

Variação em populações naturais de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O.Kuntze associada a condições edafo-climáticas¹

Variation in *Araucaria angustifolia* (Bert.) O.Kuntze natural populations associated with climate and soil conditions

²Ângelo Puchalski; ²Marcelo Mantovani e ³Maurício Sedrez dos Reis

Resumo

A *Araucaria angustifolia* é uma espécie que desde o início da colonização teve suas florestas intensamente exploradas, restando hoje 2 a 4 % da sua área original. O presente trabalho teve como principal objetivo estudar populações naturais de *Araucaria angustifolia* conjuntamente com as características climáticas e edáficas da sua área de ocorrência natural, visando caracterizar a sua distribuição nas diferentes condições de clima e solo no Estado de Santa Catarina. Para execução do trabalho foram utilizadas 9 áreas de estudo, caracterizando o seu clima, solo e estrutura demográfica das populações da espécie. Os dados demográficos, climáticos e edáficos obtidos foram analisados através de técnicas de análise multivariada (análise de agrupamento e análise dos componentes principais). Os resultados indicam que dentro da área de ocorrência da araucária no Estado existem diferenças ambientais que condicionam diferenças na estrutura demográfica, e possivelmente também diferenças genéticas entre as populações naturais da espécie. Portanto, todos estes ambientes são importantes para garantir a conservação da araucária.

Palavras-chave: *Araucaria angustifolia*, Estrutura demográfica, Clima, Solo, Análise multivariada

Abstract

Since the beginning of the colonization this species was exploited intensely remaining today 2 to 4% of its original area. The main objective of this work was study characteristics of natural populations of *Araucaria angustifolia* and the climatic and edaphic characteristics in natural occurrence areas of the species, attempting to characterize its distribution in the different climate and soil conditions in Santa Catarina State. Nine natural occurrence areas of *A. angustifolia* were studied. Surveys were carried out in these areas to characterize the demographic structure of the species and it was also characterized the climate and the soil. The demographic, climatic and edaphic data obtained were analyzed through multivariate analysis techniques (cluster analysis and PCA - principal components analysis). The results of this work indicated that in araucaria occurrence area in Santa Catarina State there are environmental differences in demographic structure, and possibly genetic differences among natural populations of the species, too. Therefore, all these environments are important to guarantee araucaria conservation.

Keywords: *Araucaria angustifolia*, Demographic structure, Climate, Soil, Multivariate analysis

INTRODUÇÃO

A distribuição de uma espécie ao longo da paisagem pode ser descrita em termos geográficos e ecológicos. A história de dispersão também é um fator importante para determinar a distribuição geográfica de uma espécie. Alguns limites geográficos também são fixados por fatores ecológicos como o clima e a competição com outras espécies (FUTUYMA, 1992).

As condições de clima e solo dentro da paisagem determinam vários climaxes locais ou edáficos, den-

tro de um mesmo clímax regional. Estes estados de clímax são dinâmicos dentro das comunidades de um determinado local e não podem ser considerados um estado final estável (ODUM, 1988; PIANKA, 1994).

O reconhecimento das características do ambiente onde uma espécie ocorre pode colaborar na compreensão da sua auto-ecologia, uma vez que os fatores ambientais tais como as condições do clima e do solo, influenciam o desenvolvimento das espécies.

Reitz *et al.* (1978) no final da década de 70 chamaram a atenção para a inexistência de in-

¹Trabalho desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal de Santa Catarina.

²Pesquisador do Núcleo de Pesquisas em Florestas Tropicais - Centro de Ciências Agrárias da UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina - Caixa Postal 476 - Florianópolis, SC - 88040-900 - E-mail: puchalski@cca.ufsc.br; E-mail: marcelomanto@yahoo.com

³Professor Adjunto do Departamento de Fitotecnia da UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina e Pesquisador do Núcleo de Pesquisas em Florestas Tropicais - Centro de Ciências Agrárias - Caixa Postal 476 - Florianópolis, SC - 88040-900 - E-mail: msreis@cca.ufsc.br

formações precisas sobre o comportamento da araucária em climas e solos diversos.

Por outro lado, no início do século XX cerca de 35% da cobertura vegetal dos estados do sul do Brasil estavam representados pela Floresta Ombrófila Mista. O intenso processo de exploração predatória fez com que as reservas naturais da araucária estejam atualmente limitadas a valores estimados entre 2 a 4% da área original (GUERRA *et al.*, 2002).

Apesar da araucária ser uma espécie nativa intensamente explorada desde o início do século passado, muitos aspectos sobre a sua auto-ecologia e desenvolvimento não foram completamente estudados. A compreensão de questões como, a relação solo/planta em condições ambientais específicas, nas quais a araucária se estabeleceu na sua área de ocorrência natural, podem ajudar futuramente na elaboração de estratégias que visem à conservação e o manejo da espécie.

O presente trabalho teve como objetivo estudar populações naturais de *Araucaria angustifolia* conjuntamente com as características climáticas e edáficas da sua área de ocorrência natural, visando caracterizar a sua distribuição nas diferentes condições de clima e solo no Estado de Santa Catarina.

MATERIAL E MÉTODOS

Áreas de estudo

Foram estudadas 9 áreas com ocorrência natural da *A. angustifolia* no Estado de Santa Catarina que estão apresentadas na Tabela 1.

Caracterização da estrutura demográfica

Em cada uma das áreas selecionadas foram implantadas parcelas, com dimensões de 40 x 40 metros para realização dos levantamentos demográficos. Nas áreas de TB, CA, SD, CH, AF, RA e SJ foram implantadas quatro parcelas enquanto que nas áreas de GG e SJC foram implantadas três parcelas.

Todas as plantas de araucária encontradas nas parcelas tiveram as suas alturas totais e o DAP (diâmetro a altura do peito) mensurados. O DAP foi mensurado apenas para as plantas que possuíam altura superior a 1,30 m.

Após a coleta dos dados, calculou-se para cada local: o número total de plantas/ha, o número total de plantas/ha com DAP<5cm, a relação entre o número de plantas/ha com DAP<5cm e o número total de plantas/ha, o DAP máximo, a altura total máxima, a altura média das plantas com DAP>5cm, a altura mínima das plantas com DAP>5cm, a altura média das plantas com DAP>40cm, a altura

mínima das plantas com DAP>40cm, a área basal média/ha (AB) e o volume médio aparente/ha (volume do cilindro - V_0).

Caracterização edáfica e climática

A caracterização edáfica das áreas de estudo foi realizada por levantamentos bibliográficos e coleta de amostras na profundidade de 0 a 40 cm para posterior análise no laboratório de solos do CAV-UDESC. As variáveis edáficas utilizadas foram: profundidade, teores de argila, pH, pH_{SMP} , teores de P, K, matéria orgânica (MO), Ca, Mg, Al, soma de bases (SB), saturação de bases (V), capacidade de troca de cátions total (CTC) e saturação por alumínio (m).

A caracterização da profundidade média do solo foi realizada com base nos tipos de solo mais frequentes em cada local, referenciados pela literatura (SANTA CATARINA, 1973). Para cada local foi estimado um valor (score) utilizado para representar as diferentes profundidades médias encontradas. O cálculo do score foi realizado considerando a ordem dos tipos de solo segundo Embrapa (1999). Desta forma, foi considerado que a profundidade dos solos aumenta na seguinte ordem: 1 - Neossolos litólicos (mais rasos), 2 - Cambissolos, 3 - Nitossolos e 4 - Latossolos (mais profundos). Nas situações onde existiam mais de um tipo de solo frequente em um local, foi calculado um score médio.

A caracterização climática de cada local foi realizada com base nas informações disponíveis no CD-ROM do Atlas climatológico digital do Estado de Santa Catarina (PANDOLFO *et al.*, 2002).

Os dados climáticos utilizados foram: a média das temperaturas máximas anuais (tmx), a média das temperaturas mínimas anuais (tm), precipitação média anual (Pm), umidade relativa do ar média anual (U), evapotranspiração média anual (E), insolação média anual (I), número médio de geadas em maio (g5), número médio de geadas em setembro (g9), número médio de geadas anuais (Ngt).

Análise e interpretação dos resultados

Os dados demográficos, climáticos e edáficos obtidos foram organizados respectivamente em 3 matrizes utilizadas para a análise de agrupamentos e análise dos componentes principais (ACP).

As matrizes utilizadas para as análises tiveram seus descritores previamente padronizados (média=0 e variância=1) (SNEATH e SOKAL, 1973), para reduzir o possível efeito dominante de algum descritor nas análises, em função de diferenças entre a amplitude das escalas utilizadas.

Tabela 1. Resumo contendo algumas características dos 9 locais escolhidos para as avaliações edafo-climáticas associadas às áreas de ocorrência natural de *Araucaria angustifolia* no Estado de Santa Catarina. (Summary containing some characteristics of the 9 places chosen for the evaluations of the edaphic and climatic characteristics associated to the natural occurrence areas of *Araucaria angustifolia* in Santa Catarina State).

Área	Local/ Instituição	Município	Latitude S	Longitude W	Alt. (m)	Área do fragmento avaliado	Tipo de ação antrópica (exploração)		Estágio Sucessional
							Passado	Atual	
1-TB	FLONA de Três Barras / IBAMA	Três Barras	26°06'23,5"	59°19'20,2"	780	≅ 25 ha	Corte raso da araucária (≅ 50 anos)	Extrativismo de erva-mate e pinhão	Secundário médio
2-CA	Reserva Genética Caçador / Embra-pa-Epagri	Caçador	26°51'12,2"	50°57'5,9"	1050	≅ 100 ha	Corte seletivo da araucária (≅ 80 anos)	Conservação	Secundário avançado/ mata primária
3-SD	Parque Estadual das Araucárias / Fatma	São Domingos	26°28'06,5"	52°34'21,1"	740	≅ 100 ha	Corte raso e manejo da araucária	Conservação	Secundário avançado
4-CH	FLONA de Chapecó / IBAMA	Chapecó	27°06'10,5"	52°46'48,8"	580	≅ 100 ha	Corte raso /seletivo araucária (≅ 50 anos)	Coleta de sementes (pinhão)	Secundário avançado
5-AF	Fazenda Amola Faca / Epagri	São José do Cerrito	27°48'58,3"	50°19'34,8"	900	≅ 30 ha	Corte seletivo da araucária	Pecuária	Secundário médio
6-RA	Fazenda Rancho Alegre / Propriedade Privada	Lages	27°53'18,5"	50°15'18,7"	950	≅ 10 ha	Corte seletivo da araucária (≅ 80 anos)	Pecuária	Secundário avançado
7-GG	Fazenda Guamirim Gateados / Prop. Privada	Campo Belo do Sul	27°57'27,4"	50°49'28,0"	970	≅ 50 ha	Corte seletivo da araucária	Pecuária	Secundário avançado
8-SJ	Parque Nacional de São Joaquim / IBAMA	Urubici	28°10'04,2"	49°35'50,2"	1650	≅ 50 ha	Corte raso /seletivo araucária (≅ 50 anos)	Corte, pecuária e queimadas	Secundário médio
9-SJC	Parque Nacional de São Joaquim (Campo) / IBAMA	Urubici	28°08'29,4"	49°38'30,2"	1350	≅ 20 ha	Corte seletivo da araucária (≅ 50 anos)	Corte, pecuária e queimadas	Secundário inicial

Para a análise de agrupamento foi empregada à distância euclidiana simples, utilizando-se o método de associação de médias (UPGMA) (SNEATH e SOKAL, 1973) para estruturação dos dendrogramas. Também foi realizado o cálculo da correlação cofenética para cada dendrograma.

Após a análise de agrupamento foi realizada a ACP e para sua interpretação, sendo utilizados apenas os descritores que obtiveram correlação superior a 0,70 com algum eixo.

Para o cálculo das análises de agrupamento e análises dos componentes principais foram utilizados os softwares: "NTSYS-pc" (Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System) versão 2.02g (ROHLF, 1998) e "MVSP" (Multivariate Statistical Package) versão 3.12d (KOVACH, 2003).

RESULTADOS

Caracterização climática e edáfica

Os resultados da caracterização climática e edáfica estão apresentados nas Tabelas 2 e 3, respectivamente.

Agrupamento dos dados demográficos, climáticos e edáficos

Na Figura 1 são apresentados os dendrogramas I e II que mostram diferentes situações de agrupamento dos locais avaliados.

Os dois padrões de agrupamentos representados nos dendrogramas da Figura 1 demonstraram algumas tendências de agrupamento comuns. O local CA agrupou muito distantes dos locais SJ e SJC, que por sua vez, também demonstraram uma tendência de agruparem juntos. Considerando distâncias menores, os locais TB e AF agruparam juntos e também formaram um grupo juntamente com o local RA.

Ordenação dos dados demográficos, climáticos e edáficos

Os resultados da análise dos componentes principais estão apresentados na Tabela 4 e nas Figuras 2 e 3. Os autovalores encontrados para os 3 primeiros eixos componentes principais foram respectivamente 17,2, 6,9 e 3,7 sendo que estes eixos explicam respectivamente 49,1%, 19,6% e 10,1% da variação dos dados, totalizando 78,8% (Figuras 2 e 3).

Tabela 2. Características macroclimáticas e físico-químicas dos solos dos 9 locais onde foram realizados os levantamentos demográficos da *Araucaria angustifolia* no Estado de Santa Catarina. (Climatic characteristics and physical-chemistries characteristics of the soils of the 9 places where the demographic risings of the *Araucaria angustifolia* were accomplished in Santa Catarina State)

Locais ¹	Dados climáticos								
	tmx ²	tm ³	Pm ⁴	U ⁵	ETP ⁶	I ⁷	g5 ⁸	g9 ⁹	Ng ¹⁰
TB	23,5	11,5	1400	81	850	1700	3	2	17
CA	23,5	11,5	1400	79	750	2100	4	2	20
SD	24,5	11,5	1900	77	850	2300	3	2	17
CH	26,5	13,5	1800	77	950	2300	2	1	10
AF	22,5	11,5	1600	81	750	2300	3	2	17
RA	21,5	10,5	1400	80	750	2300	4	2	21
GG	23,5	11,5	1600	79	750	2300	4	2	15
SJ	18,5	8,5	1500	81	650	1700	5	3	30
SJC	18,5	8,5	1500	81	650	1700	5	3	25

Locais ¹	Dados edáficos													
	Prof. ¹¹ (escore)	Argila (%)	pH		P (mg/L solo)	K	M.O. ¹² (%)	Al	Ca	Mg	SB ¹³ (me/dL solo)	T ¹⁴	V ¹⁵ (%)	m ¹⁶ (%)
			água	SMP										
TB	3,0	42,6	4,3	4,5	1,3	28,5	5,4	4,0	0,3	0,3	0,5	11,0	4,7	88,6
CA	3,5	63,7	4,4	4,5	1,6	32,2	4,6	4,9	0,9	0,6	1,6	11,8	12,8	76,3
SD	3,5	55,0	4,3	4,8	4,3	51,5	4,4	4,0	0,5	0,2	0,8	9,9	7,7	83,9
CH	3,5	56,3	4,5	4,7	4,4	34,3	4,1	4,0	1,0	0,4	1,3	10,2	12,1	76,6
AF	3,0	57,5	4,4	4,5	1,7	25,0	4,2	4,3	0,3	0,2	0,5	9,7	4,7	90,3
RA	2,0	42,0	4,6	4,3	2,5	45,5	5,3	4,9	1,1	0,3	1,5	12,7	12,0	76,2
GG	2,6	40,7	4,3	4,3	6,3	69,5	6,6	6,0	0,7	0,2	1,0	14,9	6,7	85,7
SJ	2,0	26,0	3,8	3,7	10,5	97,0	12,5	9,2	1,5	0,2	1,9	26,1	7,5	82,3
SJC	1,5	41,0	4,4	4,4	2,3	84,0	6,2	7,4	0,7	0,2	1,1	15,9	7,1	86,8

¹ CA - Reserva Genética Caçador; AF - Fazenda Amola Faca; RA -Fazenda Rancho Alegre; TB - FLONA de Três Barras; SJ - Parque Nacional de São Joaquim; CH - FLONA de Chapecó; SD - Parque Estadual das Araucárias; SJC - Parque Nacional de São Joaquim (área de campo); GG - Fazenda Guimirim Gateados; ²Temperatura máxima anual (°C); ³Temperatura mínima anual (°C); ⁴Precipitação média anual (mm); ⁵Umidade relativa do ar média anual (%); ⁶Evapotranspiração média anual (mm); ⁷Insolação média anual (horas); ⁸Número médio de geadas em maio; ⁹Número médio de geadas em setembro; ¹⁰Número médio de geadas por ano; ¹¹Profundidade; ¹²Matéria orgânica; ¹³Soma de Bases; ¹⁴Capacidade Total de Troca de Cátions; ¹⁵Saturação por Bases; ¹⁶Saturação por Alumínio.

Tabela 3. Características demográficas da *Araucaria angustifolia* nos 9 locais avaliados no Estado de Santa Catarina. (Demographic characteristics of the *Araucaria angustifolia* in the 9 evaluated places in Santa Catarina State).

Local ¹	Nº médio plantas/ha	Nº médio plantas/ha (DAP<5cm)	Prop. Jovens ² (%)	DAP máximo (cm)	Altura máxima (m)	Altura das plantas com DAP>5cm (m)		Altura das plantas com DAP>40cm (m)		ÁB média (m ² /ha)	Vo médio (m ³ /ha)
						Média	Mínima	Média	Mínima		
TB	664,1(97,4)	512,5(99,0)	77,2	79,2(12,4)	27,0(2,6)	14,3(2,4)	3,8(4,8)	18,9(1,7)	15,0(1,0)	14,1(1,9)	258,8(32,0)
CA	95,3(5,9)*	3,1(1,6)	3,3	121,3(7,2)	30,0(1,4)	24,4(1,9)	18,0(2,3)	24,7(1,8)	18,0(2,3)	40,9(2,9)	1047,8(85,3)
SD	181,3(21,1)	101,6(21,2)	56,0	121,0(7,0)	34,0(3,3)	23,3(4,3)	7,0(5,4)	25,0(2,9)	18,0(1,2)	32,0(2,0)	829,1(66,7)
CH	234,4(22,0)	71,9(18,2)	30,7	67,7(5,3)	22,0(0,8)	15,9(0,9)	5,0(1,3)	19,0(1,0)	15,0(1,5)	16,3(0,8)	298,1(16,1)
AF	879,7(57,7)	731,3(83,3)	83,1	80,0(14,5)	22,5(1,7)	13,1(4,1)	4,5(1,5)	18,5(2,2)	14,5(3,0)	9,8(0,9)	171,4(14,5)
RA	1112,5(82,6)	892,2(70,0)	80,2	89,0(15,8)	28,0(2,9)	14,7(3,9)	4,0(1,7)	22,6(2,4)	17,0(1,5)	26,7(2,7)	578,3(71,9)
GG	347,9(45,3)	147,9(22,8)	42,5	94,0(12,5)	22,0(3,1)	15,6(2,5)	6,0(3,1)	17,0(2,2)	13,0(1,0)	37,2(3,4)	636,0(73,4)
SJ	332,8(18,1)	115,6(18,3)	34,7	59,5(7,2)	15,0(1,0)	10,0(0,9)	4,0(1,0)	12,6(0,6)	10,0(0,5)	16,2(1,1)	188,0(15,0)
SJC	360,4(38,9)	37,5(13,5)	10,4	55,0(6,7)	13,0(1,0)	6,5(0,7)	2,5(0,5)	8,5(1,1)	7,0(0,6)	17,2(1,2)	126,4(7,1)

* () – Desvio Padrão; ¹CA=Reserva Genética Caçador; AF=Fazenda Amola Faca; RA=Fazenda Rancho Alegre; TB=FLONA de Três Barras; SJ=Parque Nacional de São Joaquim; CH=FLONA de Chapecó; SD=Parque Estadual das Araucárias; SJC=Parque Nacional de São Joaquim (área de campo); GG=Fazenda Guimirim Gateados; ²Proporção de plantas jovens (Relação entre o Número médio de plantas/ha com DAP<5cm, sobre o Número médio de plantas/ha).

A ordenação das populações no primeiro eixo componente principal (Figuras 2 e 3) demonstra haver um gradiente na profundidade, no teor de argila, pH_{SMP}, insolação, temperatura e alturas das plantas, crescendo junto com o eixo 1. Um segundo gradiente também pode ser observado, crescendo inversamente com o eixo 1,

que envolve a altitude, a CTC, os teores de MO e Al, a umidade relativa do ar e número de geadas. O eixo 2 representa principalmente as bases e a saturação por alumínio do solo, enquanto o eixo 3 representa principalmente o número de plantas (Figuras 2 e 3).

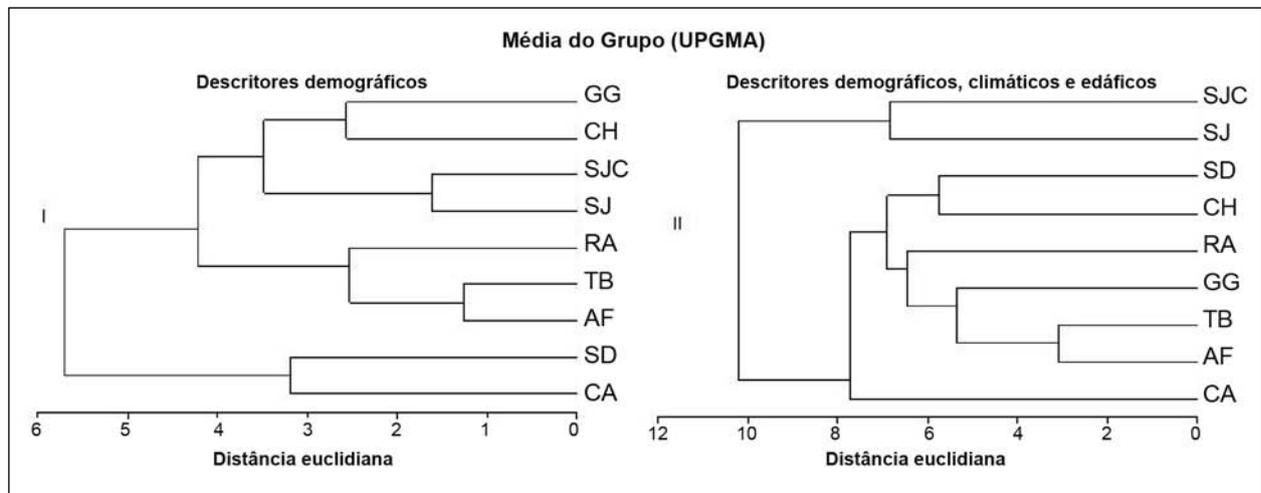


Figura 1. Padrões de agrupamento obtidos na análise de agrupamento através do método de associação de médias (UPGMA), com base na distância euclidiana, para os descritores demográficos, climáticos e edáficos dos 9 locais de avaliação da *Araucaria angustifolia* no Estado de Santa Catarina. Correlações cofenéticas iguais a 0,80 e 0,83 para os dendrogramas I e II respectivamente. (Patterns of clustering obtained in the clustering analysis through the UPGMA clustering method based on the euclidian distance, for the demographic, climatic and edaphic variables of the 9 *Araucaria angustifolia* evaluation places in Santa Catarina State. Cophenetic correlations were 0,80 and 0,83 for the dendrograms I and II respectively).

Tabela 4. Coeficientes de correlação dos descritores demográficos, climáticos e edáficos para os 3 primeiros eixos de ordenação da Análise de Componentes Principais (ACP). (Correlation coefficients of the demographic, climatic and edaphic variables for the first 3 ordination axes of the Principal Components Analysis (PCA)).

Descritores	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
Número médio de plantas/ha	-0,11	-0,49	-0,78
Número médio de plantas/ha com DAP<5cm	0,06	-0,45	-0,82
Proporção de plantas jovens	0,19	-0,58	-0,58
DAP máximo	0,69	0,44	-0,16
Altura máxima	0,82	0,21	-0,32
Altura média das plantas com DAP>5cm	0,81	0,48	-0,03
Altura mínima das plantas com DAP>5cm	0,45	0,66	0,04
Altura média das plantas com DAP>40cm	0,83	0,31	-0,36
Altura mínima das plantas com DAP>40cm	0,85	0,24	-0,38
Área basal média	0,37	0,69	0,02
Volume aparente médio	0,58	0,67	-0,10
Altitude	-0,92	0,31	0,00
Temperatura máxima anual	0,94	-0,05	0,17
Temperatura mínima anual	0,91	-0,13	0,10
Precipitação média anual	0,43	-0,10	0,57
Umidade relativa do ar média anual	-0,72	-0,33	-0,40
Evapotranspiração média anual	0,83	-0,20	0,17
Insolação média anual	0,70	0,08	-0,12
Número médio de geadas em maio	-0,83	0,36	-0,10
Número médio de geadas em setembro	-0,87	0,10	-0,02
Número médio de geadas anuais	-0,86	0,30	-0,20
Profundidade	0,87	0,09	0,19
Argila	0,94	0,07	0,05
pH	0,65	-0,13	-0,28
pHsmp	0,85	-0,17	0,15
P	-0,53	0,30	0,25
K	-0,59	0,32	-0,51
MO	-0,94	0,23	0,01
Al	-0,93	0,26	0,19
Ca	-0,59	0,54	-0,21
Ms	0,27	0,81	-0,34
SB	-0,40	0,78	-0,06
CTC	-0,89	0,32	0,10
V	0,31	0,69	-0,13
M	-0,25	-0,72	0,16
Variação dos dados representada (%)	49,1	19,6	10,6

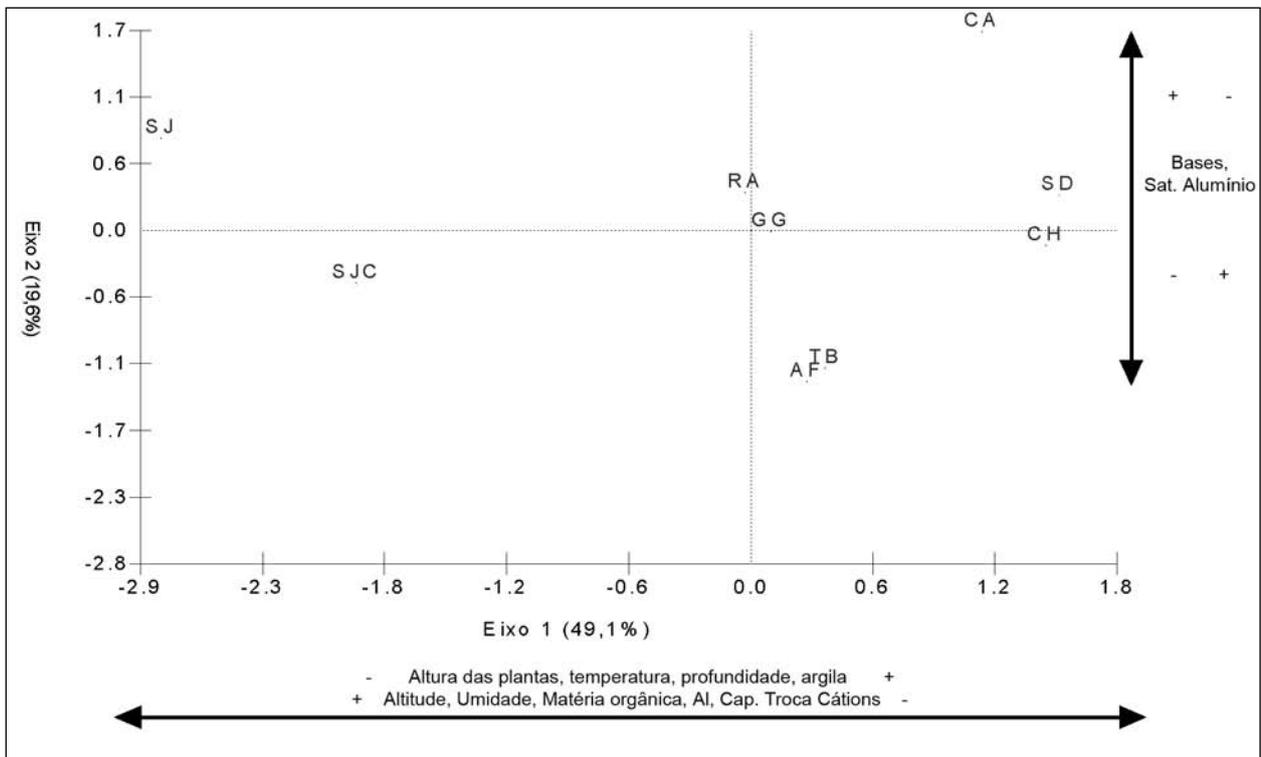


Figura 2. Diagrama de ordenação das populações naturais de *Araucaria angustifolia* inventariadas no Estado de Santa Catarina produzido pela ACP, contendo os eixos componentes principais 1 e 2 (CA=Reserva Genética Caçador; AF=Fazenda Amola Faca; RA=Fazenda Rancho Alegre; TB=FLONA de Três Barras; SJ=Parque Nacional de São Joaquim; CH=FLONA de Chapecó; SD=Parque Estadual das Araucárias; SJC=Parque Nacional de São Joaquim (área de campo); GG=Fazenda Guamirim Gateados). (Ordination diagram of the *Araucaria angustifolia* natural populations inventoried in Santa Catarina State produced by PCA, containing the axes 1 and 2. (CA=Reserva Genética Caçador; AF=Fazenda Amola Faca; RA=Fazenda Rancho Alegre; TB=FLONA de Três Barras; SJ=Parque Nacional de São Joaquim; CH=FLONA de Chapecó; SD=Parque Estadual das Araucárias; SJC=Parque Nacional de São Joaquim (grassland area); GG=Fazenda Guamirim Gateados)).

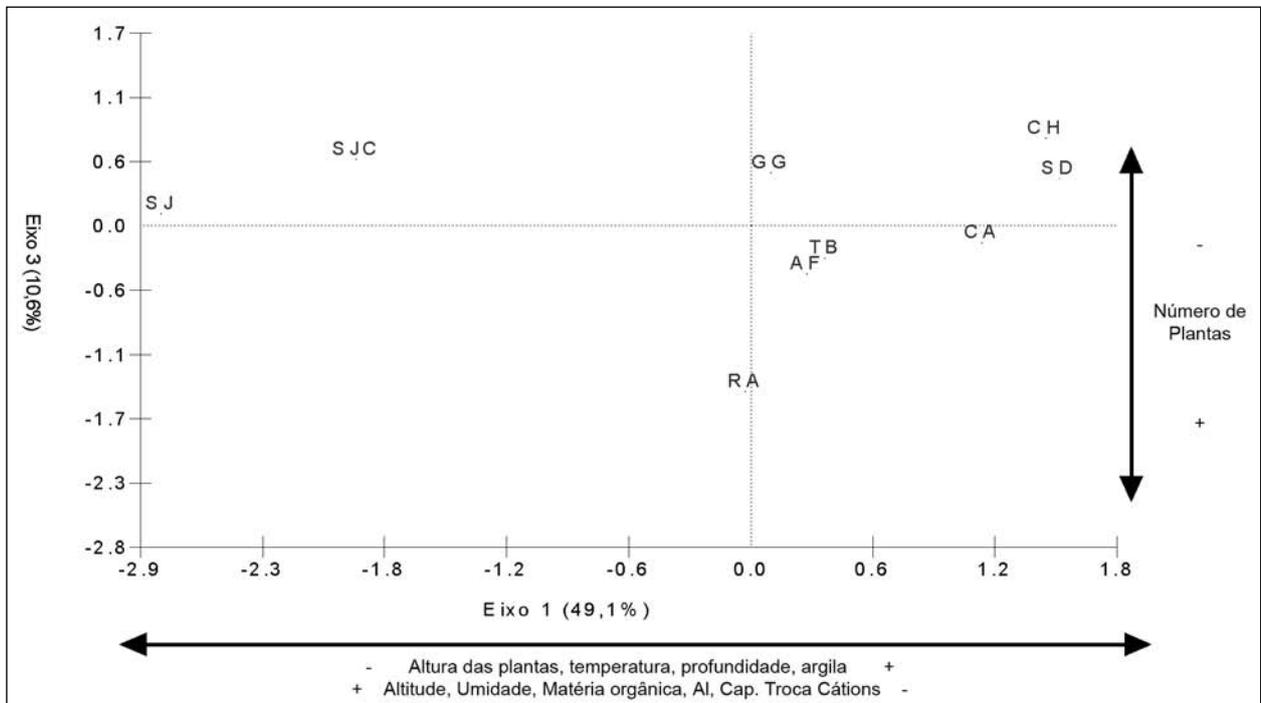


Figura 3. Diagrama de ordenação das populações naturais de *Araucaria angustifolia* inventariadas no Estado de Santa Catarina produzido pela ACP, contendo os eixos componentes principais 1 e 3 (CA=Reserva Genética Caçador; AF=Fazenda Amola Faca; RA=Fazenda Rancho Alegre; TB=FLONA de Três Barras; SJ=Parque Nacional de São Joaquim; CH=FLONA de Chapecó; SD=Parque Estadual das Araucárias; SJC=Parque Nacional de São Joaquim (área de campo); GG=Fazenda Guamirim Gateados). (Ordination diagram of the *Araucaria angustifolia* natural populations inventoried in Santa Catarina State produced by PCA, containing the axes 1 and 3. (CA=Reserva Genética Caçador; AF=Fazenda Amola Faca; RA=Fazenda Rancho Alegre; TB=FLONA de Três Barras; SJ=Parque Nacional de São Joaquim; CH=FLONA de Chapecó; SD=Parque Estadual das Araucárias; SJC=Parque Nacional de São Joaquim (grassland area); GG=Fazenda Guamirim Gateados)).

Existe uma tendência dos locais SJ e SJC agruparem juntos e no extremo oposto dos locais SD, CA e CH (Figuras 2 e 3). Os principais fatores que estão influenciando este comportamento são: a altitude, a temperatura, o tamanho médio das plantas, a profundidade dos solos, os teores de argila, os teores de alumínio trocável, os teores de matéria orgânica, a capacidade de troca de cátions e o pH_{SMP} .

Outra tendência observada foi que os locais TB e AF também tendem a se agrupar muito próximos, principalmente em função do seu alto número de plantas. O local RA também apresenta uma tendência de agrupar com os locais TB e AF, porém as diferenças entre alguns de seus descritores edáficos (SB, Mg e m) fazem com que o local RA fique mais isolado dos dois primeiros. O local GG, embora apresente valores intermediários para a maioria dos descritores, também apresenta uma tendência de agrupamento com os locais TB, AF e RA.

Os descritores demográficos, proporção de jovens, DAP máximo, altura média das plantas com $\text{DAP} > 5\text{cm}$, área basal média e volume médio aparente não foram descritores importantes para explicar os contrastes e semelhanças entre as populações de araucária dos locais avaliados (Tabela 4). Quanto aos descritores climáticos, apenas a precipitação média não foi um descritor importante. Da mesma forma, dentre os descritores edáficos, o pH e os teores de fósforo, potássio e cálcio, além da saturação por bases não foram descritores importantes para diferenciar os locais.

A amostragem realizada neste trabalho foi suficiente para descrever contrastes para a ocorrência da araucária ao longo do Estado. Contudo, uma maior amostragem composta por um maior número de locais, certamente propiciaria maior segurança, principalmente quanto à estrutura da araucária em suas diferentes associações florestais.

DISCUSSÃO

Contrastes encontrados para o solo, o clima e a distribuição das plantas

A estrutura demográfica da araucária está associada às condições de clima e solo encontrados nos seus locais de ocorrência. Segundo Reitz e Klein (1966), as características edáficas e climáticas influenciam a composição das formações de vegetação associadas à araucária. Para Klein (1978), a vegetação onde ocorre à arau-

cária no Estado de Santa Catarina não constitui uma formação homogênea e contínua, sendo formada por diversos tipos de submatas.

Os descritores mais importantes para descrever a variação total entre os locais, responsável por estas diferenças foram: a altura e o número médio de plantas, a profundidade dos solos, a altitude, as temperaturas médias, o número de geadas, a umidade relativa do ar, a evapotranspiração, o número de horas de sol, os teores de argila, matéria orgânica, alumínio trocável e magnésio, a soma de bases, a capacidade de troca de cátions e o pH_{SMP} (Figuras 2 e 3).

Os descritores, diâmetro máximo, área basal média, volume, precipitação média, pH e teores de P, K e Ca não foram importantes para explicar as diferenças na ocorrência da araucária entre os locais avaliados.

Muitos trabalhos sobre reflorestamento com araucária, consideram a espécie exigente em relação às condições do solo. Segundo Rogers (1953), Golfari (1971), Golfari (1975), Hoogh e Dietrich (1979) e Hoogh (1981), além da profundidade, a fertilidade química do solo é um dos fatores limitantes para um bom desenvolvimento da espécie.

Neste trabalho, o maior tamanho médio das plantas (altura e diâmetro) foi observado em SD e CA, enquanto que os menores tamanhos foram observados em SJ e SJC. Considerando os principais descritores associados a estes locais, em SJ e SJC são encontrados os solos menos profundos, as maiores altitudes e as menores temperaturas. Juntamente com as menores temperaturas é encontrada a maior ocorrência média de geadas e os menores valores para evapotranspiração média.

A diferença no tamanho médio das plantas possivelmente está mais associada à profundidade média dos solos. Em SD e CA a araucária encontra solos mais profundos (Latosolos e Nitossolos), que possibilitam um maior desenvolvimento do sistema radicular e conseqüentemente um maior tamanho médio das plantas, principalmente quanto a sua altura. Em SJ e SJC a araucária apresenta um menor porte, uma vez que os solos da região são em geral pouco profundos e com afloramentos de rocha constantes.

Segundo Golfari (1971) as condições de fertilidade e principalmente a profundidade do solo afetam consideravelmente a produção em plantios de araucária. Krapfenbauer e Andrae (1976) verificaram que a raiz mestra da araucária alcançava profundidades superiores a 2 metros sob

Latossolos e os solos rasos apresentavam uma influência negativa no incremento em diâmetro da araucária, principalmente em função da sua baixa disponibilidade de água.

Na região de SJ e SJC ocorreram os últimos derrames basálticos da Formação Serra Geral e os solos originados apresentam freqüentemente diaclasamentos horizontais de rocha (SANTA CATARINA, 1973) o que dificulta o desenvolvimento do sistema radicular das espécies arbóreas. Nestas condições de solo raso, a araucária apresenta menor porte, mesmo com as plantas apresentando diâmetros maiores que 40 cm (GUERRA *et al.* 2002).

Nesta região também são verificadas as maiores altitudes para ocorrência natural da araucária, onde ocorrem temperaturas médias mais baixas e um maior número de geadas, o que também pode influenciar o crescimento das plantas.

A altitude também influencia os processos de gênese do solo uma vez que a mesma condiciona o clima, que é um dos fatores que atua na formação do solo (SANTA CATARINA, 1973). Os maiores teores de matéria orgânica e maiores valores para a capacidade de troca de cátions total foram encontrados nas áreas de SJ e SJC, sendo que estes são os locais com maior altitude. Estes resultados estão relacionados às menores taxas de mineralização da matéria orgânica na região em função das suas menores temperaturas médias. Segundo Santa Catarina (1973), nas maiores altitudes, os solos possuem teores mais elevados de matéria orgânica e de alumínio trocável, o que reduz a sua saturação de bases.

Segundo Hoogh (1981), a disponibilidade de N é o fator mais importante para o crescimento da araucária. Desta forma, regiões com altitude mais elevadas apresentam uma menor taxa de mineralização da matéria orgânica e conseqüentemente, uma menor oferta de nitrogênio para o desenvolvimento da araucária.

Por outro lado, considerando os valores, referentes à caracterização edáfica das áreas de estudo (Tabela 2), a araucária não ocorre sobre os solos mais férteis do Estado, e sim ocorre, predominantemente, em locais onde são encontrados solos Distróficos ou Alumínicos, que apresentam baixos valores de pH, baixa saturação por bases e alta saturação por alumínio.

Segundo Maack (1968) a distribuição contínua da araucária tem o seu limite altitudinal inferior de ocorrência em torno de 500 m (para os Estados do Paraná e Santa Catarina), abaixo do qual a espécie só ocorre de forma descontínua, nas linhas de escoamento de ar frio.

No Estado do Paraná, Gulbert Filho (1990) também considera que as associações típicas da araucária se restringem aos solos de baixa fertilidade natural (Alumínicos e Distróficos). O mesmo autor cita que em todas as situações de solos férteis (Eutróficos) as associações caracterizam-se por serem muito evoluídas, com invasão de inúmeras espécies de Formação de Floresta Pluvial (Estacional Semidecidual ou Ombrófila Densa), que substituem as espécies típicas da Floresta Ombrófila Mista e a própria araucária.

Segundo o trabalho de Enright *et al.* (2001), outras Araucariáceas em Nova Caledônia (*Araucaria husteinii*, *Araucaria laubenfelsii* e *Agathis australis*) também apresentam dificuldades de estabelecimento em condições de floresta com uma crescente dominância por espécies de angiospermas.

Klein (1978), ao descrever as associações florestais da araucária em Santa Catarina, também considera que nas condições de transição com a "floresta subtropical" (denominação utilizada pelo autor para se referir à Floresta Estacional Decidual do vale do rio Uruguai) a araucária apresenta dificuldades para sua regeneração e conseqüentemente está ocorrendo "uma lenta e segura expansão da floresta subtropical em detrimento dos pinhais".

Desta forma, o clima parece ser um fator condicionante para o estabelecimento da araucária, muito mais importante do que as condições do solo. Condições de clima onde as temperaturas médias anuais são maiores do que as existentes dentro da sua área de ocorrência natural, possivelmente interferem em alguma etapa do seu ciclo reprodutivo, impedindo a sua regeneração natural e estabelecimento, visto que em condições de clima mais quente (Cfa) não se encontram populações naturais da espécie. Ainda, também é possível que estas condições favoreçam as outras espécies, que então apresentam maior regeneração e crescimento mais vigoroso, o que determina uma condição de competição desfavorável à araucária.

É importante ressaltar que os trabalhos de Reitz e Klein (1966), Maack (1968), Klein (1978), Hoogh (1981) e Gulbert Filho (1990) consideraram as condições climáticas atuais para a ocorrência da araucária na região sul do Brasil. Contudo, Ledru *et al.* (1996) relataram que as regiões sul e sudeste já passaram por profundas alterações climáticas em decorrência da última glaciação, que determinaram a evolução da sua vegetação.

Segundo estudos realizados por Behling (1997), Behling e Lichte (1997) e Behling (2002), a área de ocorrência natural da araucária na região sul do Brasil durante a última glaciação (fim do Pleistoceno, início do Holoceno) foi muito diferente da atual, principalmente devido a condições de clima mais seco e com temperaturas médias 5 a 7°C inferiores das atuais.

Nestas condições havia uma predominância na vegetação de formações de campo e a araucária ocorria somente em áreas com floresta subtropical de galeria. Durante este período geológico, o clima mais seco, provavelmente com um período de seca em torno de 3 meses era o principal fator que impedia o avanço da floresta de araucária sobre os campos (Behling, 2002).

Ainda segundo Behling (2002), nas condições climáticas atuais está ocorrendo uma redução das áreas de campo do sul e sudeste brasileiro, em função do avanço das formações florestais, dentre as quais está a araucária. Reitz *et al.* (1978), sugerem que a araucária está em franca irradiação sobre a vegetação herbácea dos campos, formando o início de uma série sucessional tendendo ao clímax climático regional. Esta expansão, segundo os autores, ocorre através de formações de "capões" cuja composição varia de acordo com as condições edáficas e climáticas.

Neste contexto, o clima é um fator determinante para delimitar a área de ocorrência natural da araucária. Dentro da sua área de ocorrência natural, a variação da altitude determina pequenas variações climáticas, que dentre outros fatores, condicionam a gênese do solo. Desta forma são formados ambientes distintos que possibilitam a existência das diferentes associações florestais, bem como a variação na estrutura demográfica da araucária dentro destas associações.

Processos de sucessão e a influência da ação antrópica

O histórico de exploração e a situação atual de alta fragmentação dos remanescentes florestais no Estado dificultou encontrar locais para avaliação que não tenham em algum momento sofrido intervenção pelo homem.

A definição mais precisa do estágio de sucessão ecológica nos locais avaliados é uma informação que poderia auxiliar na interpretação das diferenças encontradas entre a estrutura e a distribuição da araucária nestes locais.

Os trabalhos de Klein (1960), Reitz e Klein (1966) e Reitz *et al.* (1978) ao descreverem o comportamento ecológico da araucária, consi-

deram que a composição das diferentes associações vegetais da "mata preta" (mata da araucária), encontram-se em fase de desequilíbrio e, conseqüentemente, em estágios sucessionais mais ou menos pronunciados.

As diferenças quanto à densidade de plantas entre os locais avaliados neste trabalho, também podem ser conseqüência da ação antrópica e do estágio sucessional em que se encontravam as áreas.

Reitz *et al.* (1978) relataram que a densidade da araucária ao longo do Estado de Santa Catarina é muito variável. Segundo estes autores, existem áreas com apenas 1 (uma) e outras com mais de 200 árvores por hectare. As maiores densidades encontravam-se principalmente na parte oriental do planalto de Santa Catarina e no extremo oeste (São Domingos, São Lourenço e Abelardo Luz). Já em meio aos imbuiais, a densidade era menor, contudo nestas áreas predominavam as maiores árvores.

Os dados levantados neste trabalho que mais evidenciam a perturbação das áreas são as diferenças quanto à proporção de plantas jovens (regeneração) encontradas entre os locais (Tabela 3). Enquanto que a área de CA (mais conservada) apresentou uma proporção muito baixa de plantas jovens (3,3 %), os locais avaliados em RA e AF (áreas mais alteradas) apresentaram uma proporção muito maior (80,2 e 83,1%, respectivamente).

A área de CA além de estar mais conservada, encontra-se num estágio sucessional muito mais avançado, comparando-se com as demais áreas. Nestas condições, a quantidade de luz que chega ao sub-bosque da floresta é menor, comparando-se a áreas cujo processo de sucessão esteja nas fases iniciais.

Conforme o trabalho de Reitz e Klein (1966), a regeneração da araucária nos estágios iniciais apresenta crescimento mais vigoroso em condições com maior incidência de luz. Sendo assim, na área CA, a menos que ocorra algum distúrbio como a abertura de uma clareira ou um incêndio, não apresenta condições para a araucária se regenerar, concordando com Reitz e Klein (1981).

Enright *et al.* (2001) e Perry *et al.* (2001) relataram na região de Nova Caledônia diferenças na distribuição de *Araucaria laubenfelsii* dentro do processo de sucessão ecológica ocasionada, principalmente, em função de distúrbios (incêndios frequentes).

Enright *et al.* (2001) consideraram que as variações edáficas explicam pouco as diferenças

entre os tipos de vegetação dentro do local e fatores como a concentração de macronutrientes e acumulação de biomassa, apenas são importantes para determinar a taxa de progressão no processo de sucessão que esta ocorrendo no local.

A araucária, sua conservação e manejo

A distribuição natural, bem como os demais fatores inerentes à ocorrência da araucária devem ser considerados na elaboração de qualquer estratégia que vise à conservação ou manejo da mesma. Gulbert Filho (1990) ao propor a criação de um sistema de unidades de conservação da *Araucaria angustifolia*, considera a necessidade de representar as diferentes regiões ecológicas da espécie, bem como as associações florestais da espécie. Os resultados deste trabalho demonstraram que a estrutura demográfica da araucária apresenta uma variação ao longo da sua área de ocorrência, o que reforça a importância dos diferentes ambientes para elaboração de uma estratégia de conservação da espécie.

Adicionalmente, considerando a conservação da espécie, também seria interessante avaliar a estrutura genética da araucária dentro da metodologia proposta neste trabalho, visando identificar uma possível associação da distribuição da espécie com a distribuição da sua diversidade genética.

A atual situação de fragmentação dos remanescentes florestais onde ocorre a araucária é um fator que dificulta a implantação de sistemas viáveis de manejo para a espécie. Diante deste contexto e considerando os resultados deste trabalho, as propostas de manejo para a espécie necessitam ajustar-se a esta realidade, considerando uma série de questões.

No caso da araucária a exploração do pinhão pode ser uma estratégia interessante para a conservação da espécie, desde que seja feita com critérios. Segundo Guerra *et al.* (2002) esta exploração é mais rentável que a exploração de madeira, especialmente nas regiões de campo onde as condições de solo não permitem um bom desenvolvimento para produção de madeira.

O uso de práticas silviculturais para o enriquecimento e adensamento com araucária em áreas de capoeira visando à obtenção de madeira, também é uma alternativa para o manejo da espécie (SALANTE, 1988; HOEFLICH *et al.*, 1990).

De qualquer forma, a elaboração de uma estratégia de conservação para espécie precisa levar em consideração as informações sobre

os diferentes ambientes de sua ocorrência natural, que além de condicionarem diferenças na estrutura demográfica da espécie, possivelmente também condicionam diferenças genéticas entre as populações naturais da espécie. Desta forma, todos estes diferentes ambientes são importantes para garantir a conservação da araucária.

CONCLUSÕES

A metodologia utilizada neste trabalho permitiu a investigação simultânea de um grande número de fatores ligados à ocorrência da araucária no Estado. Os métodos de análise multivariada empregados apresentaram uma facilidade de trabalho e ajudaram a explicar as principais influências do ambiente sobre a estrutura demográfica da araucária.

As diferenças encontradas ao longo das áreas avaliadas, principalmente quanto à estrutura demográfica, além de serem causadas em parte pela ação antrópica, são decorrência das condições edafo-climáticas locais.

Dentre às condições edáficas, a profundidade do solo demonstrou ser um fator importante para determinar o porte médio das plantas. Por outro lado, fatores relacionados à fertilidade do solo (pH, teores de P, K e Ca) não foram importantes para diferenciar os locais avaliados. Nestas condições fatores como a dinâmica da sucessão e a ocorrência de distúrbios no local podem ser mais importantes para produzir diferenças na estrutura demográfica atual da espécie.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos pesquisadores do NPFT - Núcleo de Pesquisas em Florestas Tropicais da UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina e ao suporte financeiro prestado pela CAPES e CNPq.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEHLING, H. Late Quaternary vegetation, climate and fire history of the Araucaria forest and campos region from Serra Campos Gerais, Parana State (South Brazil). **Review of Palaeobotany and Palynology**, Amsterdam, v.97, n.1-2, p.109-121, 1997.

BEHLING, H. South and southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. **Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology**, New York, v.177, n.1-2, p.19-27, 2002.

- BEHLING, H.; LICHTER, M. Evidence of dry and cold climatic conditions at glacial times in tropical southeastern Brazil. *Quaternary Research*, Seattle, v.48, n.3, p.348-358, 1997.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA CNPS, 1999. 412p.
- ENRIGHT, N.J.; RIGG, L.; JAFFRE, T. Environmental controls on species composition along a (maquis) shrubland to forest gradient on ultramafics at Mont Do, New Caledonia. *South African Journal of Science*, Pretoria, v.97, n.11-12, p.573-580, 2001.
- FUTUYMA, D.J. **Biologia evolutiva**. 2.ed. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, CNPq, 1992. 646p.
- GOLFARI, L. Coníferas aptas para o reflorestamento nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. *Boletim técnico IBDF*, Rio de Janeiro, n.1, p.1-71, 1971.
- GOLFARI, L. Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento. *Série Técnica PRODEPEF*, Belo Horizonte, n.3, p.1-65, 1975.
- GUERRA, M.P.; SILVEIRA, V.; REIS, M.S.; SCHNEIDER, L. Exploração, manejo e conservação da araucária (*Araucaria angustifolia*). In: SIMÕES, L.L.; LINO, C.F. (Org.) **Sustentável Mata Atlântica: a exploração de seus recursos florestais**. São Paulo: SENAC, 2002. p.85-102.
- GULBERT FILHO, F.A. Proposta para a criação de um sistema de unidades de conservação da *Araucaria angustifolia* no estado do Paraná. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. *Anais...* Campos do Jordão: SBEF / SBS, 1990. p.287-300.
- HOEFELICH, V.A.; GRAÇA, L.R.; CARVALHO, P.E.R. Conversão de capoeiras em povoamentos de pinheiro-do-paraná: uma avaliação econômica. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Colombo, n.20, p.1-12, 1990.
- HOOGH, R.J. **Site-nutrition-growth relationships of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, in southern Brazil**. 1981. 161p. Tese (Doutorado) - Universität zu Freiburg, Freiburg, 1981.
- HOOGH, R.J.; DIETRICH, A.B. Avaliação de sítio para *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em povoamentos artificiais. *Brasil Florestal*, Brasília, v.10, n.37, p.19-31, 1979.
- KLEIN, R.M. O aspecto dinâmico do pinheiro brasileiro. *Sellowia*, Itajaí, v.12, n.12, p.17-44, 1960.
- KLEIN, R.M. **Mapa fitogeográfico do Estado de Santa Catarina**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1978. 24p.
- KRAPFENBAUER, A.; ANDRAE, F. Inventur einer 17 jaehrigen Araukarienaufforstung in Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasilien. Teil I: Biomasseninventur. *Centralblatt für das Gesamte Forstwesen*, Wien, v.93, n.2, p.70-87, 1976.
- LEDRU, M.P.; BRAGA, P.I.S.; SOUBIES, F.; FOURNIER, M.; MARTIN, L.; SUGUIO, K.; TURCQ, B. The last 50,000 years in the Neotropics (Southern Brazil): evolution of vegetation and climate. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, New York, v.123, n.1-4, p.239-257, 1996.
- MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba: Banco do desenvolvimento do Paraná / UFPR / IBPT, 1968. 350 p.
- KOVACH, W. **MVSP - Multivariate Statistical Package: version 3.1 for Windows**. Anglesey: Kovach Computing Services, 2005. Disponível em: <http://www.kovcomp.co.uk/mvsp/index.html>. Acesso em: 15 jan. 2003.
- ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1988. 434p.
- 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. CD-ROM.
- PERRY, G.L.W.; ENRIGHT, N.J.; JAFFRE, T. Spatial modelling of landscape-scale vegetation dynamics, Mont Do, New Caledonia: part 2. *South African Journal of Science*, Pretoria, v.97, n.11-12, p.501-509, 2001.
- PIANKA, E.R. **Evolutionary ecology**. 5.ed. New York: Harper Collins College Publishers, 1994. 486p.

- REITZ, R.; KLEIN, R.M. **Flora Ilustrada Catarinense: Araucariáceas.** Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1966. 62p.
- REITZ, R.; KLEIN, R.M. **Flora Ilustrada Catarinense: Gramíneas.** Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1981. 435p.
- REITZ, R.; KLEIN, R.M.; REIS, A. **Projeto madeira de Santa Catarina.** Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1978. 320p.
- ROGERS, R.L. Problemas silviculturais da *Araucaria angustifolia*. **Anuário Brasileiro de Economia Florestal**, Rio de Janeiro, v.6, n.6, p.308-359, 1953.
- ROHLE, F.J. **NTSYS-pc Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System, Version 2.02g.** New York: Exeter Software, Applied Biostatistics Inc, 1998.
- SALANTE, L. Formação de floresta nativa por manejo de regeneração natural e adensamento de *Araucaria angustifolia*. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 6., 1988, Nova Prata. **Anais...** Nova Prata, 1988. v.1, p.75-182.
- SANTA CATARINA (Estado). **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de Santa Catarina.** Santa Maria: UFSM, 1973. 2v. 494p.
- SNEATH, D.H.; SOKAL, R.R. **Numerical taxonomy.** San Francisco: W.H. Freeman & Co, 1973.