



4

A distribuição natural das Florestas com Araucária nos estados do Sul e São Paulo: localização, clima e relevo

Elenice Fritzsos
Luiz Eduardo Mantovani
Marcos Silveira Wrege

Introdução

A Floresta Ombrófila Mista (FOM), também conhecida como Floresta com Araucária, ou mata-de-araucária ou pinheiral (IBGE, 2012), predomina no Planalto Meridional da Região Sul do Brasil, acima de 500 metros de altitude e compreende uma área de cerca de 250 mil km² distribuída, principalmente, no Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Carvalho, 2011). A FOM, de acordo com Leite e Klein (1990), é uma das fitofisionomias que compõem o bioma Mata Atlântica, sendo uma floresta típica das terras altas do Sul do Brasil. A FOM também é considerada um *hotspot* (IBGE, 2012) por apresentar grande diversidade biológica, ser rica em espécies endêmicas e suas espécies estarem sujeitas a ameaças devido a ações antrópicas, sendo que evidências de sua degradação podem ser observadas nos remanescentes dessa tipologia (Liebsch et al., 2016).

Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze, araucária ou pinheiro-do-paraná, é uma espécie nativa e característica do ecossistema da FOM, sendo, certamente, o principal componente fitofisionômico da Floresta Ombrófila Mista (Mantovani et al., 2004). Apesar disso, nem todo fragmento de FOM contém indivíduos da espécie e nem toda araucária ocorre, necessariamente, na FOM, como é o caso, por exemplo, da presença da araucária na Floresta Estacional da Serra do Sudeste no Rio Grande do Sul (Carlucci et al., 2011). Além disso, como afirmou Klein (1960), a formação da “Mata de Pinheiro” não é homogênea e contínua, mas composta por formações vegetais com múltiplas associações e agrupamentos que variam de acordo com o estágio de sucessão.

Apesar dessas considerações, nesse capítulo abordar-se-á a FOM como sempre estando associada à presença da araucária e vice-versa. A propósito, ressalta-se que o nome correto desta é Floresta com Araucária e não Floresta de Araucária. Isto pode ser justificado pelo fato de que nos neotrópicos não existem florestas de coníferas, mas sim florestas com coníferas, sendo mais heterogêneas quanto mais se aproximam dos limites de contato com as formações de procedência tropical (Backes, 1999).

A exploração da araucária começou no início do século XIX, acentuando-se no século XX (Carvalho, 2011), o que a levou a ser incluída na categoria criticamente em perigo, em nível global (Thomas, 2013). Apesar de, atualmente, estarem protegidas por lei, com sérias restrições ao corte, uma nova ameaça à preservação das populações de araucária, e à FOM, são as mudanças climáticas e, em especial, o aquecimento global, pois o fato de a araucária estar adaptada a locais mais frios e úmidos deverá restringir ainda mais sua área de ocorrência no futuro (Wrege et al., 2009).

Para conservar a araucária é fundamental conhecer sua autoecologia (Puchalski et al., 2006) que depende, fortemente, do clima e, principalmente, do conjunto formado pela temperatura e precipitação pluvial, que determina a disponibilidade de água no sistema (Thorntwaite, 1948). Desta forma, o clima assume papel fundamental na distribuição das espécies e na delimitação das diferentes tipologias florestais no mundo (Oliveira-Filho et al., 2015).

Neste capítulo são apresentados os avanços do conhecimento resultantes de estudos sobre as condições climáticas relacionadas à Floresta com Araucária, resumidos em uma síntese feita a partir de diversos trabalhos (Wrege et al., 2016; Fritzsos et al., 2017, 2018a, 2018b, 2018c), desenvolvidos no projeto Araucamate pela Embrapa Florestas, um projeto voltado ao uso e conservação da araucária e da erva-mate.

Inicialmente, foi descrita a geologia das áreas de domínio de ocorrência da FOM nos estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, sendo esta informação muito importante, pois litologias e estruturas geológicas condicionam a formação de topossequências de solos e a conformação do relevo. Para identificar as áreas de domínio da FOM foram examinados mapas



fitogeográficos e informações fornecidas por Golfari et al. (1978), Mattos (1994), Kronka (2005), Maack (1950), Roderjan et al. (2002) e Carpanezzi et al. (1988). Para o Rio Grande do Sul, além de mapas de vegetação, a presença da araucária foi complementada com o registro de coordenadas geográficas relacionadas às observações feitas das árvores nativas presentes na Serra do Sudeste, levantadas no campo, no Projeto Araucamate.

A caracterização climática foi feita a partir dos dados das estações meteorológicas associados aos mapas de vegetação. Foram separadas as estações que pertenciam às áreas naturais da FOM em cada estado (Figura 1) e seus dados foram comparados aos de outras regiões, onde não havia esta tipologia florestal.

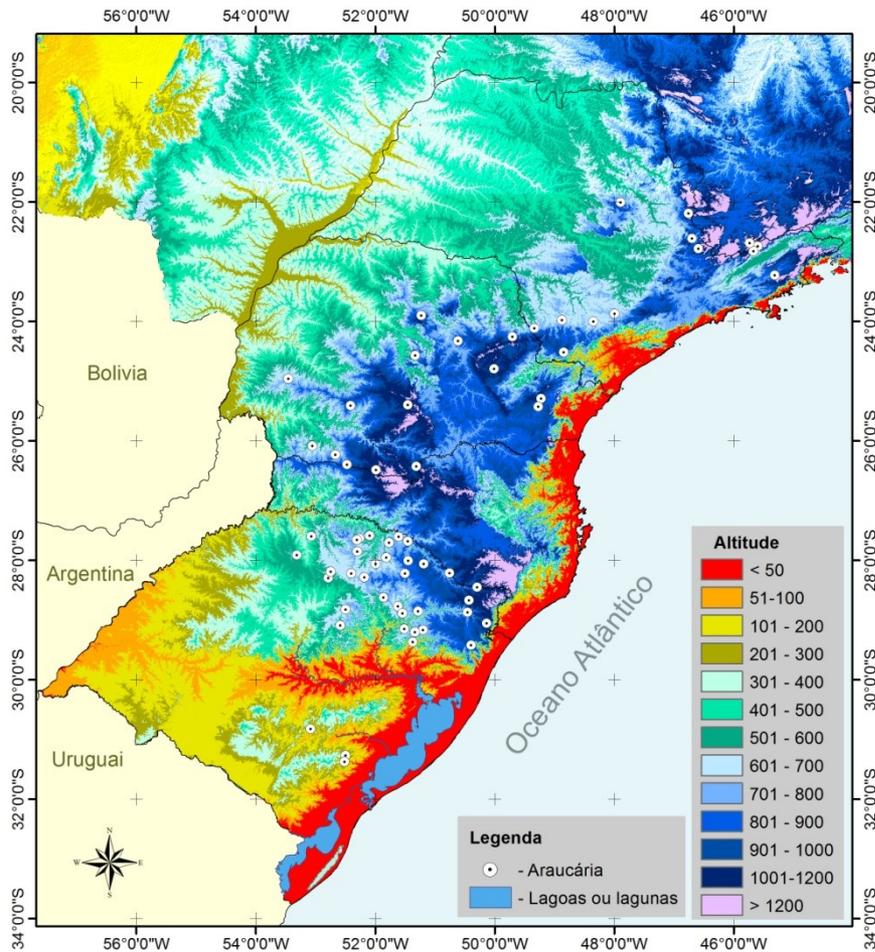


Figura 1. Mapa hipsométrico com a localização de estações meteorológicas utilizadas nos levantamentos das áreas de Floresta com Araucária.

Utilizaram-se as normais climatológicas com 30 anos de histórico, de acordo com o recomendado pelas normas internacionais da Organização Meteorológica Mundial (OMM). Para Santa Catarina e Rio Grande do Sul, foram utilizadas as informações presentes no Atlas Climático da Região Sul do Brasil (Wrege et al., 2011); para São Paulo, do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet) e para o Paraná, do Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar).



Os dados foram organizados, consistidos e submetidos às análises estatísticas, com o objetivo de encontrar diferenças climáticas significativas entre as áreas ocupadas pela FOM e as demais áreas com outros tipos de uso e ocupação da terra. Além disso, foram registrados os valores médios das variáveis climáticas, nas regiões de ocorrência, para cada um dos quatro estados avaliados. Estas informações são importantes para registrar as características climáticas preferenciais da araucária no presente, e garantir sua existência, no futuro, considerando as mudanças climáticas globais.

Ocorrência da Floresta com Araucária ou FOM – aspectos geográficos e geomorfológicos

A Floresta com Araucária se distribui nos estados do Sul do Brasil e também no Sudeste, em São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Minas Gerais. O limite para a expansão da FOM ao norte é o clima tropical, onde sua presença só é mantida onde os limites térmicos são condicionados pelo relevo, como as altitudes elevadas. Contudo, à medida que as condições de sítio se tornam menos favoráveis (como ocorrência de fogo, geadas, baixas temperaturas e maior elevação do terreno), as espécies tropicais latifoliadas perdem progressivamente seu poder competitivo, deixando espaço para a araucária (Castro, 2015).

A distribuição da FOM no estado de São Paulo é bastante fragmentada, ao contrário do que ocorre no Paraná, Santa Catarina e, parcialmente, no Rio Grande do Sul, embora seja semelhante ao que ocorre no Rio de Janeiro, Espírito Santo e Minas Gerais. Assim, neste estado, a Floresta com Araucária ocorre naturalmente em altitudes elevadas ao norte da capital e em áreas de tensão ecológica com a Floresta Estacional Semidecidual e a Floresta Ombrófila Densa, no leste do estado, bem como em refúgios na Serra do Mar e na Serra da Mantiqueira. A distribuição geográfica da Floresta com Araucária no estado, por ser fragmentada, contribui para a ocorrência de raças locais ou ecótipos (Reitz; Klein, 1966).

No sul do estado de São Paulo, essas florestas surgem no reverso planáltico da Serra do Paranapiacaba, a partir de Capão Bonito, SP, prolongando-se pela região de Itapeva, Itararé e Apiaí, adentrando o estado do Paraná. Há também algumas ocorrências pontuais a oeste, sobre o Planalto da Serra Geral, nas proximidades mais elevadas do reverso da Cuesta de Botucatu, em Botucatu, entre altitudes de 750 m e 900 m, assim como em São Carlos em cotas mais elevadas (entre 800 m e 960 m). Ambas as áreas apresentam clima tropical de altitude, com invernos secos.

Já ao leste, na região do Vale do Paraíba, nas encostas da Serra do Quebra Cangalha, situada ao norte do Trópico de Capricórnio, as ocorrências vão se adensando conforme a elevação altimétrica. O relevo desta região foi classificado por “mares de morros” (Ab’Sáber, 1966), devido à presença de colinas e morros convexos. São Luiz de Paraitinga, situada na calha do rio Paraitinga apresenta altitude de 760 m e está sob influência das serranias mais elevadas do Alto Vale do Paraíba e do efeito de brisa do mar do Atlântico. Nessa região, ladeando a bacia do rio Paraíba ao sudeste, o *horst* (bloco alongado de território e elevado em relação à depressão central vizinha por ação de distensão tectônica), pertencente ao denominado grande *rift* do Sudeste do Brasil (Riccomini et al., 2004), dá lugar às formações mais típicas da FOM que ocorrem nas elevações superiores dos Campos de Cunha, no Planalto de Paraitinga (vide Hiruma et al., 2010), entre 850 m e 1.200 m e na Serra da Bocaina entre 1.200 m e 2.000 m.



A Serra da Bocaina constitui um tipo de superfície planáltica, elevando-se até 2.070 m de altitude. Segundo os estudos termocronológicos de Hiruma et al. (2010), as superfícies planálticas de Campos do Jordão na Serra da Mantiqueira, *horst* ao noroeste, e da Bocaina têm se mantido topograficamente elevadas desde o Período Paleógeno. Assim, pode-se deduzir que, possivelmente, essas áreas serviram de “refúgio ecológico” para a araucária, face às diversas fases climáticas pretéritas mais cálidas que se sucederam, desde o início da Era Cenozóica. Resultado semelhante em termos de refúgio para o Pleistoceno e Holoceno pode ser deduzido a partir dos dados de Behling (2007) obtidos na Serra da Bocaina, por meio da paleopalinologia. As conclusões de Hiruma et al. (2010) de que a Serra da Bocaina se comportou como área soerguida, porém sob baixas taxas de denudação do terreno, a partir da ruptura do continente do Gondwana, iniciada há 135 milhões de anos poderia ser, em parte, explicada pela proteção exercida pela densa cobertura florestal sob clima mais ameno.

Tudo isso seria compatível com a presença da FOM e as formações que a precederam, mantendo as araucárias no estrato dominante ao longo de todo esse tempo. Nessas superfícies planálticas da Serra da Bocaina, entrecortadas de elevações na amplitude altimétrica, se verifica um escalonamento da distribuição de araucárias. Assim, as maiores densidades de pinheiros da FOM se encontram nos terços inferiores das vertentes e nos fundos de vale, enquanto os topos das elevações, interflúvios e ombreiras apresentam, muitas vezes, um revestimento de estrato herbáceo.

Esse padrão também pode ser observado no denominado Primeiro Planalto Paranaense, no qual se situa a capital Curitiba. Pode-se atribuir esse tipo de desenvolvimento de paisagem à maior frequência de geadas nas baixadas, por inversão térmica provocada por irradiação noturna, durante noites com ausência de nuvens, temperatura do ponto de orvalho abaixo 0 °C, e velocidade do vento em superfície menor que 2 m/s (Cook, 2009, National Weather Service, 2019). Deve-se considerar que as baixas vertentes e calhas fluviais oferecem uma maior disponibilidade hídrica, o que acelera o crescimento de araucárias (Fernandéz, 1989). Por outro lado, a manutenção da umidade nas camadas superiores do solo, ao longo de todo o ano, representa um obstáculo à propagação de queimadas, praticadas por grupos indígenas antes da chegada de colonizadores europeus (Mantovani et al., 2003).

Com efeito, nas regiões citadas, ao contrário do que acontece no Planalto Catarinense, a quase totalidade de geadas ocorre sob regime de inversão térmica, que resulta em menores temperaturas sobre as concavidades do terreno. Além disso, os solos dos locais mais altos e inclinados tendem a ser mais rasos e rochosos, o que dificulta o desenvolvimento de espécies arbóreas. Já em locais de solos mais profundos podem comparecer os típicos capões de mata com a presença das araucárias. O Paraná, dentre os estados da região Sul, era o que possuía maior cobertura das Florestas com Araucária (quase 50%), ou 46% do território (Serviço Florestal Brasileiro, 2018), comparado ao percentual de 30% em Santa Catarina e de 25% no Rio Grande do Sul (Campos; Silveira Filho, 2010). As áreas de ocorrência da Floresta com Araucária se localizam ao sul e na zona de transição do sul para o centro-norte e no sudoeste do Paraná.

O estado de Santa Catarina era, originalmente, todo coberto pelo bioma Mata Atlântica e a FOM ocupava 43% do seu território, de acordo com Klein (1978). Hoje, apenas 5% dos fragmentos poderiam ser considerados, em parte, primários, de acordo com o Inventário Florístico de Santa Catarina (Vibrans et al., 2012). Em Santa Catarina as regiões mais favoráveis à ocorrência da araucária encontram-se, principalmente, na porção central e oeste do estado, ou seja, no planalto paleozóico e planalto arenito-basáltico, sendo excluídas as áreas da baixada litorânea e a Serra do Mar. A exclusão se justifica, pois a porção da vertente do Atlântico, a partir da Serra Catarinense,



sendo bastante quente e úmida, especialmente no verão, favorece o desenvolvimento de outras formações florestais, com espécies folhosas de crescimento mais rápido que a araucária. A maior pluviosidade da região proporciona umidade quase idêntica a das florestas equatoriais, isto é, próxima à temperatura do ponto de orvalho durante grande parte do dia (Klein, 1975).

Desta forma, diversos estudos indicam que o clima é fator preponderante que condiciona a presença da Floresta com Araucária num determinado local. Entretanto, Fonseca et al. (2009), Rambo (1951) e Veblen (1982) sugerem que a distribuição natural da Floresta com Araucária não ocorre diretamente em função de condicionamentos ambientais como os climáticos, por exemplo, mas sim pela baixa competitividade da araucária frente às espécies latifoliadas tropicais. Veblen (1982) afirma que a evidência de que a araucária está no status de relicto, ou seja, de espécie que se encontra em retrogressão, pode ser melhor interpretada como uma resposta evolucionária da espécie em competição com outras espécies de árvores, em habitats que variam em estabilidade e estresse.

A Floresta com Araucária no Rio Grande do Sul ocorre na porção nordeste do Planalto Meridional (Serra do Nordeste) e na Serra do Sudeste (Escudo Sul Riograndense). Na Serra do Nordeste, parte meridional da longa feição da Serra Geral assentada sobre rochas basálticas, ocorre neve com frequência quase anual, entre as altitudes de 900 m a 1.400 m. Nos “Campos de Cima da Serra”, localizados no extremo nordeste do estado, em altitudes entre 900 m a 1.200 m, divisa com Santa Catarina, estão os municípios mais frios do País, juntamente com os localizados em Santa Catarina. As derivações mais ácidas do magmatismo basáltico tendem a sustentar os compartimentos mais elevados do planalto, tal como ocorre na Serra do Nordeste do Planalto Meridional. Todo o estado está sujeito a fortes geadas, que são mais comuns nas regiões de maiores altitudes, ocorrendo com menor frequência na Depressão Central e no Vale do Uruguai (Wrege et al., 2018).

A Serra do Sudeste, que faz parte do escudo cristalino Rio Grandense formado por rochas metamórficas e ígneas de idade pré-cambriana, se estende entre as latitudes 30° S e 32° S e alcança altitudes de até 550 m. Reitz et al. (1983) consideram que o limite sul da Floresta com Araucária está nesta serra, especificamente em Canguçu, a cerca de 31° de latitude Sul. Backes (1999) e Dutra e Stranz (2003) também indicam que os núcleos de Floresta com Araucária da Serra do Sudeste são pequenos, embora importantes fitogeograficamente. Registros recentes relatam a presença de pinheiros nativos em Cerro Largo no Uruguai (Arballo, 2019), na porção oeste daquele país, na fronteira com o Brasil, podendo tratar-se de uma população isolada, relacionada àquelas da Serra do Sudeste no Rio Grande do Sul.

Assim, verifica-se que, no Sul e Sudeste do Brasil, a Floresta com Araucária está presente tanto na Bacia Sedimentar do Paraná quanto nos blocos tectônicos componentes do embasamento cristalino. Desenvolve-se sobre solos formados a partir de litologias muito diferentes do ponto de vista petrográfico e mineralógico, tanto rochas ígneas básicas como basaltos, quanto ácidas, como granitos e riolitos. A floresta ocorre sobre solos eutróficos e outros ricos em alumínio trocável, desenvolvidos a partir de rochas ígneas alcalinas, tal como nos maciços alcalinos de Itatiaia (RJ) e Passa Quatro (MG), na Serra da Mantiqueira, e no Domo de Lages em Santa Catarina. Ocorre também sobre solos permeáveis formados sobre rochas sedimentares, que vão desde conglomerados e arenitos até folhelhos e siltitos que dão origem aos solos pouco permeáveis. Incluem-se, também, neste elenco de solos, aqueles formados sobre calcários e rochas metassedimentares, tais como mármore, dolomíticos ou não.

Sobre estas formações os solos podem, também, variar muito, desde Neossolos Quartzarênicos e Neossolos Regolíticos, que se caracterizam pela pequena profundidade de perfil, até Latossolos,



Argissolos, Nitossolos, Neossolos Flúvicos e vários tipos de Cambissolos, que tendem a ter perfis mais desenvolvidos (Santos et al., 2011).

Desta forma, a Floresta com Araucária se distribui em amplas condições ambientais, ocorrendo em diversas condições geológicas, pedológicas, geomorfológicas e climáticas, embora sua presença seja definida, sobretudo, por condições climáticas (Klein, 1960; Puchalski et al., 2006).

Ocorrência da Floresta com Araucária ou FOM – aspectos climáticos

Nas regiões da Floresta com Araucária, no estado de São Paulo, a temperatura média do ar é dois a três graus menor em todas as estações do ano, em relação à média geral do estado, considerando todos os pontos onde essa tipologia não ocorre, como já mencionado anteriormente. A temperatura média anual das regiões de ocorrência dessas florestas é 19,8 °C, a média de inverno é 15,2 °C e a média de verão é 22,5 °C (Tabela 1).

A altitude média das áreas com a Floresta com Araucária no estado é 902 m e varia de 700 m (municípios paulistas de Itapeva e Capão Bonito) a 1.620 m (Campos do Jordão, SP) e a mais de 2.000 m na Serra da Bocaina. Itapeva e Capão Bonito estão situados em latitudes maiores comparadas às de Campos do Jordão que, no entanto, apresenta altitudes mais elevadas (Tabela 1).

De modo geral, as altitudes mais elevadas são favorecidas com as precipitações pluviométricas no inverno e na primavera, por indução de chuvas orográficas, que aumentam a umidade relativa do ar. Entretanto, para o estado de São Paulo, apesar de as araucárias se situarem nas altitudes mais elevadas, não foi possível evidenciar diferenças significativas entre os volumes precipitados nas regiões da Floresta com Araucária e os volumes observados em outras tipologias. A precipitação pluviométrica anual acumulada das áreas da Floresta com Araucária foi, na média, 1.467 mm e, para as demais regiões, foi 1.392 mm (Tabela 1).

No Paraná, da mesma forma como ocorre em São Paulo, todas as temperaturas (média anual de janeiro e de junho) são significativamente menores nas regiões onde há a presença de araucária. A temperatura média do ar é 3 a 4 graus menor em todas as estações do ano, sendo a média anual das áreas com ocorrência natural de araucária de 17,9 °C, a média de julho de 13,6 °C e a média de janeiro de 21,5 °C (Tabela 1).

Para este Estado, quanto à precipitação pluviométrica, tanto para a acumulada em um ano como para a acumulada no verão, não foram verificadas, na média, diferenças entre as áreas de Floresta com Araucária e as demais áreas, assim como ocorreu em São Paulo, embora os valores no inverno tenham sido maiores onde há presença de araucária (Tabela 1). Nas zonas com araucária neste estado, o menor valor de precipitação acumulada no ano encontra-se no município de Jaguariaíva (1.396 mm) e a maior no município de Palmas (2.002 mm), ou seja, valores situados no intervalo indicados por Golfari et al. (1978). Os valores obtidos também corroboram os resultados de um estudo realizado na FOM, no estado do Paraná (Bertoldo et al., 2014), em que os autores afirmaram que “esses táxons” não toleram médias pluviométricas inferiores a 1.400 mm ano⁻¹, sendo muito seletivos em relação à temperatura e à umidade.



Tabela 1. Valores médios para variáveis climáticas para as áreas com a Floresta com Araucária (FA) e outras áreas com outros usos e ocupação das terras para os estado de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

	Variáveis	Outras áreas	Florestas com Araucária
São Paulo	Altitude (m) ⁽¹⁾	554,00	902,00
	Temperatura na primavera (°C) ⁽¹⁾	22,80	19,80
	Temperatura no verão (°C) ⁽¹⁾	24,50	22,10
	Temperatura no outono (°C) ⁽¹⁾	23,50	19,50
	Temperatura no inverno (°C) ⁽¹⁾	19,20	16,20
	Precipitação total na primavera (mm)	336,00	361,00
	Precipitação total no verão (mm)	636,00	655,00
	Precipitação total no outono (mm)	306,00	308,00
	Precipitação total no inverno (mm)	114,00	143,00
Paraná	Altitude (m) ⁽¹⁾	512,00	824,00
	Temperatura média anual (°C) ⁽¹⁾	21,13	17,90
	Temperatura média de julho (°C) ⁽¹⁾	16,74	13,60
	Temperatura média de janeiro (°C) ⁽¹⁾	24,40	21,50
	Umidade relativa (%) ⁽¹⁾	72,00	77,00
	Precipitação total (mm)	1.598,00	1.734,00
	Precipitação verão (mm)	540,00	525,00
	Precipitação inverno (mm) ⁽¹⁾	241,00	323,00
	Precipitação-evaporação (mm) ⁽¹⁾	389,00	851,00
Evaporação (mm) ⁽¹⁾	1.209,00	883,00	
Insolação (Hs) ⁽¹⁾	2.426,00	2.202,00	
Santa Catarina	Altitude (m) ⁽¹⁾	176,00	895,00
	Temperatura média anual (°C) ⁽¹⁾	19,70	16,50
	Temperatura média julho (°C) ⁽¹⁾	14,90	11,90
	Temperatura média janeiro (°C) ⁽¹⁾	24,00	21,00
	Precipitação total anual (mm) ⁽¹⁾	1.659,00	1.767,00
	Precipitação verão (mm) ⁽¹⁾	551,00	507,00
	Precipitação inverno (mm) ⁽¹⁾	314,00	407,00
	Disponibilidade hídrica anual (mm) ⁽¹⁾	746,00	975,00
	Evaporação (mm) ⁽¹⁾	913,00	792,00
	Insolação média mensal (horas)	154,00	170,00
	Insolação média mensal verão (horas)	167,00	186,00
	Insolação média mensal inverno (horas)	153,00	157,00
Rio Grande do Sul	Altitude (m) ⁽¹⁾	414,00	690,00
	Temperatura média anual (°C) ⁽¹⁾	18,34	16,90
	Risco de geada (%) ⁽¹⁾	0,59	0,72
	Precipitação total anual (mm)	1.775,00	1.732,00
	Precipitação de verão (mm)	432,00	450,00
	Precipitação de inverno (mm)	432,00	432,00
	Disponibilidade hídrica verão (mm) ⁽¹⁾	75,00	128,00
	Disponibilidade hídrica inverno (mm)	325,00	325,00
	Evaporação verão (mm)	357,00	322,00
	Evaporação inverno (mm)	107,00	107,00
	Insolação verão (horas) ⁽¹⁾	234,00	216,00
	Insolação inverno (horas)	160,00	159,00
	Umidade relativa verão (%) ⁽¹⁾	74,00	76,00
Umidade relativa inverno (%)	79,00	79,00	

⁽¹⁾Diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade.



Comparativamente, nas áreas de Floresta com Araucária, na média, para o Paraná, a insolação é significativamente menor, o que exerce influência na disponibilidade hídrica, ou seja, na diferença entre o volume de água que precipita e ingressa no sistema solo-planta e o volume de água que é evapotranspirado (ETP) e passa do sistema solo-planta para a atmosfera. O saldo P-ETP é maior onde as araucárias ocorrem. Assim, para o Paraná, apesar de a precipitação pluviométrica total anual ser igual entre as áreas com e sem Floresta com Araucária, há menor evapotranspiração (e maior umidade relativa) nas regiões onde há a presença da araucária.

A menor evapotranspiração também é consequência da maior nebulosidade e menor temperatura. As regiões da Floresta com Araucária se diferenciaram das outras áreas quanto à nebulosidade, que é maior, o que corrobora as observações de Oliveira-Filho et al. (2015) sobre a relação entre a distribuição da araucária e a nebulosidade.

A altitude média é mais elevada onde há presença da Floresta com Araucária no Paraná, porém em altitudes menores quando comparadas às altitudes de São Paulo. Na amostragem realizada neste estudo, a araucária ocorre, naturalmente, desde 516 m em Telêmaco Borba até 1.340 m, em Palmas, PR.

Para Santa Catarina, a temperatura média mensal é 16,5 °C, 19,6 °C para o mês de janeiro (mês mais quente) e 11,9 °C para julho (o mês mais frio) (Tabela 1), sendo todas as temperaturas menores para as áreas de Florestas com Araucária. As temperaturas médias mais baixas e maior frequência de geadas estão relacionadas com as áreas da FOM (Uhlmann et al., 2012).

Leite (1994), Veloso et al. (1991) e Sevegnani et al. (2016) afirmaram que a isoterma de 16 °C está relacionada com altimetrias equivalentes a 750 m e 1.000 m e indica o início da faixa de ocorrência da FOM para Santa Catarina. Neste trabalho, a altitude das regiões da Floresta com Araucária variou entre 454 m, no município de Agrolândia (microrregião de Rio do Sul) a 1.407 m, em São Joaquim, sendo a altitude média situada em 895 metros. Backes (1999) e Reitz e Klein (1966) indicaram a altitude da FOM entre 500 m e 1.800 m para Santa Catarina, o que corrobora os dados registrados, embora altitudes superiores (1.800 m) possam ser encontradas numa amostragem com maior número de pontos de localização.

A precipitação pluviométrica anual acumulada encontrada nas áreas da FOM situa-se, na média, em 1.767 mm, estando dentro da faixa de 1.500 mm a 2.100 mm, estabelecida por Nimer (1979), Pandolfo et al. (2002) e Wrege et al. (2011), para as áreas da FOM em Santa Catarina. Puchalski et al. (2006) encontraram valores entre 1.400 mm e 1.900 mm para nove locais distintos de ocorrência natural de FOM naquele estado. A precipitação pluviométrica total anual e a de julho são maiores, mas o valor total de verão é menor, evidenciando que a FOM ocorre em regiões tendendo a um clima mais temperado. A disponibilidade hídrica é maior, considerando o ano todo, o que resulta em maior oferta hídrica, especialmente no inverno.

Comparativamente, a evapotranspiração anual acumulada foi, na média, 792 mm, sendo menor para a região da Floresta com Araucária em Santa Catarina, mesmo considerando valores médios de verão (298 mm) e de inverno (110 mm). A insolação média mensal (inverno e verão) e anual, ao contrário do que ocorre no estado do Paraná, não apresentou diferenças significativas entre as áreas com e sem Floresta com Araucária, embora resultados diferentes possam ser obtidos intensificando-se a amostragem.

No Rio Grande do Sul, a Floresta com Araucária ocorre nas Serras do Nordeste e do Sudeste. A temperatura média anual está entre 15 °C e 18 °C e com valor médio de 17 °C (Tabela 1). A média das temperaturas mínimas de inverno situa-se entre 6,5 °C e 9,3 °C, com valor médio de 8,2 °C e a



média das temperaturas máximas de verão entre 24,6 °C e 28,5 °C, com média de 27 °C. O risco de geada é maior, com 72% de chance de ocorrência nas áreas da Floresta com Araucária, comparado a 59% para as outras áreas no estado. Isto significa que, a cada dez anos, em sete há ocorrência de geadas, enquanto nas outras áreas as geadas ocorrem a cada seis anos (Wrege et al., 2018).

Nas áreas de Floresta com Araucária, a precipitação pluviométrica varia de 1.500 a 1.900 mm, com média de 1.732 mm, situando-se numa faixa intermediária para o estado, que varia de 1.200-1.300 a 2.300-2.400 mm (Wrege et al., 2011). Assim, as áreas da FOM não se diferenciam, em termos de pluviometria, das outras áreas. Isto é válido para a média anual total, de verão e de inverno.

A umidade relativa do ar no verão é 76%. No estado do Rio Grande do Sul, entre a região mais seca e a mais úmida, ocorrem variações entre 64% a 88% na umidade relativa média do verão. O valor médio mensal de insolação no verão, nas áreas da Floresta com Araucária, é menor (216 h) quando comparado ao de áreas sem ocorrência da tipologia (234 h). Nesse mesmo estado, os valores variam entre 160 h e 270 h (Wrege et al., 2011).

Na Serra do Sudeste, a presença da araucária está relacionada com um clima tendendo ao temperado onde, no verão, o fotoperíodo é maior, repercutindo em maiores valores de insolação e evapotranspiração nesta estação. Nos mapas de vegetação do Rio Grande do Sul (e.g. Hasenack et al., 2010), esta área pertence à Floresta Estacional e não à FOM. Uma discussão sobre a presença das araucárias na Serra do Sudeste encontra-se no trabalho de Carlucci et al. (2011). A evaporação média no verão é maior nas áreas sem Floresta com Araucária (322 mm contra 357 mm).

Nas áreas mais elevadas da Serra do Sudeste, tipo de planalto dissecado do sudeste gaúcho, a altitude menor pode ser compensada pela maior latitude, pois a araucária ocorre nos municípios de Santana da Boa Vista, Canguçu e Pelotas, em altitudes de 239 m, 291 m e 369 m, respectivamente. Estas constituem as menores altitudes encontradas para toda a distribuição da araucária no Brasil. Já a maior altitude observada com presença de FOM no estado foi 1.053 m, na Serra do Nordeste.

Aspectos climáticos e comparação entre os estados

Analisando-se as informações obtidas, verifica-se que a Floresta com Araucária sempre ocorre em áreas de maior altitude, que também são as mais frias. A temperatura normalmente decresce com a elevação da altitude em uma proporção de, aproximadamente, 1 °C/100 m (gradiente adiabático do ar seco). Como o gradiente térmico médio depende, também, da umidade relativa do ar, decrescendo quando o ar começa a se saturar por liberação de calor latente de condensação, o decréscimo da temperatura média com a altitude se reduz até em torno de 1 °C a cada 180 metros (Dury, 1972).

A influência da altitude sobre o clima é bastante complexa, pois, além de gerar gradientes térmicos e eventos de geada, afeta igualmente a pressão atmosférica, reduzindo-a e provocando o aumento da radiação solar, da nebulosidade e da precipitação pluvial (Jones, 1992). Nas regiões mais frias há maior ocorrência de geadas e, segundo Wrege et al. (2016), esse fenômeno é determinante na distribuição de *A. angustifolia*. A umidade também é um fator importante, evidenciando-se uma estreita relação entre maior oferta hídrica e o crescimento da araucária (Fernández, 1989). Golfari et al. (1978) afirmam que a araucária não tolera condições de seca e que as precipitações pluviométricas favoráveis estão na faixa entre 1.250 mm e 2.000 mm, podendo haver secas periódicas desde que não ocorram no inverno.

Pulchaski et al. (2026) observam que nas condições de clima com verão quente (Cfa) não se encontram populações naturais da espécie, pois o crescimento de outras espécies que apresentam



maior regeneração e crescimento mais vigoroso é favorecido, o que determina uma condição de competição desfavorável à araucária

Assim, conclui-se que uma das variáveis climáticas mais importantes para a Floresta com Araucária é a disponibilidade hídrica, ou seja, o balanço positivo entre a precipitação pluviométrica e a evapotranspiração. As altas temperaturas, geralmente, estão associadas com elevado potencial de evapotranspiração. Desta forma, mesmo que a precipitação pluviométrica seja maior, o balanço hídrico pode ser baixo, ou zero ou negativo (Sevegnani et al., 2016).

A latitude também influencia na temperatura, pois, em latitudes maiores, o clima passa a ter características mais definidas de clima temperado, com diferenças mais nítidas entre as estações do ano, embora, em distâncias mais reduzidas ou em latitudes próximas, as grandes diferenças de temperatura ocorram devido à rugosidade do terreno, decorrentes dos efeitos da variação da altitude e da nebulosidade, e não da latitude. Pode haver, também, grandes diferenças nas condições de temperatura entre os locais a barlavento e os situados a sotavento de uma montanha (Ometto, 1981) e, também, das vertentes que recebem maior ou menor radiação solar.

Segundo Maack (1981), a distribuição contínua da araucária tem seu limite altitudinal inferior de 500 m para os estados de Paraná e Santa Catarina, abaixo do qual a espécie só ocorre de forma descontínua e nas linhas de escoamento de ar frio. Roderjan et al. (2002) afirmam que, no Paraná, as araucárias aparecem na cota de 650-700 m, enquanto em São Paulo elas surgem acima dos 750-800 m, valores próximos aos obtidos neste trabalho.

De acordo com Backes (1999), a Floresta com Araucária é bem delimitada por clima temperado, com alto índice de chuvas e com geadas frequentes, sendo coincidente à isoterma anual de 18 °C. Isto se verifica para os estados da região Sul, mas não para São Paulo, onde a região da Floresta com Araucária apresenta temperatura média anual de 19,8 °C, a mais elevada dentre todos os estados.

A média mensal pode atingir valores inferiores a 10 °C nos meses mais frios e superiores a 20 °C nos meses mais quentes (Backes, 1999). Isto foi observado nas áreas da FOM em todos os Estados. Um comparativo entre a temperatura média anual, média da precipitação pluviométrica anual acumulada e altitude média para os estados do Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e São Paulo pode ser visualizado na Figura 2.

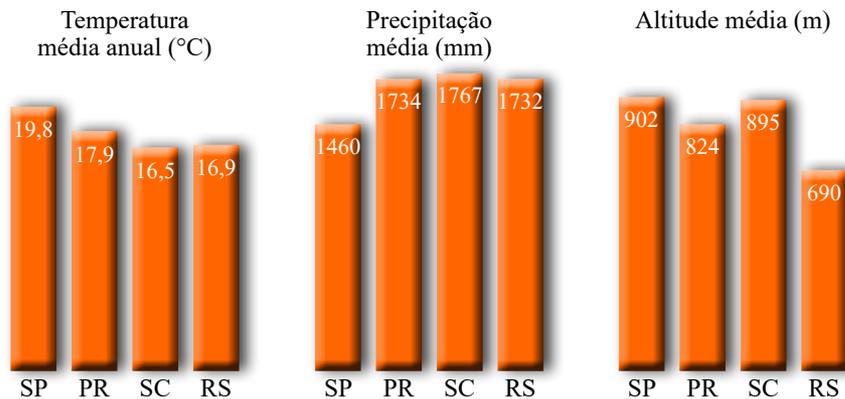


Figura 2. Comparação da temperatura média anual, precipitação pluviométrica acumulada anual e altitude entre as áreas de Floresta com Araucária nos estados da região Sul e São Paulo.



Considerações finais

As áreas naturais da Floresta com Araucária apresentam sempre temperaturas menores e maiores riscos de ocorrência de geadas, quando comparadas às outras áreas, com outros tipos de vegetação, com exceção dos campos de altitude que não foram considerados neste trabalho. Em cada Estado há uma particularidade em relação à insolação, evapotranspiração, disponibilidade hídrica, precipitação pluviométrica e nebulosidade.

A umidade relativa do ar é sempre maior nas áreas ocupadas pela FOM, independentemente de haver menor pluviosidade, e a precipitação pluviométrica é variável. Considerando São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul não há diferença entre as precipitações pluviométricas das áreas com e sem Floresta com Araucária. Entretanto, em geral, a disponibilidade hídrica é, no mínimo, maior nas áreas naturais da Floresta com Araucária.

As altitudes são maiores em todos os Estados embora, no caso da Serra do Sudeste, no Rio Grande do Sul, as araucárias ocorram a uma altitude de até 240 m. Isto é possível devido à posição meridional de latitude superior aos 30° S da área.

Como a Floresta com Araucária é mantida apenas em áreas menos favoráveis às espécies latifoliadas, seu condicionamento permanece sendo climático, mesmo indiretamente. Assim, com o aquecimento global, a araucária apresenta elevada vulnerabilidade, podendo ficar restrita a áreas cada vez mais elevadas e, ou em latitudes maiores. Desta forma, haveria a gradativa substituição da FOM por outras florestas que a circundam.

A Floresta com Araucária ocorre em diversos substratos litológicos ao longo da região Sul do Brasil e de São Paulo, o que inclui solos de diversas classes e diferentes fertilidade, textura e profundidade efetiva. Os solos podem apresentar caráter eutrófico, distrófico e álico.

As informações aqui disponibilizadas poderão auxiliar na definição de estratégias de ação voltadas para a conservação da Floresta com Araucária, especialmente considerando as mudanças climáticas globais, na conservação in situ e no estabelecimento de Unidades de Conservação. Por outro lado, estudos envolvendo um maior número de estações meteorológicas amostradas, com um conjunto maior de variáveis climáticas, poderão elucidar, com maiores detalhes, a questão de radiação, nebulosidade e evapotranspiração das áreas de Floresta com Araucária.

Referências

- AB'SÁBER, A. N. O domínio dos “mares de morros” no Brasil. **Geomorfologia**, n. 2, p. 1-9, 1966.
- ARBALLO, E. **Caracterización de los bosques nativos uruguayos según sus aves**. Disponível em: <http://www.guayubira.org.uy/monte/seminario/ponencias/Arballo.pdf>. Disponível em: 13 nov. 2019.
- BACKES, A. Condicionamento climático e distribuição geográfica de *Araucária angustifolia* (Bertol.) Kuntze no Brasil - II. **Pesquisas: Botânica**, v. 49, p. 31-51, 1999.
- BEHLING, H. Late Quaternary vegetation, fire and climate dynamics of Serra do Araçatuba in the Atlantic coastal mountains of Paraná State, southern Brazil. **Veget Hist Archaeobot**, v. 16, p. 77-85. 2007.
- BERTOLDO, É.; PAISANI, J. C.; OLIVEIRA, P. E. de. Registro de Floresta Ombrófila Mista nas regiões sudoeste e sul do Estado do Paraná, Brasil, durante o Pleistoceno/Holoceno. **Hoehnea**, v. 41, n. 1, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S2236-89062014000100001>.
- CAMPOS, J. B.; SILVEIRA FILHO, L. (coord.). **Ecossistemas paranaenses: floresta com Araucária**. Curitiba: Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2010. v. 4.



CARLUCCI, M. B.; JARENKOW, J. A.; DUARTE, L. D. S.; PILLAR, V. D. Conservação da floresta com araucária no extremo sul do Brasil. **Natureza e Conservação**, v. 9, p. 111-114, 2011.

CARPANEZZI, A. A.; PEREIRA, J. C. D.; CARVALHO, P. E. R.; REIS, A.; VIEIRA, A. R. R.; ROTTA, E.; STURION, J. A.; RAUEN, M. J.; SILVEIRA, R. A. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no estado de Santa Catarina**. Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1988. 113 p. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 21). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/294054>.

CARVALHO, M. M. X. Os fatores do desmatamento da floresta com araucária: agropecuária, lenha e indústria madeireira. **Revista Esboços**, v. 18, n. 25, p. 32-52, 2011. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7976.2011v18n25p32>.

CASTRO, M. B. de. **Vulnerabilidade climática da *Araucaria angustifolia* na Mata Atlântica**. 2015. 65 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

COOK, K. H. South American climate variability and change: remote and regional forcing processes. In: VIMEUX, F.; SYLVESTRE, F.; KHODRI, M. (ed.). **Past climate variability in South America and Surrounding Regions**. Dordrecht: Springer, 2009. p. 193-212. (Developments in paleoenvironmental research, 14).

DURY, G. H. High temperature extremes in Austrália. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 62, n. 3, p. 388-400, 1972.

DUTRA, T. L.; STRANZ A. História das Araucariaceae: a contribuição dos fósseis para o entendimento das adaptações modernas da família no Hemisfério Sul, com vistas a seu manejo e conservação. In: RONCHI, L. H.; COELHO, O. G. W. (ed.). **Tecnologia diagnóstica e planejamento ambiental**. São Leopoldo: UNISINOS, 2003. p. 293-351.

FERNANDÉZ, R. A. **Identificação dos atributos do solo determinantes da qualidade de sítio para *Araucaria angustifolia* (BERT) O. Ktze., com apoio na metodologia da análise estrutural**. 1989. 154 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

FONSECA, C. R.; SOUZA, A. F.; LEAL-ZANCHET, A. M.; DUTRA, T.; BACKES, A.; GANADO, G. (Ed.). **Floresta com Araucária: ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável**. Ribeirão Preto: Holos, 2009. 328 p.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; WREG E, M. S. Fatores climáticos limitantes da distribuição da araucária no estado do Paraná e as implicações para sua restauração. **Revista Ra'e Ga Espaço Geográfico em Análise**, v. 44, p. 258, 2018a.

FRITZSONS, E.; WREGGE, M. S.; MANTOVANI, L. E. A distribuição natural do pinheiro-do-paraná no estado do Rio Grande do Sul, Brasil: a influência de fatores climáticos e geomorfológicos. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 22, p. 118-132, 2018b. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v22i0.51315>.

FRITZSONS, E.; WREGGE, M. S.; MANTOVANI, L. E. Climatic aspects related to the distribution of brazilian pine in the state of Santa Catarina. **Floresta**, v. 48, p. 503, 2018c. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v48i4.53272>.

FRITZSONS, E.; WREGGE, M. S.; MANTOVANI, L. E. Fatores climáticos limitantes para a distribuição da araucária no estado de São Paulo. **Scientia Forestalis**, v. 45, n. 116, p. 663-672, 2017.

GOLFARI, L.; CASER, R. L.; MOURA, V. P. G. **Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil**. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1978. 66 p. (PRODEPEF. Série Técnica, 11).

HASENACK, H.; WEBER, E.; BOLDRINI, I.; TREVISAN, R. **Mapa de sistemas ecológicos da ecorregião das Savanas Uruguaias em escala 1:500.000**. Porto Alegre: UFRGS/Centro de Ecologia, 2010.

HIRUMA, S. T.; RICCOMINI, C.; MODENESI-GAUTTIERI, M.; HACKSPACHER, P. C.; NETO, JULIO, C. H.; FRANCO-MAGALHÃES, A. O. B. S. T. Denudation history of the Bocaina Plateau, Serra do Mar, southeastern Brazil: relationships to Gondwana breakup and passive margin development. **Gondwana Research**, v. 18, v. 4, p. 674-687, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gr.2010.03.001>.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manuais técnicos em geociências: técnico da vegetação brasileira**, 1. Rio de Janeiro, 2012. 271 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>. Acesso em: 12 set. 2019.

JONES, H. G. **Plants and microclimate: a quantitative approach to environmental plant physiology**. Cambridge: Cambridge University, 1992.



- KLEIN, R. M. **Mapa fitogeográfico do estado de Santa Catarina**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1978. p.1-24. (Flora ilustrada catarinense).
- KLEIN, R. M. O aspecto dinâmico do pinheiro brasileiro. *Sellowia*, v. 12, p.17-48, 1960.
- KLEIN, R. M. Southern brazilian phytogeographic features and probable influence of upper quaternary climatic changes in the floristic distribution. *Boletim Paranaense de Geociências*, n. 33, 1975.
- KRONKA, F. J. N. (org.). **Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2005. 200 p.
- LEITE, P. F. **As diferentes unidades fitoecológicas da Região Sul do Brasil**. 1994. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- LEITE, P. F.; KLEIN, R. M. Vegetação. In: IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro, 1990. v. 2. p. 113-150.
- LIEBSCH, D.; MAÇANEIRO, J.; MARCON, A.; GALVÃO, F. Influência de impactos antrópicos em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 36, n. 87, p. 277-287, 2016. DOI: <https://doi.org/10.4336/2016.pfb.36.87.1213>.
- MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio, 1981. 442 p.
- MAACK, R. **Mapa fitogeográfico do Estado do Paraná**. Curitiba: IBPT-SAIC/INP, 1950. Mapa 115 x 80 cm. 1:750.000.
- MANTOVANI, L. E.; FRITZSONS, E.; PARANHOS FILHO, A. C.; MONTEIRO, C. da S. A evolução dinâmica das savanas subtropicais sul americanas. *Revista de Estudos Ambientais*, v. 5, n.1, p. 42-55, 2003.
- MANTOVANI, A.; MORELLATO, P. C.; REIS, M. S. dos. 2004. Reproductive phenology and seed production of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 27, n. 4, p. 787-796, 2004.
- MATTOS, J. R. **O pinheiro brasileiro**. 2. ed. Lages: Artes Gráficas Princesa, 1994. 225 p.
- NATIONAL WEATHER SERVICE. **National Oceanic and atmospheric administration**. Disponível em: https://www.weather.gov/arx/why_frost. Acesso em: 12 set. 2019.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 422 p. (Recursos naturais e meio ambiente).
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; BUDKE, J. C.; JARENKOW, J. A.; EISENLOHR, P. V.; NEVES, D. R. M. Delving into the variations in tree species composition and richness across South American subtropical Atlantic and Pampean forests. *Journal of Plant Ecology*, v. 8, n. 3, p. 242-260, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1093/jpe/rtt058>.
- OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. p. 129-132.
- PANDOLFO, C.; BRAGA, H. J.; SILVA JÚNIOR, V. P.; MASSIGNAN, A. M.; PEREIRA, E. S.; THOMÉ, V. M. R. **Atlas climatológico digital do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2002.
- PUCHALSKI, A.; MANTOVANI, M.; REIS, M. S. Variação em populações naturais de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. associada a condições edafo-climáticas. *Scientia Forestalis*, v. 70, p. 137-148, 2006.
- RAMBO, B. O elemento andino no pinhal riograndense. *Anais Botânicos*, n. 3, p. 7-39, 1951.
- REITZ, R.; KLEIN, R. M. Araucariáceas. *Flora Ilustrada Catarinense*. Itajaí: Herbario Barbosa Rodrigues, 1966.
- REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS A. Projeto madeira do Rio Grande do Sul. *Sellowia*, n. 34-35, p. 1-525, 1983.
- RICCOMINI, C.; SANT'ANNA, L. G.; FERRARI, A. L. Evolução geológica do Rift continental do Sudeste do Brasil. In: MANTESSO NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO-NEVES, B. B. de. (ed.). **Geologia do continente Sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: BECA, 2004. p. 385-405.
- RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACK, G. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná. *Ciência e Ambiente*, v. 24, p. 75-92, 2002.
- SANTOS, H. G. dos; CARVALHO JUNIOR, W. de; DART, R. de O.; AGLIO, M. L. D.; SOUSA, J. S. de; PARES, J. G.; FONTANA, A.; MARTINS, A. L. da S.; OLIVEIRA, A. P. de. **O novo mapa de solos do Brasil: legenda atualizada**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 67 p. (Embrapa Solos. Documentos, 130.)



SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Inventário florestal nacional**: principais resultados: Paraná. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2018. 84 p.

SEVEGNANI, L.; UHLMANN, A.; GASPER, L.; MEYER, L.; VIBRANS, A. C. Climate affects the structure of mixed rain forest in southern sector of Atlantic domain in Brazil. *Acta Oecologica*, v. 77, p. 109-117, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actao.2016.10.002>.

THOMAS, P. *Araucaria angustifolia*. In: THE IUCN Red List of Threatened Species, 2013. DOI: 10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T32975A2829141.en.

THORNTON, C. W. An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*, v. 38, n. 1, p. 55-94, 1948.

UHLMANN, A.; GASPER, A. L. de; SEVEGNANI, L.; VIBRANS, A. C.; MEYER, L.; LINGNER, D. V. Fitogeografia de Santa Catarina. In: VIBRANS, A. C.; SEVEGNANI, L.; GASPER, A. L. de; LINGNER, D. V. (ed.). **Inventário florístico florestal de Santa Catarina**: diversidade e conservação dos remanescentes florestais. Blumenau: Edifurb, 2012. v. 1. p. 113-126.

VEBLEN, T. T. Regenerations patterns in *Araucaria araucana* forests in Chile. *Journal of Biogeography*, v. 9, n. 1, p. 11-28, 1982.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira**: adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 112 p.

VIBRANS, A. C.; SEVEGNANI, L.; GASPER, A. L. de; LINGNER, D. V. **Inventário florístico florestal de Santa Catarina**. Blumenau: Edifurb, 2012. 6 v.

WREGE, M. S.; HIGA, R. C. V.; BRITZ, R. M.; GARRASTAZU, M. C.; SOUSA, V. A. de; CARAMORI, P. H.; RADIN, B.; BRAGA, H. J. Climate change and conservation of *Araucaria angustifolia* in Brazil. *Unasylva*, v. 60, n. 231/232, p. 30-33, 2009.

WREGE, M. S.; SOUSA, V. A. de; FRITZSONS, E.; SOARES, M. T. S.; AGUIAR, A. V. de. Predicting Current and Future geographical distribution of *Araucaria* niche modeling. *Environmental and Ecology Research*, v. 4, p. 269-279, 2016. DOI: <https://doi.org/10.13189/ eer.2016.040506>.

WREGE, M. S.; STEINMETZ, S.; REISSER JUNIOR, C.; ALMEIDA, I. R. **Atlas climático da região Sul do Brasil**: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 336 p.

WREGE, M. S.; FRITZSONS, E.; SOARES, M. T. S.; PRELA-PÂNTANO, A.; STEINMETZ, S.; CARAMORI, P. H.; RADIN, B.; PANDOLFO, C. Risco de ocorrência de geadas na Região Centro-Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 22, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v22i0.57306>.