalipto	Erosão, mineração, invasão (posseiro e/ou animais)
<b>EExp. Mogi Guaçu</b>	Mt. Atl. - Fl. Est. Semidecidual, mata latifoliada semidecidual, mata ciliar, cerrado, pinus e eucalipto	Invasões
<b>EExp. Mogi Mirim</b>	Cerrado, reflorestamento de eucalipto, mata ciliar	Pólo desenvolvimento, invasão (posseiro e/ou animais), caça
<b>EExp. Paraguaçu Paulista</b>	Espécies típicas do cerrado, reflorestamento com pinus e eucalipto	Caça invasão, incêndio
<b>FE Pederneiras</b>	Mt. Atl. - Fl. Est. Semidecidual, cerrado, mata ciliar, plantio de pinus e eucalipto	Pólo desenvolvimento, caça
<b>FE Pirajú</b>	Mt. Atl. - Fl. Ombrófila Semidecidual, mata ciliar, plantio de pinus e eucalipto	Pólo desenvolvimento, pecuária, caça
<b>FE Santa Bárbara</b>	Cerrado, mata ciliar, plantio de pinus e eucalipto, subbosque com gramíneas nativas, braquiárias	Invasão (posseiro e/ou animais)

Tabela 5. Continuação

Estação	Vegetação <sup>5</sup>	Principais ameaças <sup>5</sup>
<b>EExp. Santa Rita Passa Quatro</b>	Mt. Atl. - Fl. Est. Semidecidual, cerrado, cerradão, mata ciliar, reflorestamento com espécies nativas e exóticas	Fogo, atropelamento de animais, rodovias, vandalismo e agrotóxicos
<b>EExp. São José do Rio Preto</b>	Mt. Atl. - Fl. Est. Semidecidual, pequena área remanescente de cerrado, reflorestamento com espécies nativas e exóticas (eucalipto)	Proximidade com Rodovias, distrito industrial e residências, polo desenvolvimento, poluição, invasão (posseiro e/ou animais), caça
<b>EExp. São Simão</b>	Mt. Atl. - Fl. Est. Semidecidual, área remanescente de cerrado, mata ciliar, plantio de pinus e eucalipto	Invasões
<b>EExp. Tupi</b>	Mt. Atl. - Fl. Est. Semidecidual mata mesófica semidecídua, mata ciliar, reflorestamento com espécies exóticas (pinus e eucalipto) e nativas	Monocultura
<b>FExp. UNESP Ilha Solteira</b>	Mt. Atl. - Fl. Est. Semidecidual	Monocultura e pastagem

EEco. - Estação ecológica; EExp. - Estação experimental; FE - Floresta estadual; PE - Parque estadual; FExp. - Fazenda experimental.

<sup>5</sup>Informações obtidas do Instituto Florestal e da Biota Fapesp (2011).

## Referências

- ANDRADE, L. A. de; REIS, M. das G. F.; REIS, G. G. dos; COSTA, L. M. da. Classificação ecológica do Estado da Paraíba: delimitação e caracterização de sub-regiões ecológicas a partir de variáveis biopedológicas. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 24, n. 2, p. 207-214, 2000.
- AGUIAR, A. V. de; SOUSA, V. A. de; SHIMIZU, J. Y. (Ed.) **Sistemas de produção**: cultivo de pinus. 2011. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pinus/CultivadoPinus\\_2ed/index.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pinus/CultivadoPinus_2ed/index.htm)>. Acesso em: 7 nov. 2011.
- BERNARDES, L. R. M. **Determinação de regiões pluviometricamente homogêneas no Estado do Paraná, através de técnicas de análise multivariada**. 1998. 136 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) - Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BIOTA FAPESP. **Publicações**: unidades de Conservação. Disponível em: <<http://www.biota.org.br/iScan?18+unid.conserv+1+0+index>>. Acesso em: 29 abr. 2011.
- CARPANEZZI, A. A. (Coord.). **Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado do Paraná**. Brasília, DF: EMBRAPA-DDT; Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1986. 89 p. (EMBRAPA-CNPQ Documentos, 17).
- CEPAGRI /UNICAMP. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. Disponível em <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>. Data da disponibilidade: 4/7/2011
- DINIZ, G. B.; BERLATO, M. A.; CLARKE, R. T.; FONTANNA, D. C. Identificação de regiões homogêneas de temperaturas máxima e mínima no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 303-312, 2003.
- DVORAK, W. S.; DONAHUE, J.K. *Pinus Maximinoi* seed collections in Mexico and Central America. **Cancore Technical Bulletin**, Raleigh, NC., n. 4, 1988. 47 p.
- DVORAK, W. S.; GUTIÉRREZ, E. A.; GAPARE, W. J.; HODGE, G. R.; OSORIO, L. F.; BESTER, C.; KIKUTI, P. *Pinus maximinoi*. In: **Conservation & testing of tropical & subtropical forest tree species by the Camcore Cooperative**. Raleigh, NC: College of Natural Resources, 2000. p. 106- 128.
- ECHEVERRÍA, J. C.; JOBBAGY, E. G.; COLLADO, A. D. 2006. **Aptitud forestal de la Provincia de San Luis**: convenio de cooperación técnica entre el INTA E.E.A. San Luis y gobierno de la provincia de San Luis. 110 p. Disponível em: <[http://gea.unsl.edu.ar/pdfs/mapa\\_forestal\\_San\\_Luis/APT\\_%20FORESTAL\\_de\\_SLuis\\_2006.pdf](http://gea.unsl.edu.ar/pdfs/mapa_forestal_San_Luis/APT_%20FORESTAL_de_SLuis_2006.pdf)>. Acesso em: 23 mar. 2011.
- ETTORI, L. C.; SATO, A. S.; SHIMIZU, J. Y. Variação genética em procedências e progênies mexicanas de *Pinus maximinoi*. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 1-9, jun. 2004.
- FALVO, G.; RIZZI, N. E.; CHAVES NETO, A. Zoneamento da bacia hidrográfica do Rio Miringuava utilizando-se de técnicas de análises multivariada. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, Curitiba, v. 15, n. 2, p. 15-32, 1996.
- FIER, I. S. N. **Variação genética e métodos de melhoramento para Pinus maximinoi H. E. Moore em Telêmaco Borba (PR)**. 2001. 46 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) –Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- FRTZSONS, E.; MANTOVANI, L. E. ; AGUIAR, A. V. Relação entre altitude e temperatura: uma contribuição ao zoneamento climático no Estado do Paraná. **Revista de Estudos Ambientais**, Blumenau, v. 10, p. 40-48, 2008.
- FRTZSONS, E.; MANTOVANI, L., WREGGE, M. Carta de unidades geoclimáticas para o Estado do Paraná para uso florestal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 30, n. 62, p. 129-145, maio/jul. 2010. DOI: 10.4336/2010.pfb.30.62.129.
- IAPAR. Médias históricas em estações do IAPAR. Telêmaco Borba. Disponível em [http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias\\_Historicas/Telemaco\\_Borba.htm](http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias_Historicas/Telemaco_Borba.htm) . Data da disponibilidade: 5/06/2011



Instituto Florestal. Áreas protegidas do Instituto Florestal. Disponível em [http://www.iflorestal.sp.gov.br/areas\\_protegidas/index.asp](http://www.iflorestal.sp.gov.br/areas_protegidas/index.asp). Data da disponibilidade: 7/7/2011

KELLER FILHO, T.; ASSAD, E. D.; LIMA, P. R. S. de R. Regiões pluviometricamente homogêneas no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, n. 4, p. 311-322, abr. 2005.

KLOCK, U., BOLZON DE MUÑIZ, G.I., NISGOSKI, S.; BITTEN-COURT, E. Características dos traqueóides da madeira juvenil de *Pinus maximinoi* H. E. Moore e de *Pinus taeda* L. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE INVESTIGACIÓN EN CELULOSA Y PAPEL, 2002. **Annals...** Campinas: [s.n], 2002. p. 1-17.

MARTINELLI, M. Clima do estado de São Paulo. Confins [home page], n. 8, 2010. Disponível em: <<http://confins.revues.org/6348>>. Acesso em: 17 maio 2011.

MIRANDA, M. J. de; PINTO, H. S.; ZULLO JÚNIOR, J.; FAGUNDES, R. M.; FONSECHI, D. B.; CALVE, L.; PELLEGRINO, G. Q. **A classificação climática de Koeppen para o Estado de São Paulo**. Disponível em: <<http://orion.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>>. Acesso em: 14 abr. 2011.

REIS, M. das G. F.; LEONARDO, A. de A.; REIS, G. G. dos; SOUZA, L. de S. Classificação ecológica do Estado da Paraíba. 2. Delimitação e caracterização de regiões ecológicas a partir de variáveis climáticas. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 23, n. 2, p. 139-149, abr./jun. 1999.

ROLIM, G. de S.; CAMARGO, M. B. P. de; GROSSELILANIA, D.; MORAES, J. F. L. de. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 711-720, 2007.

SAMPAIO, P. de T. B. **Variação genética entre procedências e progênies de *Pinus oocarpa* Schiede, *Pinus caribaea* var *hondurensis* Barr. & Golf. E *Pinus maximinoi* H. E. Moore e métodos de seleção para melhoramento genético**. 1996. 169 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) –Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SÃO PAULO (Estado). Conheça SP: uma potência chamada São Paulo. In: \_\_\_\_\_. **Portal do Governo do Estado de São Paulo**. Disponível em: <[http://www.saopaulo.sp.gov.br/conhecasp/principal\\_conheca](http://www.saopaulo.sp.gov.br/conhecasp/principal_conheca)>. Acesso em: 13 abr. 2011a.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Instituto Florestal. **O instituto**. Disponível em: <<http://www.iflorestal.sp.gov.br/institucional/dfce/dfce.asp>>. Acesso em: 13 abr. 2011b.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Instituto Florestal. **Áreas protegidas do Instituto Florestal**. Disponível em: <[http://www.iflorestal.sp.gov.br/areas\\_protegidas/index.asp](http://www.iflorestal.sp.gov.br/areas_protegidas/index.asp)>. Acesso em: 29 abr. 2011c.

TRIANOSKI, R. **Caracterização tecnológica de espécies de pinus tropicais provenientes de plantios experimentais no Brasil**. 2009. 127 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Industrial Madeireira) Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

TRISTÃO, R. A.; REIS, M. das G. F.; COSTA, L. M. da; SPIAZU, C. Classificação ecológica de uma área do Estado de Minas Gerais: um método biopedológico. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 21, n. 2, p. 201-212, 1997.

UNAL, Y.; KINDAP, T.; KARACA, M. Redefining the climate zones of Turkey using cluster analysis. **International Journal of Climatology**, Istanbul, v. 23, p. 1045-1055, 2003.

VENKATESH, B.; JOE, M. K. Identifications of homogeneous rainfall regimes in parts of western Ghats regions of Karnataka. **Journal Earth System Science**, India, n. 4, p. 321-330, 2007.

WILLIAMS, C. L.; HARGROVE, W. W.; LIEBMAN, M.; JAMES, D. E. Agro-ecoregionalization of Iowa using multivariate geographical clustering. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 123, p. 161-174, 2008.