

# CONDICIONAMENTO CLIMÁTICO E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE *ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA* (BERTOL.) KUNTZE NO BRASIL – II

Albano Backes\*

## Summary

The present work had for objective an analysis of the geographical distribution of *Araucaria angustifolia* in function of the climate of the south of Brazil. The data of 16 places were analyzed inside of the hydrologic cycle with alternation of a rainy period and a drier one. It's also conditioned, in the minimum for three serial months of cold with the same averages of the minimum ones or inferior for 10°C. These conditions are favorable to the araucaria and they constitute a limiting factor to the latifoliated tropical species. The araucaria forests are limited and bounded by the tropical and subtropical latifoliated forests. In the historical time only small areas of araucaria forests were just formed by the conifer, and most were formed by latifoliated forests with araucaria. The purest associations were located in higher altitudes, under a climate remarkably cold, and therefore, less favorable to latifoliated species.

Climatic Conditioning and Geographical Distribution of *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze in Brazil.

**Key words:** *Araucaria angustifolia*; brazilian pine; forests with araucaria

## Resumo

O presente trabalho teve por objetivo uma análise da distribuição geográfica de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, em função do clima do sul Brasil. Foram analisados os dados meteorológicos de 15 localidades dentro da área de ocorrência das florestas com araucária. Os resultados mostram que a área de ocorrência atual repre-

---

\* Laboratório de ecologia vegetal – Universidade do Vale do Rio dos Sinos – São Leopoldo – RS – Brasil.

senta o derradeiro refúgio da ***Araucaria angustifolia***, a qual está confinada e mantém-se em locais onde as condições gerais de clima são menos favoráveis para as formações tropicais; as condições climáticas dentro de certos limites são favoráveis ao desenvolvimento da araucária; elas agem, porém, muito mais como fatores limitantes ao avanço das florestas tropicais condicionadas por um clima úmido e quente, com flutuações diuturnas e sazonais mais homogêneas. A araucária está condicionada, também por um ciclo hidrológico com alternância de um período chuvoso e um mais seco. Essa alternância é importante para o desenvolvimento e, como tudo parece indicar, necessária para induzir o ciclo reprodutivo da araucária. No limite norte da região da araucária, o período anual apresenta uma estação chuvosa e outra seca, bem definidas. Na parte do centro e do sul, chove regularmente durante todos os meses do ano. Porém a umidade constante é amenizada, durante alguns meses, pelas baixas temperaturas as quais influem negativamente no balanço hídrico das espécies vegetais. Nessa área ocorrem três meses consecutivos de frio com médias das mínimas iguais ou inferiores a 10°C, com flutuações termoperiódicas sazonais ao redor de 12°C. As florestas com araucária do sul do Brasil estão limitadas e circunscritas pelas florestas latifoliadas: ao norte e ao leste, pela floresta latifoliada tropical e, ao oeste e ao sul, pela floresta latifoliada subtropical. Por toda a parte onde as condições o permitiram, as florestas latifoliadas expandiram-se por sobre os campos, pelos vales ao longo dos rios e por meio das florestas com araucária. No tempo histórico, somente pequenas áreas de florestas com araucária eram formadas apenas pela conífera, sendo que a maior parte já era constituída por florestas latifoliadas com araucária. As associações mais puras estavam localizadas sempre em altitudes mais elevadas, sob um clima marcadamente frio e, portanto, menos propício às espécies latifoliadas.

**Palavras-chave:** *Araucaria angustifolia*; pinheiro brasileiro; florestas com araucária.

## Introdução

Durante o Mesozóico, a família ARAUCARIACEAE ocupava vasta área sobre o globo. Durante o Jurássico Médio, ocupava a Europa Central e, posteriormente, estendeu-se desde Spitzberg e Groelândia até o sul da África e da Patagônia (Schnell, 1970; Florin, 1967).

Segundo Paula Couto (1975), "o paleoclima do Pleistoceno sul-americano destaca que os ungulados em sua maioria, alguns roedores e os lagomorfos e alguns desdentados, pelo menos, são adaptados à vida em ambiente pastoral, de campo raso, provido de vegetação herbácea rica em gramíneas, capazes de resistir a longos períodos de seca e, às vezes, um tanto arborizado (savanas) ou de florestas ralas de coníferas, de clima temperado, tendendo mais para o frio, relativamente seco, do que para o quente... Mais para o sul, os pinheiros (*Araucaria angustifolia*), próprios de clima mais frio, formam florestas ralas, com solo atapetado por gramíneas curtas ou provido de arbustos, interrompidos por campos de gramíneas....desde os Andes ou sopé dos Andes, até a costa do Atlântico, inclusive em toda a região intermediária, que teria tido clima mais frio

*que o de hoje, como teria acontecido também com a região oriental da América do Sul e intertropical.*"

A família ARAUCARIACEAE está representada, na flora atual, por dois gêneros: *Agathis* e *Araucaria*. As espécies desses gêneros estão localizadas, em sua maioria, em áreas descontínuas, geralmente distantes umas das outras, no hemisfério austral. "*O seu desaparecimento na maior parte das áreas primitivas e a distribuição agregada atual constituem, segundo Schnell (1970) uma das questões da paleofitogeografia até hoje não suficientemente esclarecidas.*"

O padrão de distribuição atual das espécies do gênero *Araucaria* é característico de espécies dominadas, ao passo que as espécies dominantes têm distribuição uniforme. As espécies de ARAUCARIACEAE, no contexto geoclimático atual, em geral não o mais favorável às mesmas, constituem espécies dominadas em relação às latifoliadas melhor adaptadas às atuais condições. Segundo Odum (1985), a agregação resulta como resposta a diferenças locais entre habitats, como conseqüência a mudanças meteorológicas diárias e sazonais e como causas relacionadas com processos reprodutivos.

As espécies do gênero *Agathis*, aproximadamente 21, estão concentradas na Nova Zelândia, na Austrália, Nova Caledônia, Fiji, Filipinas e Península Malaia (Salmon, 1996).

O gênero *Araucaria* compreende atualmente 14 espécies, todas localizadas no Hemisfério Sul, entre 0° e 45°. *Araucaria imbricata* Pavon encontra-se no Chile e na Argentina, sobre a Cordilheira dos Andes, entre as latitudes de 37°20' e 40°50'S (Dallimore & Jackson, 1974; Golte, 1978); *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze é encontrada no Brasil, na Argentina e no Paraguai, entre os paralelos 20 e 31°S. As demais espécies ocorrem na Austrália (2), Papua Nova Guiné (2), Nova Caledônia (7), Ilha Norfolk (1), Ilha dos Pinheiros (1) e Polinésia (1) (Dallimore & Jackson, 1974; Gray, 1975).

*Araucaria angustifolia* ocupava, sem dúvida, a maior área entre as espécies atuais do gênero. As florestas com araucária ocupavam, no Brasil, aproximadamente 200.000 km<sup>2</sup>. A espécie brasileira destacava-se por sua importância tanto pela quantidade como pela qualidade da madeira e por produzir sementes comestíveis.

## Material e métodos

O trabalho está baseado na análise dos dados de diferentes estações meteorológicas, localizadas na região de ocorrência natural da araucária. As informações foram obtidas junto ao 7º e 8º distritos de meteorologia do Ministério da Agricultura, com sede em São Paulo e Porto Alegre, respectivamente. Foram escolhidos os seguintes pontos: *Campos do Jordão, São Paulo, Curitiba, Porto União, Irinópolis, São Joaquim, Lages, Passo Fundo, Lagoa Vermelha, Vacaria,*

*Bom Jesus, Caxias do Sul, Canela, São Francisco de Paula e Cachoeira do Sul.* À base dos dados obtidos, foram elaborados os climadiagramas de cada localidade. Para a elaboração dos mesmos foram observados os critérios estabelecidos por Walter (1986). O índice de aridez foi calculado com base na fórmula de De Martonne, *apud* Dajoz, 1973.

## Distribuição da araucária no Brasil

As gimnospermas têm, nos países tropicais, um papel muito menor em comparação com sua importância nos países temperados. Poucas espécies ocorrem em altitudes baixas e não formam povoamentos comparáveis às imponentes florestas das regiões temperadas. Nas zonas intertropicais, são encontradas espécies de gimnospermas pertencentes a, aproximadamente, 30 gêneros. Vivem nas montanhas não só nas regiões temperadas, mas também nas subtropicais.

Quanto à sua procedência, as coníferas podem ser repartidas em dois grandes grupos: um boreal e outro austral. Um certo número de espécies de cada grupo irradiou-se por cima de cordilheiras de montanhas, das regiões frias e temperadas em direção aos trópicos. No Brasil, *Araucaria angustifolia* e *Podocarpus lambertii*, estão concentradas entre 30°30' e 23°27'S, alcançaram a região intertropical e *Podocarpus sellowii* Klotzsh, *P. rospiglosii* Pilger e *P. roraimae* Pilger, são encontradas em plena floresta equatorial amazônica.

*Araucaria angustifolia* expandiu-se do sul em direção à região tropical até a latitude de 19°15'S, ocupando sempre a parte superior do Planalto Meridional e, geralmente os pontos mais altos da serra de Paranapanema, da Mantiqueira, dos Órgãos e do Caparaó, em altitudes que variam de 200 m, no Extremo Sul (31°30'S), até mais de 1.500 m acima do nível do mar na serra da Mantiqueira (22°S), observando-se, portanto, uma relação inversa entre o gradiente da latitude e o da altitude.

As florestas com araucária ocupavam, no sul do Brasil, grande parte dos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Agrupamentos menores eram encontrados nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo. A área de dispersão estava limitada num quadrilátero formado pelos paralelos 19°15' e 31°30'S e pelos meridianos 41°30' e 54°30'W (Carvalho, 1994). No interior desse polígono, a araucária ocupava aproximadamente 200.000 km<sup>2</sup> (Lindmann, 1906; Valverde, 1957; Aubreville, 1954, 1961; IBDF, 1983; Oliveira, 1984).

No Rio Grande do Sul, a araucária ocorria sobretudo nas regiões altas a partir de 200 m. As maiores concentrações ocorriam junto às cabeceiras dos rios Caí, Antas, Pelotas/Uruguai e junto às nascentes do rio Jacuí. Núcleos menores, porém fitogeograficamente importantes, estavam localizados, em altitudes menores, na serra do Sudoeste (Rambo, 1956; Malagarriga, 1976; Sehnem, 1979).

As florestas com araucária ocupavam, no Rio Grande do Sul, primitivamente 21.213 km<sup>2</sup>.

No estado de Santa Catarina, as formações com araucária ocupavam a maior parte das áreas compreendidas entre 500 e 1.500 m de altitude (Reitz & Klein, 1966). Entre os paralelos 25°30'e 27°S, as formações com araucária alcançaram o território da Argentina (Klein, 1975; Reitz, Klein & Reis 1983).

No estado do Paraná, as florestas com araucária ocupavam áreas mais extensas. Segundo Maack (1948), a extensão primitiva dos pinhais era de 119.300 km<sup>2</sup>, em altitudes superiores a 500 m. (Inoque, Roderjan & Kuniyoshi, 1984).

No estado de São Paulo, as formações maiores estavam restringidas à serra de Paranapiacaba, em áreas limítrofes com o Paraná. Núcleos menores eram encontrados até nas vizinhanças da cidade de São Paulo, sempre em altitudes superiores a 700m (Hueck, 1972). Mais ao norte restringiam-se a agrupamentos menores, condicionados por um clima mais ameno, solos mais profundos, em altitudes acima de 1.500 m. Agrupamentos diversos eram encontrados tanto na serra da Mantiqueira como na serra do Mar, nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo (Alonso, 1977; Moura, 1975). Ruschi (1950), *apud* Alonso (1977), refere a ocorrência de araucárias nas proximidades do Pico da Bandeira, no Espírito Santo, em altitudes acima de 1.700 m.

## Resultados

À base dos dados de clima, foram elaborados os climadiagramas das diferentes localidades, abrangendo a maior parte da região ocupada pelas florestas com araucária no sul do Brasil. (fig.1 a 4).

Em *Campos do Jordão*, está localizado um núcleo importante e talvez o mais significativo entre todos os agrupamentos dispersos pela Região Sudeste. O posto meteorológico está localizado a 1.578 m de altitude e a 22°S. A temperatura média anual é de 14°C, a média das máximas do mês mais quente é de 20,9°C e a média das mínimas do mês mais frio é de 2,8°C. Em 19 anos, a máxima absoluta foi de 30,5°C e a mínima absoluta foi de -7,3°C. Temperaturas negativas podem ocorrer durante os meses de abril a outubro. As precipitações pluviométricas ocorrem a partir do equinócio de primavera, coincidindo as máximas com o solstício de verão quando atingem valores mensais superiores a 300 mm. A partir de maio, as precipitações diminuem acentuadamente e os valores mínimos são registrados durante o mês de julho. Em nenhum mês ocorre seca.

O climadiagrama de *São Paulo* corresponde aos dados da estação do Mirante Santana, localizada a 23°S e 729 m de altitude. A temperatura média anual é de 18,7°C, a média das máximas do mês mais quente é de 24,7°C e a média das mínimas do mês mais frio é de 10,7°C. Temperaturas negativas

podem ocorrer durante o mês de agosto. Em 49 anos, a temperatura máxima absoluta foi de 38°C e a mínima absoluta foi de -2,1°C. A precipitação pluviométrica acentua-se durante o equinócio de primavera e atinge seus valores mínimos após o solstício de verão. Os valores caem abaixo de 100 mm/mês a partir do equinócio de outono e os índices mais baixos ocorrem durante o mês de agosto, quando são registrados igualmente as temperaturas mais baixas. Em nenhum mês ocorre seca. A média de precipitação é de 1.413 mm/ano.

*Curitiba* está localizada no extremo norte da região de formações maciças com araucária, a 25°S e 947 m acima do nível do mar. A temperatura média anual é de 16,6°C, a média das máximas do mês mais quente é de 22,9°C e a média das mínimas do mês mais frio é de 7,9°C. Somente nos meses de janeiro, fevereiro e março não foram registradas temperaturas negativas. As precipitações pluviométricas mais intensas coincidem com o solstício de verão, e os menores índices são registrados durante o solstício de inverno. Abril é o mês com os índices mais baixos. A média da precipitação é de 1.466 mm/ano.

*Porto União* está localizada a 26°14'S e a 778 m de altitude. A temperatura média anual é de 17,8°C, a média das máximas é de 24,5°C e a das mínimas do mês mais frio é de 8,5°C. A temperatura máxima absoluta foi de 38,9°C e a mínima absoluta foi de -7,4°C. Temperaturas negativas ocorrem de abril a setembro. Chove regularmente em todos os meses e a precipitação média anual é de 1.754,7 mm.

*Irinópolis* está localizada a 26°15'e a 777,49 m de altitude, no estado de Santa Catarina. A temperatura média anual é de 15,5°C, a média das máximas é de 23,5°C e das mínimas do mês mais frio é de 7,1°C. A temperatura máxima absoluta foi de 40°C e a mínima absoluta foi de -9,8°C. Temperaturas negativas ocorrem nos meses de abril a outubro. Chove, em média, 2.236,2 mm/ano.

*Lages* está localizada em pleno planalto na região central do estado de Santa Catarina, a 27°S e a 926 m de altitude. A temperatura média anual é de 15,7°C, a média das máximas do mês mais quente é de 21,8°C e a média das mínimas do mês mais frio é de 6,7°C. A máxima absoluta foi de 35,3°C e a mínima absoluta foi de -7,3°C. Temperaturas negativas podem ocorrer durante os meses de abril a outubro. As precipitações mais intensas ocorrem a partir de agosto e se prolongam até março. Durante os meses de outono, verificam-se índices inferiores a 100 mm/mês, mas em nenhum mês ocorre seca. A precipitação média anual é de 1.424 mm.

*São Joaquim* está localizada a 28°17'S e a 1.408,48 m de altitude. A temperatura média anual é de 13,3°C, a média das máximas é de 18,8°C e a das mínimas do mês mais frio é de 5,3°C. A temperatura máxima absoluta foi de 35,8°C e a mínima absoluta foi de -10,0°C. Temperaturas negativas podem ocorrer de abril a novembro. Chove, em média, 1.829,47 mm/ano.

*Passo Fundo* está situada a 28°S e a 679 m de altitude. A temperatura média anual é de 17,6°C, a média das máximas do mês mais quente é de 23,5°C e a média das mínimas do mês mais frio é de 8,6°C. A máxima absoluta foi de

36,8°C e a mínima absoluta foi de -5,5°C. Temperaturas negativas ocorrem durante os meses de maio a novembro. Em todos os meses são registrados índices pluviométricos superiores a 100 mm e as máximas coincidem com o equinócio de primavera. A precipitação média anual é de 1.714 mm.

*Lagoa Vermelha* está localizada a 28°25'S e numa altitude de 815,4 m. A temperatura média anual é de 16,4°C, a média das máximas é de 22,4°C e a das mínimas do mês mais frio é de 7,8°C. A temperatura máxima absoluta foi de 34,3°C e a mínima absoluta foi de -4,6°C. Temperaturas negativas ocorrem de maio a setembro. A média anual da precipitação pluviométrica é de 1.617,3 mm, regularmente distribuídos ao longo do ano.

*Vacaria* está localizada em pleno planalto a 28°31'S e a 954,6 m acima do nível do mar. A temperatura média anual é de 15,2°C, a média das máximas é de 21,1°C e a média das mínimas do mês mais frio é de 6,4°C. A máxima absoluta foi de 31,0°C e a mínima absoluta foi de -6,0°C. Temperaturas negativas ocorrem de abril a setembro. Com exceção do mês de abril, as precipitações pluviométricas são superiores a 100 mm/mês e a média anual é de 1.683,1 mm.

*Bom Jesus* está localizada a 28°40'S numa das regiões mais altas do estado do Rio Grande do Sul, a 1.047,5 m de altitude. A temperatura média anual é de 14,7°C e a média das máximas é de 20,9°C e a das mínimas do mês mais frio é de 5,9°C. A máxima absoluta foi de 34,0°C e a mínima absoluta foi de -9,8°C. Temperaturas negativas ocorrem durante os meses de abril a novembro. As precipitações pluviométricas são elevadas em todos os meses e a média anual é de 1.687,13 mm.

*Caxias do Sul* está situada a 760 m de altitude e a 29°10'S. A temperatura média anual é de 16,1°C, a média das máximas do mês mais quente é de 21,9°C e a do mês mais frio é de 8,3°C. A máxima absoluta foi de 35,6°C e a mínima foi de -6,4°C. Temperaturas negativas ocorrem durante os meses de abril a setembro. Chove mais de 100 mm em todos os meses e as máximas coincidem com o equinócio de setembro. A precipitação média anual é de 1.705 mm.

*Canela* está localizada a 29°20'S e numa altitude de 830 m. A temperatura média anual é de 15,4°C, a média das máximas é de 22,2°C e a das mínimas do mês mais frio é de 6,8°C. A temperatura máxima absoluta foi de 31,6°C e a mínima foi de -3,2°C. Temperatura negativas ocorrem de abril a setembro. Chove, em média, 2.219,2 mm/ano.

*São Francisco de Paula* está situada a 912 m acima do nível do mar e a 29°20'S. A temperatura média anual é de 14,5°C, a média das máximas do mês mais quente é de 20,9°C e a do mês mais frio é de 5,7°C. A máxima absoluta é de 34°C e a mínima absoluta é de -6,5°C. Temperaturas negativas podem ocorrer durante os meses de abril a novembro. A precipitação pluviométrica é elevada em todos os meses e a média anual é de 2.252 mm, sendo a localidade, entre todas as analisadas, onde são registrados os maiores índices pluviométricos.

*Cachoeira do Sul* está situada a 30°S e a estação meteorológica fica 72 m acima do nível do mar. Foi sempre considerada o limite sul das formações com araucária. Grande parte do Município está compreendida dentro da Depressão Central do Rio Grande do Sul, e o clima das áreas baixas difere sensivelmente do das áreas do planalto. A temperatura média anual é de 18,9°C, a média das máximas do mês mais quente é de 31,1°C e a do mês mais frio é de 9,2°C. A máxima absoluta registrada foi de 40,2°C e a mínima absoluta foi de -2,7°C. Temperaturas negativas ocorrem durante os meses de junho a agosto. As precipitações pluviométricas não são regularmente distribuídas durante o ano. O período mais chuvoso coincide com os meses de inverno e início da primavera. Durante o outono e no final da primavera, as precipitações são inferiores a 100m/mês e, durante o verão, as chuvas não são abundantes.

Os índices de aridez reunidos na fig. 5 são o resultado da análise dos dados de diferentes estações desde Campos do Jordão até Porto Alegre. Os dados correspondem, para a maioria das localidades, a mais de 40 anos. Com exceção dos resultados correspondentes à estação do Mirante Santana, São Paulo, os demais variam de simplesmente úmido a superúmido. Nos limites extremos, tanto norte como sul, os índices situam-se entre 20-40, isto é, simplesmente úmido.

Foi feita também a análise do andamento anual das médias das temperaturas mínimas. Os resultados estão expressos na fig. 6. Os resultados obtidos indicam uma variação de três a oito meses consecutivos com médias das temperaturas mínimas iguais ou inferiores a 10°C, em todas as localidades, menos em São Paulo (Mirante Santana). Na tabela 1 estão indicadas as médias das temperaturas mínimas do mês mais frio e as mínimas absolutas. A flutuação da temperatura normal diária é de 11,2°C.

## Discussão dos resultados

Em condições naturais de quase todos os climas, as temperaturas diurnas são mais altas do que as noturnas. Isso determina um ciclo térmico regular ao longo do dia. O ótimo diurno de crescimento e desenvolvimento, para muitas espécies, é mais alto do que o correspondente noturno. O crescimento é maior sob um regime apropriado de flutuações térmicas do que em condições de temperatura homogênea.

Os climas tropicais caracterizam-se, entre outras particularidades, pelas flutuações insignificantes entre a temperatura diurna e a noturna, e as espécies dessas regiões não apresentam um aumento de crescimento como resposta às flutuações termoperiódicas. Contrariamente, respostas termoperiódicas típicas manifestam-se em muitas espécies de zonas temperadas onde as flutuações da temperatura constituem um caráter essencial do clima.

O crescimento da planta num determinado período é o resultado de muitas reações que respondem certamente de forma diferente à temperatura. Algumas

delas processam-se durante o dia, e outras durante a noite. Outro aspecto importante da resposta termoperiódica é a manutenção de um equilíbrio favorável entre a produção fotossintética e as perdas de material durante a noite pela respiração. Esse equilíbrio é fortemente influenciado pela temperatura. Na maioria das espécies, manifesta-se um incremento da respiração em temperaturas acima de 15°C. Quanto maior a temperatura noturna, maior a perda de substâncias. Contrariamente, as baixas temperaturas noturnas determinam a diminuição das perdas por respiração (Bonner & Galston, 1951).

Segundo Delvin (1970), os processos de absorção são igualmente influenciados pela temperatura. A intensidade da difusão depende da energia cinética das moléculas e dos íons e em qualquer momento a difusão é uma função da temperatura. Conseqüentemente, a diminuição da temperatura desacelera os processos que dependem da difusão.

O clima da região sul do Brasil é relativamente uniforme, ao mesmo tempo em que se apresenta com certa individualidade, isto é, não existem áreas inter-regionais muito distintas. Fatores muito atuantes na região são a latitude, o relevo, a maritimidade e a continentalidade (Andrade, 1968).

A análise das temperaturas médias mostra que as isotermas de 22°C e de 20°C, que caracterizam o clima tropical, penetram somente em pequenas áreas da Região Sul. Atingem o norte do estado do Paraná e uma faixa que se estende ao longo do litoral até as proximidades do paralelo 28°S, em Santa Catarina. A isoterma de 18°C situa-se entre 900 e 500 m de altitude no Paraná, entre 500 e 300 m em Santa Catarina e entre 500 e 200 no Rio Grande do Sul. A isoterma de 13°C, representativa da média do mês de julho, o mais frio do ano, circunscreve praticamente todo o Planalto Meridional e representa o limite térmico das florestas com araucária e a partir da qual manifestam-se fatores que, se não limitam totalmente, desaceleram progressivamente a expansão das florestas latifoliadas tropicais. A isoterma de 13°C acompanha, aproximadamente, as seguintes cotas altimétricas: Paraná, 800, no litoral, e 1.000 a 700 m, no interior; Santa Catarina, 800 a 600 m no litoral e 800 a 700 m, no interior; Rio Grande do Sul, 600 a 500 m, no litoral, e 600 a 400, no interior. Na Serra do Sudeste, no Rio Grande do Sul, entre 400 a 300 m. No interior dessa área, ocorrem isotermas de 10°C e a mais baixa, que é de 7,3°C, correspondentes a altitudes acima de 1.000 m até a altitude máxima de 1.808 m. As isotermas do mês de julho oscilam entre 15°C e 7,3°C e abrangem uma área que corresponde a aproximadamente 85% do território da Região Sul (Nimmer, 1977). Essas mesmas médias são encontradas na Serra do Mar, da Mantiqueira e do Caparaó. Em Campos do Jordão, a média anual é de 13,6°C, com médias compensadas inferiores a 15°C de abril a outubro; no alto do Itatiaia, a média anual é de 11,5°C e a média compensada é inferior a 15°C em todos os meses do ano (fig.7).

As regiões elevadas mantêm, durante o verão, a média das máximas entre 27 e 24°C, enquanto nas partes baixas essa mesma média é superior a 30°C (tab.2).

Quando a Região Sul está sob o domínio da massa polar, são registradas as mínimas mais baixas. Nessas condições, as noites tornam-se acentuadamente mais frias. Observações feitas mostraram que, durante as noites de inverno, a temperatura diminui progressivamente e tende a atingir os valores mínimos logo após o nascer do sol. As temperaturas noturnas atingem, muitas vezes, valores negativos, e valores próximos a 0°C são freqüentes mesmo durante o outono e a primavera. Nos pontos mais altos do Planalto Meridional, são registradas temperaturas noturnas muito baixas mesmo durante o verão. (Bac-kes, 1973).

Uma das conseqüências da queda da temperatura é a formação de geada. A ocorrência de geada varia de uma a mais de 30, sendo a freqüência diretamente proporcional à altitude e inversamente proporcional à influência marítima. Em Campos do Jordão, o número de dias com geada é, em média, de 46 e, no alto do Itatiaia, é de 56 por ano.

Uma segunda conseqüência do frio é a formação de neve. Esse fenômeno é mais raro do que a formação de geada. O número de ocorrências varia de uma a quatro, em média, por ano. É nos municípios de Vacaria, Bom Jesus, Lages e São Joaquim, onde a queda de neve é mais freqüente e onde alcança geralmente maior intensidade.

A araucária situa-se dentro dos limites climáticos com médias mensais inferiores a 18°C, durante o solstício de verão, e inferiores a 15°C, durante o solstício de inverno. Médias superiores limitam a presença da mesma. Dessa maneira, a região ocupada pelas florestas com araucária está limitada, ao norte, pelo clima tropical, e a araucária aparece somente onde são mantidas as condições térmicas em decorrência do relevo. Na faixa litorânea, a leste, até a latitude de 28°S, domina igualmente o clima tropical subquente, determinando condições de tropicalidade e impedindo a presença da araucária. Segundo Reitz & Klein (1966), “a partir daquela latitude, a zona litorânea está sob domínio do clima mesotérmico, e nessa zona a araucária avançou sobre a planície quaternária nas proximidades do oceano, nos municípios de Sombrio, Lauro Müller e outros, em Santa Catarina.” Segundo Reitz (1983), “ao longo da costa catarinense, a variação da temperatura média anual é de 2°C, o que atesta a homogeneidade climática da região e com flutuações pouco significativas da temperatura.

Em toda a região a média mensal das temperaturas mínimas determina um período de, no mínimo, três meses consecutivos com médias das temperaturas mínimas iguais ou inferiores a 10°C. Nessas condições, os processos fisiológicos são total ou parcialmente desativados, determinando uma diapausa no ciclo biológico de muitas espécies.

Pelo norte e pelo oeste, o Planalto Meridional está limitado pelos vales dos rios Paranapanema, Paraná, Iguazu e Uruguai. Ao sul, está limitado pelo rio Ibicuí e pela Depressão Central do Rio Grande do Sul. Em todos esses vales, as médias das máximas de verão são superiores a 30°C, chegando as de janeiro a mais de 32°C. As máximas absolutas atingem 40°C, correspondendo a níveis

térmicos dos mais altos, igualando-se aos das regiões equatoriais e tropicais mais quentes do País (Nimmer, 1977). Essas temperaturas tão elevadas aumentam consideravelmente a evapotranspiração. Os aumentos de precipitação contribuem positivamente na regulação térmica, mas agem negativamente no sentido de acelerar a instalação de um déficit hídrico. Em conseqüência, toda vez que se observam déficits de precipitação, muitas espécies ressentem-se fortemente dos mesmos. Esse processo exerce um poder seletivo em função das exigências de água das diferentes espécies. É bem conhecida a possibilidade de estabelecerem-se sucessões de espécies em função de suas preferências de água. Tais espécies constituem, em geral, bons indicadores das condições ecológicas de uma região. O somatório das condições dos vales dos principais cursos de água da Região Sul criam um ótimo ecológico para o desenvolvimento das formações tropicais ou subtropicais, impossibilitando, por exclusão competitiva, a presença da araucária.

As precipitações pluviométricas não são uniformes em toda a região da araucária. Em Campos do Jordão, os índices mais altos ocorrem durante o solstício de verão, coincidindo com as temperaturas mais elevadas, e os índices mais baixos coincidem com o solstício de inverno, quando as temperaturas são, em média, inferiores a 10°C. O ciclo anual de chuvas de Curitiba é semelhante ao de Campos do Jordão, no entanto, a estação chuvosa é mais longa e conseqüentemente a estação seca é mais curta (tab.3).

À medida que se avança em direção sul, a estação das chuvas torna-se mais longa e os valores máximos são deslocados do solstício de verão para o equinócio de primavera. No Planalto Rio-Grandense, chove regularmente durante todos os meses do ano e conseqüentemente não se verifica a alternância de uma estação chuvosa e outra seca.

## Conclusões

- a distribuição das espécies vegetais nem sempre depende diretamente das condições do ambiente (Walter, 1986). Estas agem, no entanto, de modo indireto à medida que influenciam o poder competitivo das espécies de um sistema. As condições climáticas do sul do Brasil são favoráveis às espécies tropicais, aumentando seu poder competitivo em relação às coníferas.
- em conseqüência, os sistemas tropicais avançaram sobre todas as áreas situadas dentro de seu ótimo ecológico e expandiram-se até os limites das isotermas menos favoráveis, atingindo altitudes que variam de 500 a mais de mil metros acima do nível do mar, no limite sul do Planalto Rio-Grandense e na serra da Mantiqueira, respectivamente. À medida que as condições mesológicas tornaram-se menos favoráveis, diminuiu progressivamente o seu poder competitivo, deixando espaços para a araucária.

- a distribuição atual da araucária não está em função direta dos condicionamentos ambientais, mas é determinada, em parte, pelos sistemas de latifoliadas com os quais compete.
- a araucária não tem condições de competir com as espécies tropicais, favorecidas pelo clima atual do sul do Brasil. As áreas atualmente ocupadas pela araucária constituem os derradeiros refúgios dessa espécie. Em função do clima, a tendência é confinar cada vez mais a araucária a regiões progressivamente menores e, se não houver uma reversão no processo de expansão dos sistemas tropicais, extingui-la definitivamente.
- em todas as latitudes, não existem formações puras de araucária, e as menos heterogêneas situam-se sempre nas maiores altitudes. As formações com araucária tornam-se tanto mais heterogêneas quanto mais se aproximam dos limites de contato entre latifoliadas e a conífera.
- a média das mínimas é sempre inferior a 10°C e as mínimas absolutas variam de -2,1 a -10°C. As médias mais altas correspondem a pontos periféricos da área ocupada pela araucária (tab.1).
- em toda a região as temperaturas situam-se entre 22°C, a média das máximas e 11,5°C a média das mínimas e a média das normais é de 15,9°C (tab.2).
- a precipitação pluviométrica varia de 1.413,8 a 2252,0mm por ano; chove, em média, 147 dias por ano, o que revela os altos índices de umidade e em nenhum mês ocorre déficit hídrico (tab.3).

## Referências bibliográficas

- ALONSO, M. TH. 1977. Vegetação. In: *Geografia do Brasil, Região Sul*. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, p.81-109.
- \_\_\_\_\_. 1977. Vegetação. In: *Geografia do Brasil, Região Sudeste*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro. p. 91-118.
- ANDRADE, G. D. de. 1968. Os climas. In: *Brasil, a terra e o homem*. São Paulo. v.1: 397-462.
- AUBREVILLE, A. 1954. A floresta de pinho do Brasil. In: *Boletim Geográfico*. Rio de Janeiro. 12(119): 164-173.
- \_\_\_\_\_. 1961. *Étude écologique des principales formations végétales du Brésil et la contribution à la connaissance des forêts de l'Amazonie brésilienne*. Nogent-Sur-Marne, Centre Technique Forestier tropical. 265p.
- BACKES, A. 1973. *Contribuição ao conhecimento da ecologia da mata de araucária*. São Paulo. 235p.(tese).
- BONNER, J. & GALSTON, A. 1951. *Princípios de Fisiologia Vegetal*. Buenos Aires. 485p.
- DAJOZ, ROGER. 1973. *Ecologia Geral*. São Paulo. 472p.
- CARVALHO, P. E. RAMALHO. 1994. *Espécies Florestais Brasileiras. Recomendações Silviculturais, Potencialidades e Uso da Madeira*. 1ª. Edição. Brasília. EMBRAPA. 639p.
- DALLIMORE, W. & KACKSON, A. B. 1974. *A Handbook of coniferae and GINKGOACEAE*. London. 729p.
- DELVIN, R.M. 1970. *Fisiologia Vegetal*. Barcelona. 614p.
- FLORIN, RUDOLF. 1967. The distribution of conifer and taxad genera in times and spruce. In: *Acta Horti Bergiani*. Upsala. 20(4):121-326.

- GOLTE, WINFRIED. 1978. Die Südandine und die Südbrasilianische Araukarie. In: *Archiv für Wissenschaftliche Geographie*. Bon, Band 32. Lfg.4.
- GRAY, B. 1975. Size-composition and regeneration of *Araucaria* stands in New Guinea. In: *Journal of Ecology*. Oxford. 63 (1):273-289.
- HUECK, K. 1972. *As florestas da América do Sul*. São Paulo. 466p.
- INOUE, M..J.; RODERJAN, C.V. & KUNIYOSHI, Y.S. 1984. *Projeto Madeira do Paraná*. Curitiba. Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná. 260p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL (IBDF). 1983. *Inventário Florestal Nacional. Florestas Nativas*. Rio Grande do Sul. Brasília. 345p.
- KLEIN, R.M. 1975. Southern Brazilian phytogeographic features and the probable influence of upper quaternary climatic changes in the floristic distribution. In: *Boletim Paranaense de Geociências*. Curitiba. (33): 67-88.
- \_\_\_\_\_. 1979. Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí. In: *Sellowia*. Itajaí. (32-32): 1-389.
- LARCHER, WALTER. 1986. *Ecofisiologia Vegetal*. São Paulo. 319p.
- LINDMANN, C.A.M. 1906. *A vegetação no Rio Grande do Sul*. (Brasil Austral). Porto Alegre. 356p.
- MAACK, R. 1948. Notas preliminares sobre clima, solos e vegetação do estado do Paraná. In: *Arquivos de Biologia e Tecnologia*. Curitiba. 3: 99-200.
- MALAGARRIGA HERAS, R. de P. 1976. *Vegetação do Rio Grande do Sul (Brasil)*. Barcelona. [folhas soltas].
- MOURA, V.P.G. 1975. Capões remanescentes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O.Ktze. nas proximidades do Rio Doce. MG. *Brasil Florestal*. Rio de Janeiro. 6 (23):22-29.
- NIMMER, E. 1971. Climatologia da região sul do Brasil; introdução à climatologia dinâmica. In: *Revista Brasileira de Geografia*. Rio de Janeiro. 33 (4): 3-65.
- \_\_\_\_\_. 1977. Clima. In: *Geografia do Brasil, região sul*. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro: 35-79.
- \_\_\_\_\_. 1977. Clima. In: *Geografia do Brasil, região sudeste*. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro: 51-89.
- ODUM, EUGENE. 1985. *Ecologia*. Rio de Janeiro. 434p.
- OLIVEIRA, BENEVAL, de. 1984. As regiões de ocorrência normal da araucária. In: *Boletim Geográfico*. Rio de Janeiro. 6 (68): 948-58.
- PAULA COUTO, C. de. 1975. Mamíferos fósseis do quaternário do Sudeste Brasileiro. In: *Boletim Paranaense de Geociências*. Curitiba. (33): 89-132.
- RAMBO, B. 1956. *A Fisionomia do Rio Grande do Sul*. 2ª ed. Porto Alegre, Ed. Livraria Selbach. 456p.
- REITZ, R. 1983. Bromeliáceas e a malária-bromélia endêmica. In: *Flora Ilustrada Catarinense*. Itajaí. 559p.
- REITZ, R. & KLEIN, R.M. 1966. Araucariáceas. In: *Flora Ilustrada Catarinense*. Itajaí. 62p.
- REITZ, R.; KLEIN, R.M. & REIS, A. 1983. Projeto Madeira do Rio Grande do Sul. In: *Sellowia*. Itajaí (34-35): 1-525.
- SALMON, J. T. 1996. *The Native Trees of New Zealand*. Auckland. 384p.
- SCHNELL, R. 1970. *Introduction à la phytogeographie des pays tropicaux. Les Flores, les Structures*. Paris. 499p.
- SEHNEM, A. 1979. Semelhanças e diferenças nas formações florestais do sul do Brasil. In: *Acta Biologica Leopoldensia*. São Leopoldo. 1 (1): 111-132.
- VALVERDE, ORLANDO. 1957. *Planalto Meridional do Brasil*. Rio de Janeiro. 339p.
- WALTER, HEINRICH. 1986. *Vegetação e Zonas Climáticas*. São Paulo. 325p.

**Tabela 1 – Médias das mínimas do mês mais frio e mínimas absolutas**

<b>Localidade</b>	<b>Média/min.</b>		<b>Min./Abs.</b>	
Caxias do Sul	8.3	Julho	-6.4	Junho
Canela	6.8	Junho	-3.0	Junho/Julho
Bom Jesus	5.9	Julho	-9.8	Agosto
S. Francisco de Paula	5.7	Julho	-6.5	Julho
Vacaria	6.4	Junho	-6.0	Junho
Lagoa Vermelha	7.8	Junho	-4.6	Junho
Passo Fundo	8.6	Julho	-5.5	Julho
S. Joaquim	5.3	Julho	-10.0	Agosto
Lages	6.7	Julho	-7.3	Junho
Irinópolis	7.1	Agosto	-9.8	Julho
Porto União	8.5	Julho	-7.4	Julho
São Paulo	10.7	Julho	-2.1	Agosto
Curitiba	7.9	Julho	-5.2	Julho/Agosto
Cachoeira do Sul	9.2	Junho	-2.7	Julho
Campos do Jordão	2.8	Julho	-7.3	Junho

**Tabela 2 – Médias anuais da temperatura do ar**

<b>Localidade</b>	<b>Normal</b>	<b>Máxima</b>	<b>Mínima</b>
São Paulo	18.7	24.7	14.7
Campos do Jordão	14.0	20.9	8.3
Curitiba	16.6	22.9	12.3
Irinópolis	15.5	23.5	11.7
Porto União	17.8	24.5	13.3
Lages	15.8	21.6	11.8
São Joaquim	13.3	18.8	8.9
Passo Fundo	17.6	23.6	13.3
Lagoa Vermelha	16.4	22.4	11.9
Vacaria	15.2	21.1	10.7
Bom Jesus	14.7	20.9	10.2
Caxias do Sul	16.6	21.9	12.9
Canela	15.4	22.2	11.6
S. Francisco de Paula	14.5	20.3	9.9
Cachoeira do Sul	16.6	22.9	12.3
Média	15.9	22.1	11.5

**Tabela 3 – Precipitação pluviométrica**

<b>Localidade</b>	<b>altura total anual</b>	<b>máxima/24h</b>	<b>nº total/dias</b>
São Paulo	1413.8	127.4	134.0
Campos do Jordão	1931.6	146.7	158.0
Curitiba	1432.3	12.0	180.0
Irinópolis	2236.2	126.9	-
Porto União	1754.7	152.5	163.0
Lages	1717.9	127.2	141.5
São Joaquim	1829.4	204.6	160.7
Passo Fundo	1827.2	198.0	198.0
Lagoa Vermelha	1617.3	107.5	165.2
Vacaria	1683.1	93.6	157.7
Bom Jesus	1687.1	165.0	166.1
Caxias do Sul	2396.8	176.9	144.7
Canela	2219.2	127.4	164.1
S. Francisco de Paula	2252.0	136.1	-
Cachoeira do Sul	1432.3	120.3	-
<b>Média</b>	<b>1828.7</b>	<b>-</b>	<b>147,0</b>

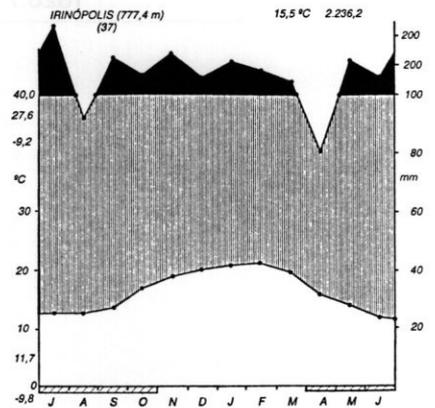
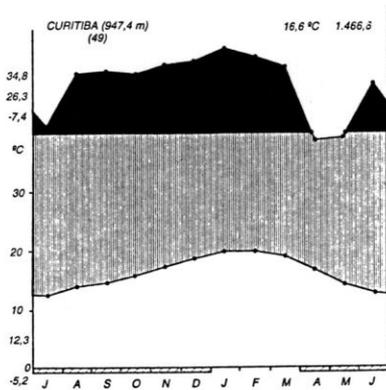
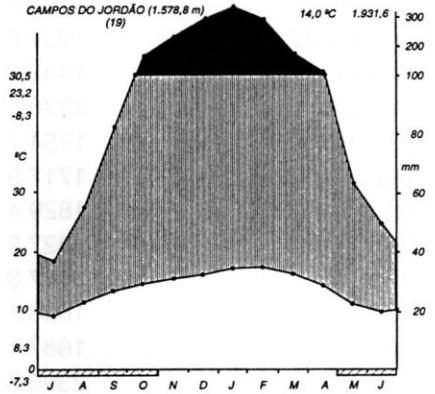
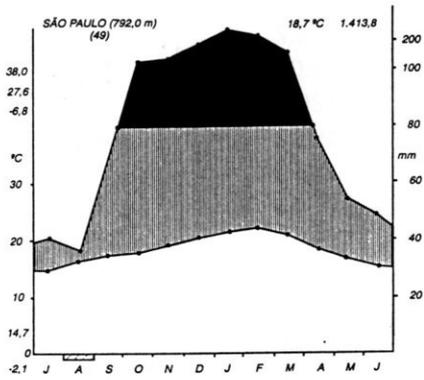


Figura 1 – Diagramas climáticos: a) São Paulo/SP – 23°30'; b) Campos do Jordão/SP – 22°44'; c) Curitiba/PR – 25°26' e d) Irinópolis/SC – 26°15'.

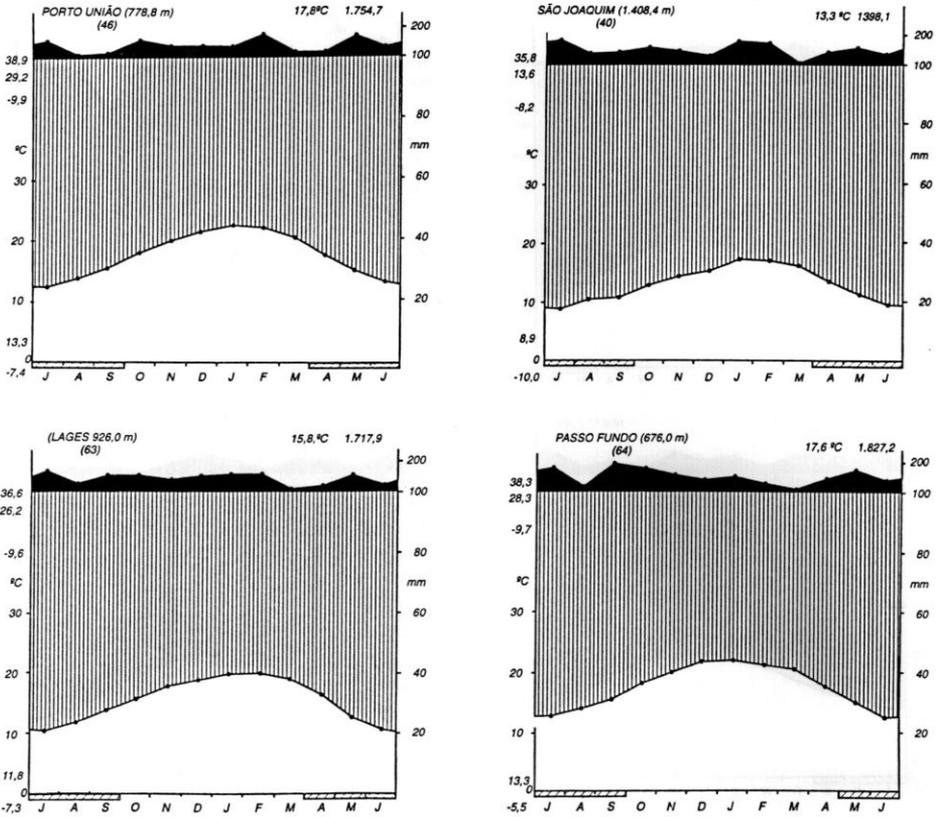


Figura 2 – Diagramas climáticos de: a) Porto União/PR – 26°14'; b) São Joaquim/SC – 28°17'; c) Lages/SC – 27°49'e d) Passo Fundo/RS – 28°15'.

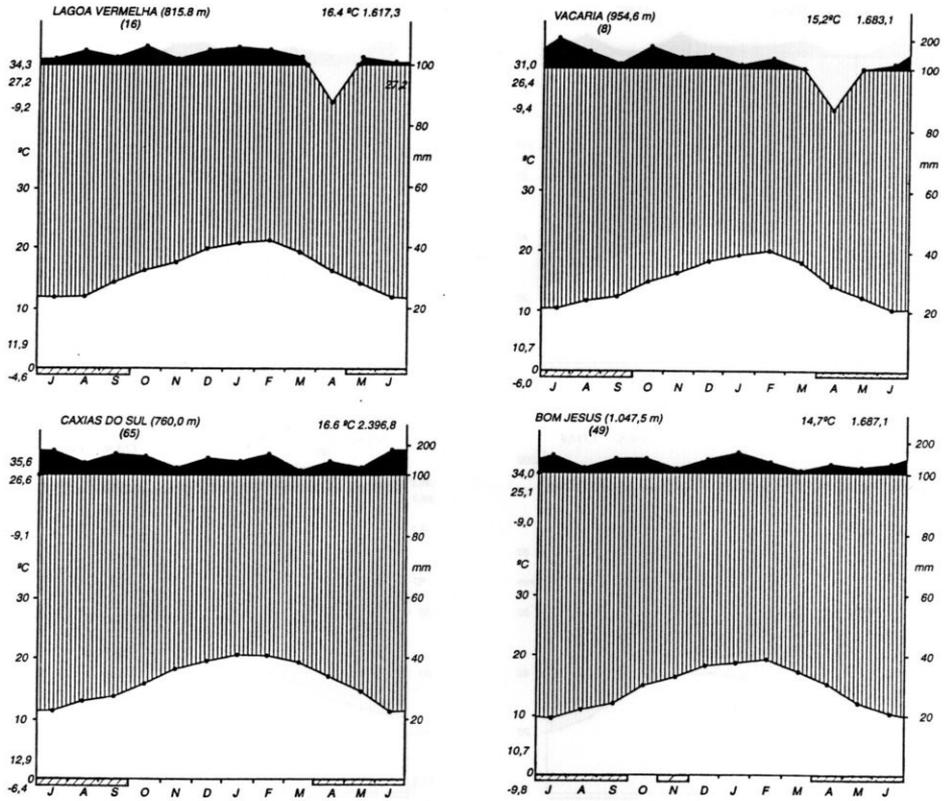


Figura 3 – Diagramas climáticos: **a)** Lagoa Vermelha/RS – 28°25'; **b)** Vacaria/RS – 28°33'; **c)** Caxias do Sul/RS – 29°10' e **d)** Bom Jesus/RS – 28°40'.

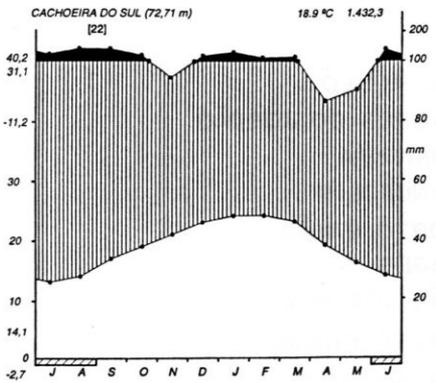
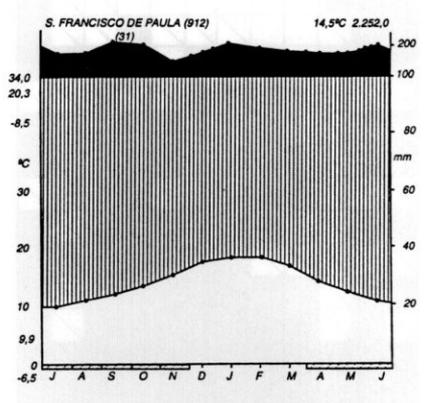
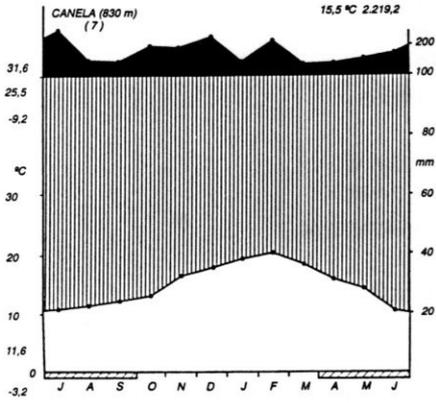
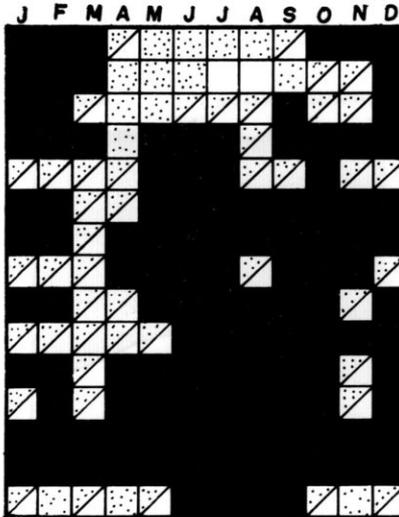


Figura 4 – Diagramas climáticos de: a) Canela/RS – 29°20'; b) São Francisco de Paula/RS – 29°20' e c) Cachoeira do Sul/RS – 30°02'.



CAMPOS DO JORDÃO  
 SÃO PAULO  
 CURITIBA  
 IRINÓPOLIS  
 PORTO UNIÃO  
 LAGES  
 SÃO JOAQUIM  
 PASSO FUNDO  
 LAGOA VERMELHA  
 VACARIA  
 BOM JESUS  
 CAXIAS DO SUL  
 CANELA  
 S. FRANCISCO DE PAULA  
 CACHOEIRA DO SUL

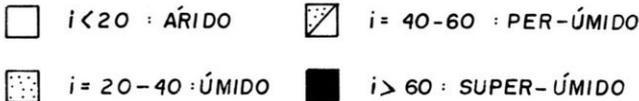
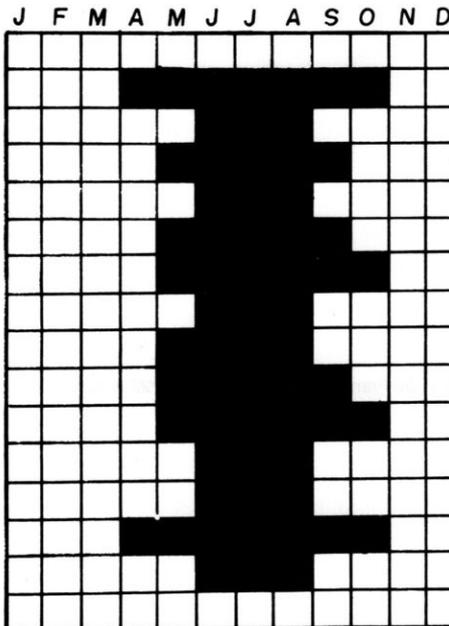


Figura 5 – Índices de aridez calculados segundo DE MARTONNE.



SÃO PAULO  
 CAMPOS DO JORDÃO  
 CURITIBA  
 IRINÓPOLIS  
 PORTO UNIÃO  
 LAGES  
 SÃO JOAQUIM  
 PASSO FUNDO  
 LAGOA VERMELHA  
 VACARIA  
 BOM JESUS  
 CAXIAS DO SUL  
 CANELA  
 S. FRANCISCO DE PAULA  
 CACHOEIRA DO SUL  
 PORTO ALEGRE

MÉDIAS MENSAIS DAS MÍNIMAS  $\leq 10^{\circ}\text{C}$

Figura 6 – Meses com médias das temperaturas mínimas iguais ou inferiores a  $10^{\circ}\text{C}$ .

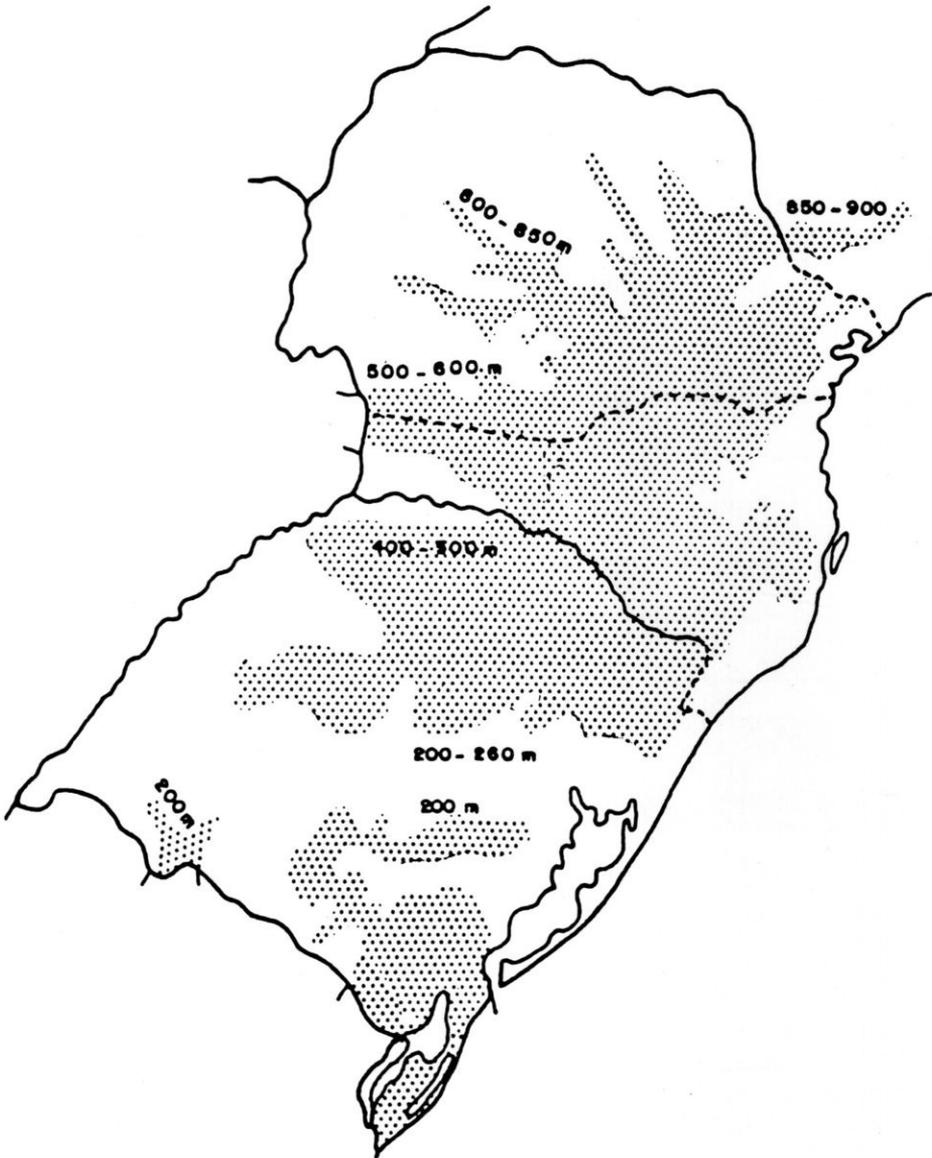


Figura 7 – Área circunscrita (pontilhada) pela isoterma de 18°C (baseado em NIMER, 1983, apud BACKES, 1998).