

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PRAGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS**

ÂNGELO PUCHALSKI

**VARIAÇÕES EDAFO-CLIMÁTICAS E OCORRÊNCIA
NATURAL DA *Araucaria angustifolia* (BERT.) O. KUNTZE
NO ESTADO DE SANTA CATARINA.**

FLORIANÓPOLIS - SC

2004

Puchalski, Ângelo

Variações edafo-climáticas e ocorrência natural da *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze no Estado de Santa Catarina: UFSC, 2004

85 p.

Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

1. *Araucaria angustifolia*. 2. estrutura demográfica. 3. clima e solo. 4. análise multivariada.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS

ÂNGELO PUCHALSKI

**VARIAÇÕES EDAFO-CLIMÁTICAS E OCORRÊNCIA
NATURAL DA *Araucaria angustifolia* (BERT.) O. KUNTZE
NO ESTADO DE SANTA CATARINA.**

Orientador: Maurício Sedrez dos Reis

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, da Universidade Federal de Santa Catarina, para a obtenção do título de mestre em Ciências. Área de concentração: Recursos Genéticos Vegetais.

Florianópolis, maio de 2004.

Dedico,

aos meus pais,

Cláudio e Maria Resildes,

*por todo apoio que sempre recebi,
o qual sei, que sempre continuarei recebendo.*

Agradecimentos

Agradeço a todos as pessoas que de alguma forma colaboram com a execução deste trabalho.

Agradeço a Deus.

Em especial:

Ao Prof. Dr. Maurício Sedrez dos Reis, por toda amizade e ensinamentos que sempre levarei junto para minha vida pessoal e profissional, e também, é claro, pela orientação deste trabalho.

Ao amigo, Marcelo Mantovani, pela sua ajuda, determinação e sempre “fiel” companhia nos trabalhos de campo.

Aos demais colegas, Adelar Mantovani, Mariot, Siminski, Caffer, Zago e Camila, pela valorosa ajuda na realização dos levantamentos de campo.

Ao professor, Antônio Ayrton Auzani Uberti, pela sua paciência e disposição nas suas “explicações pedológicas”, que muito colaboraram para realização deste trabalho.

À Berna, pela sua disponibilidade em “quebrar aquele galho” sempre na hora certa.

A CAPES pela concessão da Bolsa de mestrado.

Ao IBAMA e Fatma, por terem disponibilizado para realização deste trabalho, as áreas na FLONA de Três Barras, FLONA de Chapecó, Parque Nacional de São Joaquim e Parque Estadual das Araucárias.

A Epagri pela disponibilização das áreas na Fazenda Amola Faca e Reserva Genética Caçador.

À empresa Gateados Florestal e ao Sr. Afonso Maximiano Ribeiro também pela disponibilização das suas áreas.

Aos membros da comissão examinadora, pelas sugestões prestadas, as quais contribuíram para melhoria deste trabalho.

A todos os colegas e amigos do “Núcleo”, com quem pude conviver ao longo do curso.

Ao “Seu Batista”, a “Dona Gelci” e toda sua família, que me acolheram em Florianópolis e propiciaram estes 7 anos de ótimo convívio.

À Bel, por todo amor e carinho nestes três anos e também pela valiosa ajuda no “abstract”.

Aos meus pais e toda minha família, pelo apoio e incentivo que tive ao longo deste mestrado.

Sumário

Lista de Tabelas	iv
Lista de Figuras	vi
Resumo	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. A araucária, a família <i>Araucariaceae</i> e estudos sobre auto-ecologia.....	3
2.2. A Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina	6
2.3. A paisagem.....	8
2.4. Análise multivariada e algumas aplicações	9
3. OBJETIVOS.....	11
3.1. Geral	11
3.2. Específicos	11
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	12
4.1. Áreas de Estudo	12
4.2. Caracterização geral das áreas de estudo	14
4.2.1. Descrição da geologia, relevo e tipos de solo	20
4.3. Caracterização da estrutura demográfica.....	27
4.4. Caracterização edáfica.....	29
4.5. Caracterização macroclimática	30
4.6. Análise e Interpretação dos Resultados	31
5. RESULTADOS	34
5.1. Caracterização macroclimática	34
5.2. Caracterização edáfica.....	35
5.3. Caracterização demográfica	39
5.4. Agrupamento dos dados demográficos, climáticos e edáficos	42
5.5. Ordenação dos dados demográficos	45
5.6. Ordenação dos dados demográficos, climáticos e edáficos	47
6. DISCUSSÃO.....	52
6.1. Contrastes encontrados para o solo, o clima e a distribuição das plantas	52
6.2. Processos de sucessão e a influência da ação antrópica.....	60
6.3. A araucária, sua conservação e manejo.....	65
7. CONCLUSÃO	68
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70

Lista de Tabelas

Tabela 1. Quadro resumo contendo as coordenadas geográficas e algumas características dos 9 locais escolhidos para as avaliações das características edafo-climáticas associadas às áreas de ocorrência naturais de <i>Araucaria angustifolia</i> no Estado de Santa Catarina. NPFT/RGV Florianópolis, 2004.....	13
Tabela 2. Descrição dos padrões de relevo e altitude dos 9 locais onde foram realizados os levantamentos demográficos da <i>Araucaria angustifolia</i> no Estado de Santa Catarina. NPFT/RGV, Florianópolis, 2004.....	23
Tabela 3. Principais tipos de solo, situação na paisagem e profundidade para os locais onde foram realizados os levantamentos demográficos da <i>Araucaria angustifolia</i> no Estado de Santa Catarina. NPFT/RGV, Florianópolis, 2004.	25
Tabela 4. Características macroclimáticas obtidas para a caracterização climática dos 9 locais onde foram realizados os levantamentos demográficos da <i>Araucaria angustifolia</i> no Estado de Santa Catarina. Conforme: Atlas climatológico digital do Estado de Santa Catarina (Pandolfo <i>et al.</i> , 2002). NPFT/RGV, Florianópolis, 2004.....	35
Tabela 5. Características físico-químicas dos solos obtidas para a caracterização edáfica dos 9 locais onde foram realizados os levantamentos demográficos da <i>Araucaria angustifolia</i> no Estado de Santa Catarina. NPFT/RGV, Florianópolis, 2004.	36
Tabela 6. Características populacionais obtidas para a caracterização demográfica da <i>Araucaria angustifolia</i> nos 9 locais onde foram realizados os levantamentos demográficos no Estado de Santa Catarina .NPFT/RGV, Florianópolis, 2004.	40
Tabela 7. Valores do coeficiente de variação (%) calculados para as variáveis: Número médio de plantas, Número médio de plantas com DAP < 5cm, DAP máximo, Altura máxima, Altura média e mínima das plantas com DAP > 5 cm e Altura média e mínima das plantas com DAP > 40 cm para as 9 populações naturais de <i>Araucaria angustifolia</i> avaliadas no Estado de Santa Catarina. NPFT/RGV, Florianópolis, 2004.....	42
Tabela 8. Coeficientes de correlação dos descritores demográficos para os quatro primeiros eixos de ordenação da Análise de Componentes Principais (ACP). NPFT/RGV, Florianópolis, 2004.	45

Tabela 9. Coeficientes de correlação dos descritores demográficos, climáticos e edáficos para os quatro primeiros eixos de ordenação da Análise de Componentes Principais (ACP). NPFT/RGV, Florianópolis, 2004.....	48
---	----

Lista de Figuras

- Figura 1. Associações da “Mata de Araucária” (denominada atualmente como Floresta Ombrófila Mista), no Estado de Santa Catarina. (Adaptado de KLEIN, 1978). 7
- Figura 2. Localização das áreas de estudo dentro de áreas de ocorrência da Floresta Ombrófila Mista no estado de Santa Catarina (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). NPFT/RGV, Florianópolis, 2004. 14
- Figura 3. Formações geológicas e localização das áreas de estudo no Estado de Santa Catarina (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), Adaptado do Atlas de Santa Catarina (1986). NPFT/RGV, Florianópolis, 2004. 20
- Figura 4. Mapa do levantamento exploratório de solos do Estado de Santa Catarina. Em azul está o limite aproximado de ocorrência da Floresta Ombrófila Mista (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). Adaptado do Atlas de Santa Catarina, 1986; nomenclatura da classificação de solos segundo Embrapa-CNPS, 1999. NPFT/RGV, Florianópolis, 2004 24
- Figura 5. Formato de uma parcela de 40 × 40 m, com 16 subparcelas de 10 × 10 metros. 28
- Figura 6. Distribuição de freqüências em classes diamétricas para as 9 populações naturais de *Araucaria angustifolia* avaliadas no Estado de Santa Catarina. (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). NPFT/RGV, Florianópolis, 2004. 41

Figura 7. 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 (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). Correlações cofenéticas iguais a 0,80 e 0,83 para os dendrogramas I e II respectivamente. NPFT/RGV, Florianópolis, 2004..... 43

Figura 8. 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). NPFT/RGV, Florianópolis, 2004..... 45

Figura 9. 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). NPFT/RGV, Florianópolis, 2004..... 49

Figura 10. 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). NPFT/RGV, Florianópolis, 2004..... 49

Resumo

A *Araucaria angustifolia* é uma espécie que desde o início da colonização na sua área de ocorrência no Estado, teve suas florestas intensamente exploradas. A sua exploração teve seu auge entre as décadas de 50 e 70 e desde então, a falta de uma política ambiental com medidas eficientes para controlar a exploração desordenada contribuiu para o esgotamento das suas reservas naturais. Atualmente a araucária é considerada uma espécie ameaçada de extinção (Portaria IBAMA N° 37-N, de 3 de abril de 1992) dentro de sua área de ocorrência natural, a Floresta Ombrófila Mista (FOM), cujos remanescentes estimados são inferiores a 5%. A compreensão de questões como, a relação solo/planta em condições ambientais específicas, nas quais a araucária estabeleceu-se no território catarinense, podem ajudar na elaboração de estratégias que visem à conservação e manejo da espécie. O presente trabalho teve como principal objetivo, relacionar características de populações naturais de *Araucaria angustifolia* com características climáticas e edáficas em áreas de ocorrência natural da espécie, visando determinar possíveis adaptações das populações desta espécie, às condições do clima e solo no estado de Santa Catarina. Para execução dos objetivos propostos, foram estudadas 9 áreas de ocorrência natural da *A. angustifolia* onde foram realizados os levantamentos para caracterizar a estrutura demográfica da espécie e a coleta das amostras de solo para caracterização edáfica. A caracterização edáfica também foi realizada através de levantamentos bibliográficos visando obter informações sobre a formação geológica, relevo e gênese dos solos típicos que ocorrem nas regiões onde foram realizados os levantamentos. A caracterização macroclimática das regiões foi realizada com base nas informações disponíveis no CD-ROM do Atlas climatológico digital do Estado de Santa Catarina. Os dados demográficos, climáticos e edáficos obtidos foram analisados através de técnicas de análise multivariada (análise de agrupamento e análise dos componentes principais), buscando verificar algum possível padrão de ocorrência da araucária nos diferentes locais avaliados. Através destas análises foi possível verificar quais descritores utilizados explicam a variação na estrutura demográfica da araucária na sua área de ocorrência natural. As diferenças quanto à estrutura demográfica, observada ao longo das áreas avaliadas, além de serem causadas pela ação antrópica, também são decorrência das condições edafo-climáticas locais. Dentre algumas destas condições, a profundidade do solo, demonstrou ser um fator importante para determinar o porte médio das plantas. Alguns fatores relacionados à fertilidade do solo, como o pH e os teores de P, K e Ca não foram importantes para diferenciar os locais avaliados, uma vez que na região de ocorrência natural da araucária no Estado, ocorrem principalmente solos Distróficos e Alumínicos, os quais apresentam uma baixa fertilidade natural. Nestas condições outros 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. Considerando o clima, a temperatura é um fator determinante para delimitar a área de ocorrência natural da araucária. A variação da altitude também determina pequenas variações climáticas que são fatores condicionantes para gênese do solo. Os diferentes ambientes que são formados possibilitam a existência das diferentes associações florestais, bem como a variação da estrutura demográfica da araucária dentro destas associações. A fase de sucessão em que se encontram estas associações também é um fator que influencia a estrutura demográfica da araucária. Os resultados deste trabalho 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 in the araucaria occurrence area in Santa Catarina State, this species was exploited intensely. Its exploitation was more intense among the 50' and 70' decades. Ever since, the lack of an environmental politics with efficient measures to control the disordered exploitation contributed to the exhaustion of its natural resources. Nowadays, araucaria is considered an endangered species (Portaria IBAMA 37-N, of April 3, 1992) in its natural occurrence area, the Mixed Ombrofilous Forest (FOM), whose remains are approximately less than 5%. The understanding of the soil/plant relationship in specific environmental conditions in which the araucaria settled down in Santa Catarina State can help the elaboration of strategies for the conservation and management of this species. The main objective of the present work was to relate characteristics of natural populations of *Araucaria angustifolia* with climatic and edaphic characteristics in natural occurrence areas of the species, attempting to determine possible adaptations of populations of this species to the conditions of climate and soil in Santa Catarina State. Nine natural occurrence areas of *A. angustifolia* were studied in this work. In these areas surveys were carried out to characterize the demographic structure of the species and to collect the soil samples for edaphic characterization. The edaphic characterization was also accomplished through bibliographical reviews seeking to obtain information about the geological formation, relief and genesis of the typical soils in the study areas. The climatic characterization of the areas was assessed using the information available in the Atlas Climatológico Digital de Santa Catarina CD-ROM. The demographic, climatic and edaphic data obtained were analyzed through multivariate analysis techniques (cluster analysis and PCA - principal components analysis). These analyses were used to verify some possible occurrence pattern of the araucaria in the different evaluated places. Through these analyses it was possible to verify which variables explain the variation in the demographic structure of the araucaria in its natural occurrence area. The differences in demographic structure observed along the evaluated areas were caused by the anthropogenic action and they were also consequence of local soil and climate conditions. Among some of these conditions, soil depth, showed to be an important factor to determine the medium size of the plants. Some factors related to soil fertility, such as pH and P, K and Ca contents were not important to differentiate the evaluated places. In araucaria natural occurrence area in Santa Catarina State, there are mainly Dystrophic and Aluminous soils, which show a low natural fertility. In these conditions other factors such the succession dynamics and the occurrence of local disturbance can be more important to produce differences in the current demographic structure of this species. Considering the climate, temperature is a decisive factor to delimit the natural occurrence area of araucaria. The altitude variation also determines small climatic variations that are conditioning factors for soil genesis. The different environments that are created make possible the existence of singular forest associations, as well as the variation of the demographic structure of the araucaria in these associations. The succession phase present in these associations also is a factor that influences araucaria demographic structure. The results of this work indicate that in araucaria occurrence area in Santa Catarina State there are environmental differences which condition 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.

Key words: *Araucaria angustifolia*, demographic structure, climate, soil, multivariate analysis.

1. INTRODUÇÃO

No início deste século, 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 desta espécie estejam atualmente limitadas a valores estimados entre 2 a 4% da área original (GUERRA et al., 2002).

A exploração da floresta de araucária, desde o início da colonização, foi à alavanca de desenvolvimento para estas regiões do sul do país, desenvolvimento este que estava longe de ser sustentável, pois a exploração foi realizada de forma predatória, seja dos pontos de vista social, econômico e ecológico (GUERRA e REIS, 1998).

A expansão do processo predatório de exploração da araucária é uma preocupação antiga, que já foi reportada no final da década de 40 por Laboriau e Mattos Filho (1948). Segundo Mattos (1994), a exploração da araucária teve seu auge entre as décadas de 50 e 70. Desde então, a falta de uma política ambiental com medidas eficientes para controlar esta exploração desordenada contribui para o esgotamento das reservas naturais da araucária, gerando inclusive a falta de matéria-prima para a indústria madeireira.

Para contornar a falta de matéria-prima foram iniciados programas de reflorestamento utilizando essências exóticas, especialmente do gênero *Pinus* que passaram a ocupar áreas originalmente cobertas com Floresta Ombrófila Mista. Neste período, o governo federal e um reduzido número de empresas privadas também iniciaram reflorestamentos com araucária. Contudo não existem dados atuais e precisos sobre a área remanescente destes reflorestamentos, mas se estima que poucas áreas progrediram em virtude do mau planejamento e condução destes reflorestamentos (GUERRA et al., 2002).

Atualmente a Araucária é considerada uma espécie ameaçada de extinção (Portaria IBAMA Nº 37-N, de 3 de abril de 1992) dentro de sua área de ocorrência natural, denominada como Floresta Ombrófila Mista (FOM), cujos remanescentes estimados são inferiores a 5% (BRASIL, 2000).

A araucária é uma espécie que vem, há algum tempo, despertando o interesse de muitos pesquisadores, entretanto, ainda são poucos os trabalhos que apresentam uma abordagem sobre a caracterização demográfica e a dinâmica da espécie, reunindo dados de diferentes populações naturais.

Reitz, Klein e Reis (1978) consideram que o reflorestamento com essências nativas apresenta uma grande complexidade devido à existência de poucos dados sobre o dinamismo, desenvolvimento e vitalidade das espécies, em populações puras. Os autores ainda consideram que estes são os principais motivos para a inexistência ou até mesmo, o fracasso de reflorestamentos com estas espécies, como ocorreu nas tentativas de reflorestamento com *Araucaria angustifolia*.

Reitz, Klein e Reis (1978) no final da década de 70 consideraram em seu trabalho a inexistência de informações precisas sobre o comportamento da araucária em climas e solos diversos.

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.

Segundo Oyama (1993), o conhecimento e caracterização da auto-ecologia de uma espécie é o primeiro passo para preservá-la e explorá-la de maneira sustentável. Nesta abordagem, a caracterização demográfica, fornece informações que vem ajudar a compreender melhor a dinâmica de uma espécie dentro da floresta.

Apesar da araucária ser uma espécie nativa explorada desde o início do século passado, existem muitas questões sobre a sua auto-ecologia e o seu desenvolvimento dentro da sua área de ocorrência natural que ainda não foram completamente esclarecidas. A compreensão de questões como, a relação solo/planta em condições ambientais específicas, nas quais a araucária estabeleceu-se no território catarinense, podem ajudar futuramente na elaboração de estratégias que visem à conservação e o manejo da espécie.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A araucária, a família *Araucariaceae* e estudos sobre auto-ecologia

A *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. é conhecida popularmente como araucária, pinho, pinheiro, pinheiro do Paraná e pinheiro brasileiro dentre outros nomes.

Esta espécie apresenta árvores altas com 20 a 50 metros de altura e 1 a 2 metros de diâmetro, em geral com tronco reto, cilíndrico, raras vezes ramificado com casca grossa e resinosa, cuja superfície externa se desprende em placas cinzento escuras (Reitz e Klein, 1966). A forma da sua copa é um indicativo do seu estágio ontogênico, havendo alterações à medida que a planta passa pelos estágios de juvenilidade, maturidade e senescência. Assim árvores jovens apresentam copa com formato cônico e árvores adultas e senescentes copa em forma de taça ou umbela. Os ramos primários são cilíndricos, curvos para cima, sendo que os inferiores são maiores que os superiores ambos apresentam ramos secundários (grimpas) alternos e agrupados no ápice (REITZ e KLEIN, 1966).

Dentro da Divisão *Gymnospermae* e Ordem *Coniferales*, a família *Araucariaceae* é considerada uma das mais antigas famílias, que apresentou uma ampla distribuição durante o período do Mesozóico (durante a fase do Jurássico). Atualmente a família *Araucariaceae* ocorre somente nas regiões do Pacífico Oeste (Austrália, Nova Guiné, Nova Caledônia) e também em regiões da América do Sul e das Ilhas Malvinas (BLUM, 1980).

Para a família *Araucariaceae*, já foram estudadas algumas estratégias ecológicas e também a regeneração natural de várias espécies, sendo a maioria destas pertencentes ao gênero *Araucaria*. Finckh e Paulsch (1995), observaram a estratégia ecológica de *A. araucana*, no Parque Nacional de Villa Rica no Chile e constataram que a maioria das novas plantas crescem em baixo das árvores fêmeas adultas, ou em áreas expostas onde tenham uma boa chance para se desenvolver. Os mesmos autores ainda verificaram que as coníferas jovens sobreviviam mais em áreas da floresta com baixa competição interespecífica, mostrando que *A. araucana* é uma espécie que se adapta melhor a colonizar áreas devastadas.

Resultados semelhantes encontraram Rigg, Enright e Jaffre (1998) estudando a estrutura de *A. laubenfelsii* em Mont Do, Nova Caledônia na Austrália. Os autores verificaram uma regeneração contínua (em todas as classes) desta espécie, apenas em áreas de floresta imatura (menos desenvolvida) enquanto que em áreas de floresta madura (mais desenvolvida) a regeneração era menor.

Outro trabalho em Province Sud, Nova Caledônia, realizado por Enright e Goldblum (1998), estudou a estrutura de outra conífera endêmica, *Agathis ovata*. Estes autores verificaram que em floresta fechada havia uma baixa densidade de adultos, evidenciando um pequeno recrutamento de novos indivíduos. Em situação de floresta menos densa, *Agathis ovata* era representada por indivíduos de todos os tamanhos.

Buscando um modelo geral sobre a dinâmica demográfica de Araucariáceas, Enright, Rigg e Jaffre (2001) utilizaram dados de trabalhos com três espécies; *A. huestinii* em Nova Guiné, *A. laubenfelsii* em Nova Caledônia, e *Agathis australis* em Nova Zelândia. Os autores sugerem que estas três espécies apresentam uma baixa taxa de recrutamento para árvores próximas ao “estágio maduro” e também, em condições de floresta com uma crescente dominância por espécies de angiospermas. Para haver um sucesso neste recrutamento, existem evidências de que estas três espécies requerem uma condição de abertura no dossel.

Os trabalhos de Silva et al. (1997) e Silva, Salomão e Netto (1998) realizados em uma floresta com *A. angustifolia* em Caçador (SC), estudaram a regeneração natural da araucária. Os autores verificaram que a araucária não apresentava uma distribuição uniforme nas classes de tamanho estudadas, sugerindo que sua sobrevivência na floresta possa estar comprometida, embora tenha apresentado os maiores níveis de abundância dominância e frequência.

Segundo Embrapa (1988), o crescimento da araucária comparado com outras coníferas exóticas, é mais lento, principalmente nas fases iniciais. Contudo, estudos realizados no mesmo trabalho demonstraram que em sítios adequados a partir do terceiro ano, a araucária apresenta incremento anual em altura de 1 m e a partir do quinto ano, taxas de incremento em diâmetro de 1,5 a 2,0 cm/ano.

Em campo limpo, ou lugares abertos, se observa um crescimento vigoroso da araucária. Já em meio a florestas de imbuías, e outras matas, foram observados exemplares de araucária com 7 ou mais metros de altura, com apenas 3 a 5 cm de diâmetro e idades entre 16 a 25 anos, indicando ser a araucária, uma planta essencialmente heliófita no clima atual que somente se desenvolve bem em presença de luz abundante (EMBRAPA, 1988).

Quanto à estrutura demográfica, o trabalho de Schneider et al. (1982), ao verificar a freqüência de plantas em classes diamétricas, observaram um maior número de plantas nas classes de menor diâmetro e um reduzido número de plantas nas classes de diâmetro superior, considerando apenas plantas com DAP (Diâmetro a Altura do Peito) superior a 10cm.

A mesma distribuição de freqüência por classe de DAP encontrou Salante (1988) ao avaliar a formação de uma floresta nativa através de técnicas de manejo para regeneração natural visando o adensamento com *A. angustifolia*. O trabalho de Puchalski et al. (2001) também encontrou uma maior freqüência de indivíduos de *A. angustifolia* para as classes de menor diâmetro, ao avaliar três populações naturais da espécie no Estado de Santa Catarina.

Schneider et al. (1982) em seu trabalho fazem considerações sobre a importância de se estudar a regeneração natural das espécies, visando obter parâmetros e informações capazes de auxiliar seu manejo.

Ao mensurar algumas respostas ecofisiológicas de plântulas de *A. angustifolia* sob diferentes níveis de irradiação solar, Duarte e Dillenburg (2000) verificaram que em condições de pouca luz, as plântulas apresentavam uma maior altura e área foliar relativa.

Reitz, Klein e Reis (1978) consideram que a araucária representa no clima atual, uma espécie pioneira e heliófita, e não uma espécie dominante no sentido dinâmico, apesar da espécie ainda ser importante e expressiva no sentido fitofisionômico em vastas áreas do planalto.

Contudo, Soares (1979) não considera a araucária uma espécie pioneira, muito menos clímax, estando numa posição intermediária dentro de uma escala de sucessão. Segundo o autor a araucária necessita de algum distúrbio para se regenerar naturalmente.

2.2. A Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina

A Floresta Ombrófila Mista (FOM) é reconhecida como um conjunto vegetacional de fisionomia característica, que recebe diversas denominações, tais como, floresta de pinheiros, pinhais, mata de araucária, entre outras. Atualmente se emprega a terminologia proposta pelo IBGE (VELOSO e GOES FILHO, 1982; VELOSO, RANGEL FILHO e LIMA, 1991), que é adequada a um sistema de vegetação intertropical, onde a floresta com araucária é designada como Floresta Ombrófila Mista (FOM), que é uma das formações dentro do domínio da Mata Atlântica.

Conforme esta classificação, o Estado de Santa Catarina é coberto por formações de Floresta Ombrófila Densa, que ocupa o Litoral e se estende até as Serras Geral, do Mar e do Espigão, quando começa a Floresta Ombrófila Mista, caracterizada pela presença do Pinheiro Brasileiro (*Araucaria angustifolia*). Além destes tipos, aparece a Floresta Estacional Decidual, característica do vale do Rio Uruguai, no Oeste Catarinense.

A Floresta Ombrófila Mista está circunscrita a uma região de clima subtropical, ocorrendo abaixo do Trópico de Capricórnio em altitudes que variam de 500 a 1200 metros, nos estados, do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, ocorrendo ainda alguns relíctos desta floresta em regiões mais elevadas dos estados de São Paulo e Minas Gerais e ainda na parte nordeste da Argentina, na província de Misiones, divisa com Santa Catarina (HUECK, 1953; VELOSO, RANGEL FILHO e LIMA, 1991).

O clima de ocorrência da Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina é classificado, segundo Köppen como Cfb: clima mesotérmico subtropical úmido, com verões frescos, cujas temperaturas médias dos meses mais quentes são inferiores a 22°C, sem estação seca e invernos com geadas severas e freqüentes (KÖPPEN, 1948). A precipitação média está entre os 1300 e 1400 mm/ano (IBDF, 1984).

Klein (1978) em seu trabalho subdividiu a “Mata de Araucária” (atualmente denominada como Floresta Ombrófila Mista) dentro do Estado de Santa Catarina de acordo com as diferentes associações florestais, caracterizadas através das diferentes formas de associação da araucária com outras espécies (Figura 1).

De acordo com o que Klein (1978) propôs (Figura 1), a “Mata de Araucária” ocorre em cinco formações vegetacionais distintas. Nas regiões do Planalto Norte e Meio-oeste, a araucária ocorre associada principalmente a *Ocotea porosa* e *Ilex paraguariensis*, enquanto que na região do Planalto Sul sua ocorrência está associada principalmente a *Ocotea puchella* e *Nectandra lanceolata* e no Extremo-oeste associada a *Apuleia leiocarpa* e *Parapiptadenia rigida*. Ainda no Extremo-oeste e em regiões de transição do Planalto com a Floresta Ombrófila Densa (FOD), a araucária ocorre associada a formações de faxinais, termo utilizado pelo autor para se referir a áreas com algum tipo de restrição edáfica para o desenvolvimento das espécies. A última associação da araucária mencionada refere-se à ocorrência da espécie em formações de campo, formando os “bosques e capões de pinheiros”.

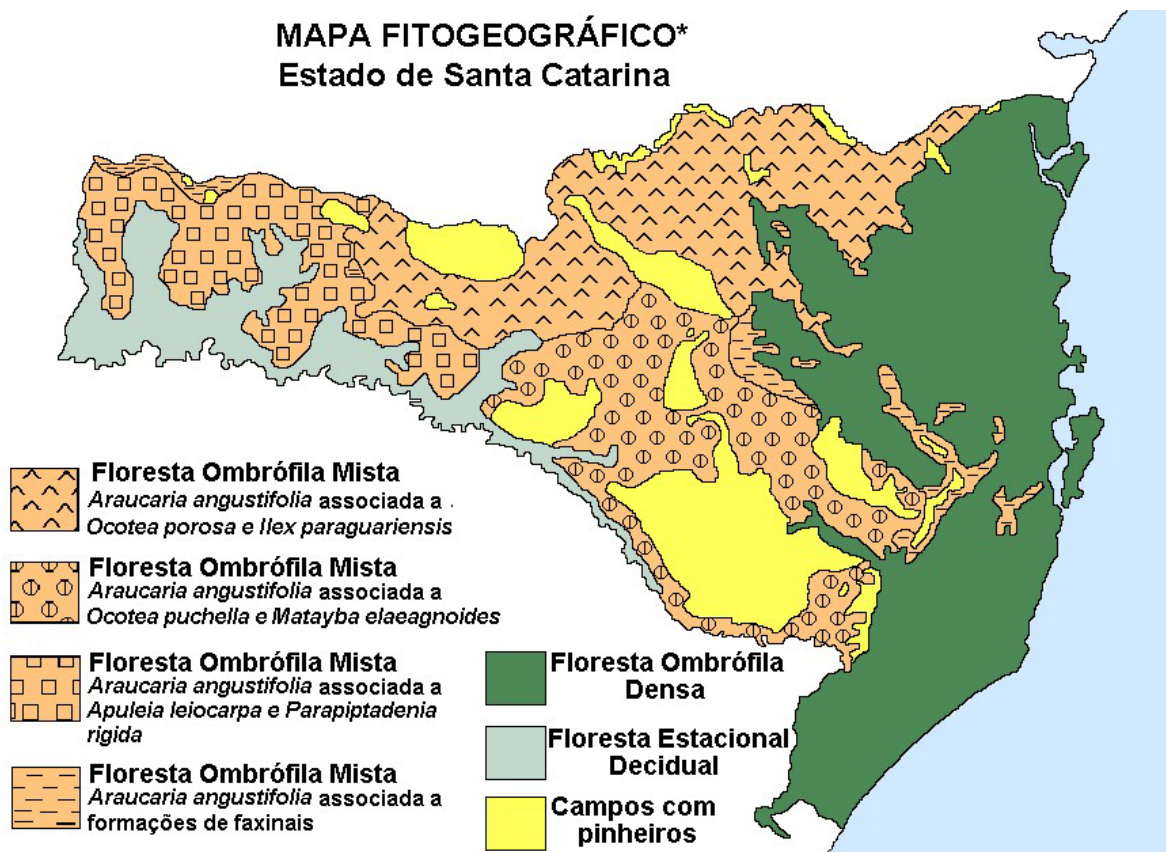


Figura 1. Associações da “Mata de Araucária” (denominada atualmente como Floresta Ombrófila Mista), no Estado de Santa Catarina. (Adaptado de KLEIN, 1978).

2.3. A paisagem

As variações na topografia e no solo dentro de uma região criam um mosaico de heterogeneidade de “partes” de hábitat que formam uma paisagem local (RICKLEFS, 1993).

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, dentro 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).

Do ponto de vista ecológico, o ambiente costuma ser separado em meio biótico (plantas, animais e microorganismos) e abiótico (atmosfera, solo e água). A água faz parte tanto do meio biótico como abiótico e esta profundamente relacionada como o balanço de energia do sistema. Sendo assim a água é um elemento determinante para a produtividade do sistema (PEREIRA, ANGELOCCI e SENTELHAS, 2002)

Segundo Pianka (1994), os elementos do clima como o sol, o vento e a água, são complexamente relacionados. O clima também é o maior determinante da vegetação, uma vez que influencia diretamente a disponibilidade de água e a temperatura do ambiente. Além disto, tanto o clima como a vegetação, afetam profundamente o desenvolvimento do solo (PIANKA, 1994).

Os tipos de solo são uma peça chave para os ecossistemas terrestres, porque muitos processos críticos para o funcionamento destes ecossistemas (como a decomposição e a ciclagem de nutrientes) ocorrem no solo (PIANKA, 1994).

Segundo Sollins (1998), as propriedades do solo que mais influenciam a composição das espécies em ordem de importância são: a disponibilidade de P, a toxidez por Al, a drenagem, a capacidade de retenção de água e a disponibilidade de K, Ca e Mg.

2.4. Análise multivariada e algumas aplicações

A ecologia numérica tem por objetivo a análise de grandes tabelas de dados ecológicos, visando descrever sua estrutura, identificando padrões estruturais, espaciais e temporais nas comunidades biológicas, quantificando o grau de associação entre as variáveis e os objetos de estudo (VALENTIN, 2000).

Para detectar e descrever esses padrões, bem como formular hipóteses sobre as possíveis causas que os regem são utilizadas técnicas de análise estatística multivariada (VALENTIN, 2000). De maneira geral são um conjunto de técnicas analíticas, essencialmente descritivas, que permitem a investigação simultânea de duas ou mais variáveis de pelo menos um grupo de objetos de estudo.

O uso das técnicas de análise multivariada vem crescendo nos estudos de ecologia e geologia, principalmente em função do maior acesso e uso dos meios computacionais. Isto permite que algumas técnicas de análise multivariada como a análise de agrupamento (*Cluster Analysis*) e a análise dos componentes principais (*Principal Components Analysis*), sejam utilizadas atualmente com grande facilidade (MANLY, 1994, LEGENDRE e LEGENDRE, 1998).

Dentre algum destes estudos, o trabalho de Gomory e Gomoryova (1997), avaliou a relação entre as propriedades do solo e o crescimento em altura das florestas através do uso de métodos de análise multivariada. Os autores propuseram a combinação de técnicas de análise multivariada como sendo a melhor solução para descrição e predição de modelos de crescimento.

Verheyen et al. (2001) utilizaram a análise dos componentes principais e a análise de agrupamento para a classificação de tipos de solo. Neste trabalho os autores atribuíram escores ordinais a algumas características morfológicas do solo como a cor, a textura, a estrutura, dentre outras, possibilitando o uso destas características qualitativas nas análises.

O trabalho de Okland e Eilertsen (1996) empregou técnicas de análise multivariada para estudar a dinâmica da vegetação de sub-bosque em uma floresta antiga de coníferas no sul da Noruega.

Métodos multivariados também foram utilizados no trabalho de Kapusta et al. (2003) realizado na floresta de Niepolomice, sul da Polônia. Os autores utilizaram estas técnicas para descrever a diversidade de espécies e sua distribuição espacial em função dos diferentes habitats e condições de solo.

O trabalho de Martins et al. (2003) também utilizou a análise multivariada para descrever a distribuição das espécies arbóreas em um gradiente topográfico de Floresta Estacional Decidual em Viçosas – Minas Gerais. Os autores utilizaram primeiramente a análise de agrupamento para verificar as tendências de agrupamento das espécies arbóreas. Posteriormente, os autores utilizaram a análise dos componentes principais para descrever quais os fatores ambientais (relevo e solo) responsáveis pelo padrão de agrupamento e distribuição das espécies estudadas.

Na floresta Amazônica no sul do Estado do Amapá, o trabalho de Lima et al. (2003) utilizou análises multivariadas para descrever o agrupamento de algumas espécies arbóreas tropicais em função das características do solo da região.

A distribuição de *Araucaria laubenfelsii* em dois diferentes tipos de associações florestais com a espécie foi estudada por Rigg, Enright e Jaffre (1998) na região de Mont Do, Nova Caledônia. Os autores utilizaram a análise multivariada para identificar e descrever um gradiente de mudança na composição das espécies ao longo das formações vegetais.

Em Caçador (SC), Croce (1991) utilizou a análise dos componentes principais para realizar a caracterização espacial estrutural e fitossociológica de uma área com Floresta Ombrófila Mista primária.

Os trabalhos citados anteriormente são apenas alguns exemplos do uso da análise multivariada em estudos que envolvem fatores bióticos e abióticos. De forma geral, as técnicas de análise de agrupamento e análise dos componentes principais são ferramentas descritivas muito úteis, e que facilitam a interpretação de conjuntos de dados que apresentam um grande número de variáveis e objetos de estudo.

3. OBJETIVOS

3.1. Geral

Relacionar características de populações naturais de *Araucaria angustifolia* com características climáticas e edáficas em áreas de ocorrência natural da espécie, visando determinar a distribuição desta espécie nas diferentes condições do clima e solo no estado de Santa Catarina.

3.2. Específicos

- a) Caracterizar a estrutura demográfica de populações naturais remanescentes de *Araucaria angustifolia* no estado de Santa Catarina;
- b) Caracterizar diferentes condições edafo-climáticas em áreas de ocorrência natural da *Araucaria angustifolia* no estado de Santa Catarina;
- c) Verificar diferenças na estrutura demográfica da *Araucaria angustifolia* em diferentes condições de clima, profundidade e fertilidade do solo;
- d) Verificar diferenças na estrutura demográfica da *Araucaria angustifolia* nas diferentes associações florestais da espécie;
- e) Gerar informações visando fundamentar estratégias de manejo e conservação da espécie.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Para execução dos objetivos propostos neste trabalho, foram estudadas 9 áreas com ocorrência natural da *A. angustifolia* no Estado de Santa Catarina. Nestas áreas foram realizados levantamentos buscando caracterizar a estrutura demográfica da espécie, além de coletas de amostras de solo para caracterização edáfica.

4.1. Áreas de Estudo

As áreas de estudo para a realização do trabalho foram selecionadas dentro do Estado de Santa Catarina, buscando encontrar remanescentes de *A. angustifolia* que possibilitassem a execução dos levantamentos. Buscou-se encontrar remanescentes ao longo de toda a área de ocorrência natural da espécie no Estado, representando diferentes condições edáficas e climáticas, bem como as associações florestais com a espécie.

Na execução dos levantamentos, buscou-se selecionar os fragmentos que tivessem uma área maior que 10 ha, possibilitando a implantação das parcelas de estudo de maneira que as mesmas ficassem distribuídas ao longo de todo o fragmento. Além disto, para um fragmento ser escolhido, o mesmo deveria possibilitar a implantação das parcelas de maneira que as mesmas mantivessem uma distância mínima equivalente ao comprimento de duas parcelas. Fragmentos que apresentavam uma perturbação antrópica muito recente, ou mesmo, dificultassem a disposição das parcelas, não foram utilizados.

As áreas selecionadas para o trabalho, estão apresentadas na Tabela 1 e sua localização no estado de Santa Catarina na Figura 2.

Tabela 1. Quadro resumo contendo as coordenadas geográficas e algumas características dos 9 locais escolhidos para as avaliações das características edafo-climáticas associadas às áreas de ocorrência naturais de *Araucaria angustifolia* no Estado de Santa Catarina. NPFT/RGV Florianópolis, 2004.

Área	Local/Instituição	Município	Latitude S	Longitude W	Altitude (m)	Área do fragmento	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 / Embrapa-Epagri	Caçador	26° 51' 12,2"	50° 57' 5,9 "	1050	≅ 100 ha	Corte seletivo da araucária(≅ 80 anos)	-	Sec. 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	-	Secundário avançado
4 - CH	FLONA de Chapecó / IBAMA	Chapecó	27° 06' 10,5"	52° 46' 48,8"	580	≅ 100 ha	Corte raso*/rseletivo 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

* Corte raso em parte da área total



Figura 2. Localização das áreas de estudo dentro de áreas de ocorrência da Floresta Ombrófila Mista no estado de Santa Catarina (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). NPFT/RGV, Florianópolis, 2004.

4.2. Caracterização geral das áreas de estudo

Neste item são descritos alguns aspectos gerais sobre as áreas de estudo utilizadas (Tabela 1 e Figura 2). As informações apresentadas foram obtidas através de observações pessoais e junto aos proprietários ou administradores das áreas.

CA - Reserva Genética Caçador

A Reserva Genética Caçador é uma área de reserva florestal localizada no município de Caçador a aproximadamente 6 Km do centro da cidade, região meio-oeste do Estado de Santa Catarina. É uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), administrada pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa.

A Reserva possui uma área total de 772 ha e parte desta é utilizada para condução de experimentos da Estação Experimental de Caçador/Epagri. A área de preservação permanente onde ocorre a araucária é composta por duas glebas cobertas por Floresta Ombrófila Mista.

A araucária encontra-se associada principalmente a imbuía (*Ocotea porosa*) e erva-mate (*Ilex paraguariensis*) dentre outras espécies comuns na região. O clima da região é do tipo Cfb de Köppen (mesotérmico, úmido sem estação seca definida, verões frescos, com ocorrência de geadas severas e freqüentes no inverno) e o relevo da região é suavemente ondulado a ondulado.

A área onde foi realizado o levantamento possuía aproximadamente 100 ha de floresta e encontrava-se em um bom estado de conservação, sendo que no passado existiu uma pequena exploração (corte seletivo) da araucária no local.

AF - Fazenda Amola Faca

Esta área localiza-se no município de São José do Cerrito a 20 Km do centro de Lages, planalto serrano do Estado de Santa Catarina, coberta por vegetação de Floresta Ombrófila Mista, clima tipo Cfb de Köppen e o relevo da região é ondulado a fortemente ondulado.

A Fazenda Amola Faca possui uma área total de 288 ha e pertence a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri). Parte desta área atualmente é utilizada para pesquisa e condução de experimentos da Estação Experimental de Lages/Epagri. Na área de preservação permanente da fazenda onde ocorre a araucária, esta encontra-se associada a canela-lageana (*Ocotea puchella*), Mirtáceas e formações com vegetação de campo.

O fragmento onde foi realizado o levantamento possuía cerca de 30 ha e a vegetação encontrava-se bem alterada pela ação do homem, sendo que há registro de corte seletivo para exploração comercial da araucária no passado (aproximadamente 50 anos).

A área também é utilizada pela estação como “invernada de gado”, prática comum na região. A prática consiste em remover o gado das áreas de campo, sem oferta de pasto em função do frio e das geadas, para outras áreas, geralmente com floresta e que não são utilizadas durante o verão. Estas áreas com floresta são mais protegidas do frio e apresentam alguma disponibilidade de alimento (pinhão, brotos, folhas de taquara, etc) para o gado durante o período de inverno.

RA - Fazenda Rancho Alegre

Esta área está situada no planalto serrano do Estado de Santa Catarina, município de Lages a 10 Km do centro da cidade na localidade de Coxilha Rica. A Fazenda Rancho Alegre é uma propriedade particular típica da região que desenvolve atividades no ramo da pecuária extensiva. O clima da região é do tipo Cfb de Köppen e o relevo é ondulado a fortemente ondulado.

A vegetação da área é composta principalmente por campo nativo e fragmentos florestais cobertos por Floresta Ombrófila Mista onde ocorre a araucária. O fragmento florestal onde foi realizado o levantamento possuía aproximadamente 10 ha e apresentava-se em bom estado de conservação e segundo o proprietário, há pelo menos 80 anos que a área não sofreu intervenção para retirada de madeira.

Durante o inverno, a área é utilizada pelo proprietário como “invernada” para manter gado bovino e também suínos.

TB - FLONA de Três Barras

A Floresta Nacional (FLONA) de Três Barras, localiza-se no município de Três Barras, planalto norte do Estado de Santa Catarina e foi criada pela Portaria 560 do extinto Instituto Nacional do Pinho em 25 de outubro de 1968. A FLONA é administrada pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA), sendo classificada como uma unidade federal de conservação e uso sustentável dentro do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC).

A FLONA apresenta uma área total de 4.458,50 ha, sendo que 767,94 ha são cobertos por vegetação nativa do tipo Floresta Ombrófila Mista; 634,69 ha com vegetação de mata ciliar; 820,68 ha de áreas mal drenadas (banhados); 6,73 ha inundados (lagos e represas) e 217,30 ha de área não florestal. Na FLONA ainda existem 634,29 ha de reflorestamento com *Araucaria angustifolia*; 937,21 ha com *Pinus elliotti*; 390,10 ha com *Pinus taeda* e 49,56 ha com experimentos de diversas espécies. (Disponível em: www.ibama.gov.br).

Na região a araucária encontra-se associada principalmente a imbuía (*Ocotea porosa*) e erva-mate (*Ilex paraguariensis*) dentre outras espécies. O clima da região é do tipo Cfb de Köppen e o relevo é plano a suavemente ondulado com elevações geralmente inferiores a 30 metros.

A área onde foi realizado o levantamento possui cerca de 25 ha e apresentava-se em razoável estado de conservação, porém certamente passou por um corte seletivo da araucária no início do século passado. Nesse período, toda a região (região do Contestado) teve a araucária intensamente explorada pela empresa inglesa *South Brazil Lumber and Colonization Company, Incorporated*, que foi contratada pra construir uma estrada de ferro na região, e ainda construiu a maior madeireira da america latina (Laboriau e Mattos Filho, 1948).

SJ e SJC - Parque Nacional de São Joaquim

O Parque Nacional de São Joaquim (PNSJ) também é uma unidade de conservação federal que faz parte do SNUC e é administrado pelo IBAMA. O PNSJ é o segundo parque mais antigo do país e foi criado pelo Decreto nº 50.922 de 06.07.1961, tendo como objetivos conservar os ecossistemas existentes na região e promover a educação ambiental, pesquisa e servir para visitação pública.

O Parque possui uma área total de 49.300 ha com 114 Km de perímetro e está localizado no planalto sul do estado de Santa Catarina, abrangendo terras nos municípios de São Joaquim, Urubici, Bom Retiro e Orleães. Atualmente apenas 10% da sua área está regularizada (Disponível em: www.ibama.gov.br). O clima da região é do tipo Cfb de Köppen, sendo a região que apresenta as menores temperaturas médias anuais no Estado (12 a 14°C) e com ocorrência de neve anualmente.

O relevo predominante da região é fortemente ondulado a montanhoso com grandes elevações e o solo nas áreas de campo é em geral raso (5 a 20 cm), com afloramentos de rocha frequentes. Nas áreas de encosta e fundo de vale o solo é mais profundo, mas geralmente com profundidade inferior a 1 m. A vegetação da região é composta principalmente por Campos de altitude e Floresta Ombrófila Mista nas áreas de encosta e fundo de vales, onde ocorre a araucária. Nas áreas de maior altitude surgem formações vegetacionais do tipo Mata Nebular onde a araucária não ocorre.

Dentro do PNSJ foram realizados levantamentos em duas áreas distintas. Uma onde a araucária encontrava-se associada a floresta de encosta e fundo de vale e outra onde a araucaria ocorria em formação de campo. O primeiro fragmento levantado possuía aproximadamente 50 ha e localizava-se em uma área de encosta e encontrava-se em um razoável estado de conservação. Contudo foi possível notar a retirada recente de algumas árvores adultas. Além desta retirada recente, a área certamente já passou por um corte seletivo nos últimos 50 anos.

A segunda área levantada dentro do PNSJ apresentava um agrupamento de araucárias em vegetação de campo com aproximadamente 30 ha. Esta área também encontrava-se em um razoável estado de conservação mas também já passou por um corte seletivo num passado recente.

Atualmente ambas as áreas sofrem influência da atividade pecuária. A primeira é utilizada como “invernada” para o gado bovino e a segunda, além de ser utilizada como pastagem, sofre a ação constante de queimadas realizadas no campo para renovação da pastagem.

CH - FLONA de Chapecó

A Floresta Nacional de Chapecó localiza-se nos municípios de Chapecó e Guatambú na região oeste do Estado de Santa Catarina e é administrada pelo IBAMA. Foi criada juntamente com a FLONA de Três Barras e também faz parte do SNUC.

Apresenta uma área total de 1.606,63 ha sendo que 990,19 ha são cobertos por vegetação nativa do tipo Floresta Ombrófila Mista onde ocorre a araucária e também Floresta Estacional Decidual. Nesta FLONA existem 396,88 ha reflorestados com *Pinus* sp., 3,27 ha com *Eucalyptus* sp., 7,86 ha com *Araucaria angustifolia* e 24,86 ha com pinus e araucária; 56,00 ha de clareiras, 55,52 ha de aceiros; 4,20 ha com açudes e outras áreas (67,85 ha) (Disponível em: www.ibama.gov.br).

Como esta FLONA encontra-se em uma região de transição entre a Floresta Ombrófila Mista e a Floresta Estacional Decidual a araucária encontra-se associada principalmente a grábia (*Apuleia leiocarpa*) e angico (*Parapiptadenia rigida*) dentre outras espécies. O clima da região de acordo com a classificação de Köppen fica em uma área de transição entre os tipos Cfb (mesotérmico, úmido sem estação seca definida, verões frescos, com ocorrência de geadas severas e freqüentes no inverno) e Cfa (mesotérmico, úmido sem estação seca definida, verões quentes, com ocorrência rara de geadas no inverno).

O relevo da região é ondulado a suavemente ondulado e os solos são em geral profundos, bem drenados e com textura argilosa. A área onde foi realizado o levantamento possui cerca de 50 ha e apresentava-se em bom estado de conservação, mas passou por um corte seletivo da araucária antes da criação da unidade, há aproximadamente 50 anos.

SD - Parque Estadual das Araucárias

O Parque Estadual das Araucárias (PEA) localiza-se no município de São Domingos, região oeste do Estado de Santa Catarina. Foi criado recentemente, fazendo parte do Sistema Estadual de Unidades de Conservação (SEUC), sendo a Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina – Fatma o órgão responsável pela sua administração. Possui uma área total de 624 ha que foi doada como mediada de compensação ambiental pela Companhia Energética Chapecó, responsável pelo Aproveitamento Hidrelétrico de Quebra-Queixo em São Domingos. Originalmente a área era uma propriedade particular que mantinha uma serraria e realizava um plano de manejo para retirada da araucária na área e na região.

O Parque encontra-se em uma região com ocorrência de Floresta Ombrófila Mista e Clima tipo Cfb de Köppen, mas devido à proximidade com as áreas de menor altitude onde ocorre a transição com a Floresta Estacional Decidual, ainda existe a ocorrência mais rara de algumas espécies deste domínio (*Apuleia leiocarpa* e *Parapiptadenia rigida*) associadas a araucária. O relevo da região é ondulado a suavemente ondulado e os solos são em geral muito profundos, bem drenados e com textura argilosa.

A área onde foi realizado o levantamento possui cerca de 100 ha de floresta em bom estado de conservação, mas passou por um corte seletivo da araucária, na execução de um plano de manejo para exploração da arucária há aproximadamente 14 anos.

GG - Fazenda Guamirim Gateados

Esta fazenda é uma propriedade particular com área total de 17.500 ha localizada no município de Campo Belo do Sul, planalto sul do Estado de Santa Catarina. A vegetação original da região é composta por Floresta Ombrófila Mista e Campos nativos e o clima é do tipo Cfb de Köppen. O relevo predominante é ondulado a fortemente ondulado próximo as encostas, ocorrendo fases mais planas no topo das encostas.

Atualmente a fazenda conta com uma área de aproximadamente 7.000 ha reflorestada com pinus além de áreas destinadas a atividades agropecuárias. A araucária ocorre associada principalmente a canela-lageana (*Ocotea puchella*), Mirtáceas e em capões associados a vegetação de campo, dentro das áreas de preservação permanente da fazenda. Esta área de preservação permanente é composta pelos vários fragmentos florestais que ocorriam originalmente em áreas de encostas e em “ilhas” de vegetação dentro de áreas de campo que se encontram em bom estado de conservação, não existindo registro de exploração comercial da araucária naquela área no passado. Parte da área também é utilizada pela fazenda como área de “invernada” para gado bovino.

4.2.1. Descrição da geologia, relevo e tipos de solo

Neste item foi elaborada a partir da literatura uma descrição sucinta sobre a geologia, relevo e os tipos de solo do Estado, tendo como principal foco as regiões onde se localizam as áreas de estudo.

Geologia

Na Figura 3 estão representadas as formações geológicas do Estado de Santa Catarina e a localização das áreas de estudo. Nesta figura é possível observar que os locais onde foram realizados os levantamentos da araucária localizam-se sobre dois dos cinco domínios geológicos do Estado. A maioria dos locais estão em áreas de domínio da Formação Serra Geral, sendo que apenas a área TB ocorre sob formações de Cobertura Sedimentar Goduânica. As áreas de RA e AF localizam-se em uma região de transição entre os domínios Formação Serra Geral e Cobertura Sedimentar Goduânica.

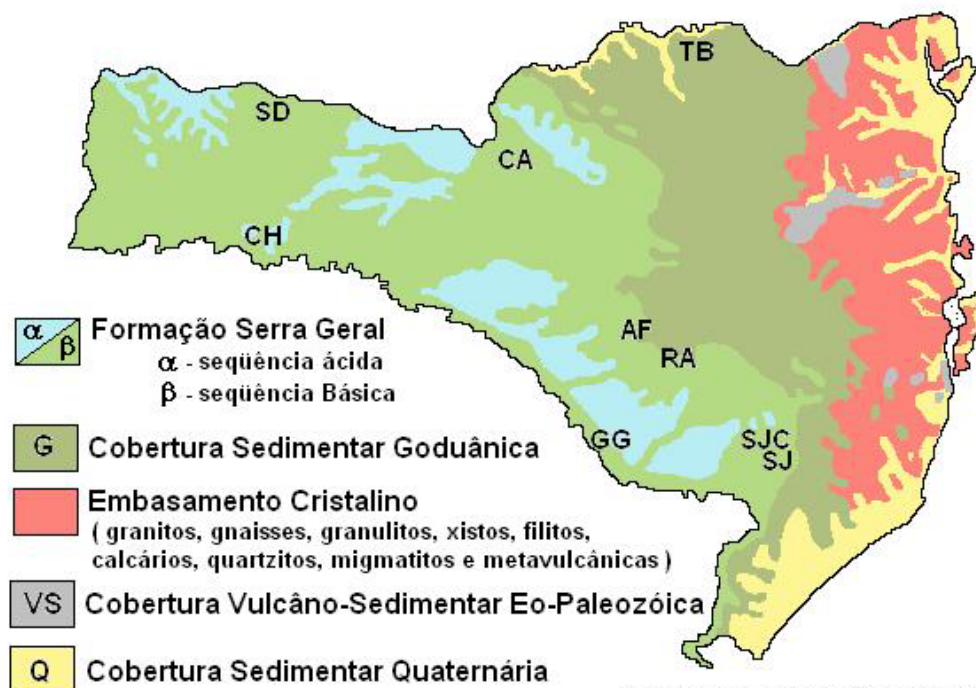


Figura 3. Formações geológicas e localização das áreas de estudo no Estado de Santa Catarina (CA=Reserva Genética Caçador; AF=Fazenda Amola Faca; RA=Fazenda Rancho Alegre; TB=FLONA de Três Barras; SJ=Parque Nacional de São Joaquim; CH=FLONA de Chapecó; SD=Parque Estadual das Araucárias; SJC=Parque Nacional de São Joaquim (área de campo); GG=Fazenda Guamirim Gateados), Adaptado do Atlas de Santa Catarina (1986). NPFT/RGV, Florianópolis, 2004.

Segundo Santa Catarina (1986), a formação da Cobertura Sedimentar Goduânica iniciou no Permiano médio (250 milhões de anos), estendendo-se até a era Mesozóica. Compreendidas neste período, ocorreram diversas deposições de materiais como argilitos, arenitos, siltitos e folhelhos dentre outros. Estas deposições em alguns momentos sofreram influência glacial e ocorreram sob diferentes ambientes como: continental, fluvial, marinho e desértico.

Segundo a coluna estratigráfica estabelecida por Scheibe e Teixeira (1972), as deposições mais antigas da bacia do Paraná pertencem ao Grupo Itararé e Grupo Guatá. Mais recentes são as deposições do Grupo Passa Dois e São Bento, sendo que neste último ocorreram as deposições de arenitos da formação Botucatu. A área de TB está numa região de transição entre os grupos Guatá e Passa Dois.

Logo após a formação Botucatu surgiu a Formação Serra Geral, onde são descritas as rochas vulcânicas efusivas (extrusivas) da bacia do Paraná, que foram originadas de uma sucessão de derrames que cobrem cerca de 50 % da superfície do Estado (SANTA CATARINA, 1986).

As rochas basálticas originadas destes derrames representam a maior manifestação de vulcanismo conhecida na bacia do Paraná, cobrindo cerca de 1.200.000 Km², numa espessura média de 650 m, sendo que a principal fase desse vulcanismo tem idade atribuída ao período Cretáceo inferior (120 a 130 milhões de anos) (LEINZ, 1968).

Nesta formação destacam-se duas seqüências: a seqüência básica e a seqüência ácida. A seqüência básica é predominante nos níveis inferiores, sendo representada principalmente por basaltos e fenobasaltos. A seqüência ácida é predominante em direção ao topo do pacote vulcânico e está representada por riolitos, riodacitos e dacititos (SANTA CATARINA, 1986).

Segundo Santa Catarina (1973), o magma basáltico escorreu de grandes fraturas e se espalhou sobre a superfície formando derrames com espessura média de 50 m. Apesar de todas as rochas originadas destes derrames serem basálticas, estas normalmente apresentam algumas diferenças dentro de uma mesma região, que foram causadas por diferentes condições de resfriamento do magma. Este resfriamento diferenciado é classificado em 4 zonas que são: zona vítrea, zona de fraturamento horizontal, zona de fraturamento vertical e zona amigdalóide.

A zona vítrea ocorre na parte mais basal dos derrames com espessura da ordem de dezenas de cm e apresenta basalto não cristalizado, o que facilita a alteração a minerais argilosos. A zona de fraturamento horizontal ocorre acima da zona vítrea e apresenta textura microcristalina com intenso fraturamento horizontal, resultando fragmentos em forma de tabletes ou placas com alguns cm de espessura. Um pouco mais acima ocorre a zona de fraturamento vertical que é a mais espessa de todas representando o centro do derrame. O seu basalto apresenta uma textura mais grosseira e um intenso fraturamento vertical que permite uma boa permeabilidade das rochas através da infiltração da água. Na parte superior do derrame ocorre a zona amigdalóide em que os gases do magma ficaram represados dando origem a cavidades normalmente preenchidas por diversos minerais (SANTA CATARINA, 1973).

Relevo

Segundo Jenny (1941), o relevo está entre os fatores importantes na formação do solo. O relevo está especialmente associado à dinâmica da água no solo, pois suas formas condicionam o movimento de água vertical ou lateral ao longo da encosta (Prado, 2001).

A quantidade de água que percola no solo é influenciada pelo relevo. Dentro da zona basáltica, por exemplo, devido a diferentes condições de relevo e altitude os solos ali originados apresentam grande diferenciação (SANTA CATARINA, 1973).

Ao observar os solos formados na zona basáltica, desde a calha do rio Uruguai até a Serra do Irani, o trabalho de Santa Catarina (1973) verificou que a medida que os solos ocupam maiores altitudes, possuem teores mais elevados de matéria orgânica e de alumínio trocável, baixando a sua saturação de bases.

Segundo Prado (2001), existe uma tendência muito consistente de que certos tipos solos ocorrem principalmente sob determinados padrões de relevo dentro de uma mesma paisagem. Considerando os padrões de relevo: plano, suave ondulado, ondulado, forte ondulado, montanhoso e escarpado (Lemos e Santos, 1996), algumas destas tendências segundo Prado (2001) são:

- a) Nos locais de relevo plano ou suavemente ondulado com boa drenagem, existe uma maior tendência de ocorrer solos sem gradiente textural, como por exemplo os Latossolos. Já em condições de drenagem imperfeita, é comum a ocorrência de Gleissolos e Organossolos.

- b) Em condições de relevo ondulado ou fortemente ondulado, existe uma tendência de ocorrerem solos com uma seqüência de horizontes A-B textural, nítico ou incipiente. Nestas condições ocorrem principalmente os Argissolos, Alissolos, Nitossolos, Cambissolos e Neossolos Litólicos, sendo que este último ocorre freqüentemente em condições de relevo escarpado.

As diferentes condições de altitude e os padrões de relevo encontrados nos locais de avaliação estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Descrição dos padrões de relevo e altitude dos 9 locais onde foram realizados os levantamentos demográficos da *Araucaria angustifolia* no Estado de Santa Catarina. NPFT/RGV, Florianópolis, 2004.

Local ¹	Descrição dos padrões de relevo ²	Altitude (m)
TB	Plano em áreas de baixada a suavemente ondulado com elevações inferiores a 30 metros.	780
CA	Suavemente ondulado a ondulado	1050
SD	Ondulado a suavemente ondulado	740
CH	Ondulado a suavemente ondulado	580
AF	Ondulado a fortemente ondulado	900
RA	Ondulado a fortemente ondulado	950
GG	Ondulado a fortemente ondulado próximo as encostas, ocorrendo fases mais planas no topo das encostas.	970
SJ	Fortemente ondulado a montanhoso com elevações superiores a 100 metros.	1650
SJC	Fortemente ondulado a montanhoso com elevações superiores a 300 metros.	1350

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 Guamirim Gateados ² Plano: 0 a 3% de declividade; Suave ondulado: 3 a 8 % de declividade; Ondulado: 8 a 20% de declividade; Forte ondulado: 20 a 45 % de declividade; Montanhoso: 45 a 75% de declividade; Escarpado: > 75% de declividade.

Tipos de Solo

O solo é o resultado da ação do clima e dos organismos sobre o material de origem, no relevo, durante um determinado tempo (Jenny, 1941). Desta forma, mesmo dentro de uma região onde predomina um determinado tipo de solo, é possível encontrar diversas variações deste, que são causadas por pequenas variações das paisagens locais (posição no relevo, drenagem, etc)

Na Figura 4 é apresentado o mapa do levantamento exploratório de solos do Estado de Santa Catarina (Santa Catarina, 1986), utilizando a nomenclatura da classificação de solos segundo Embrapa-CNPq, 1999.

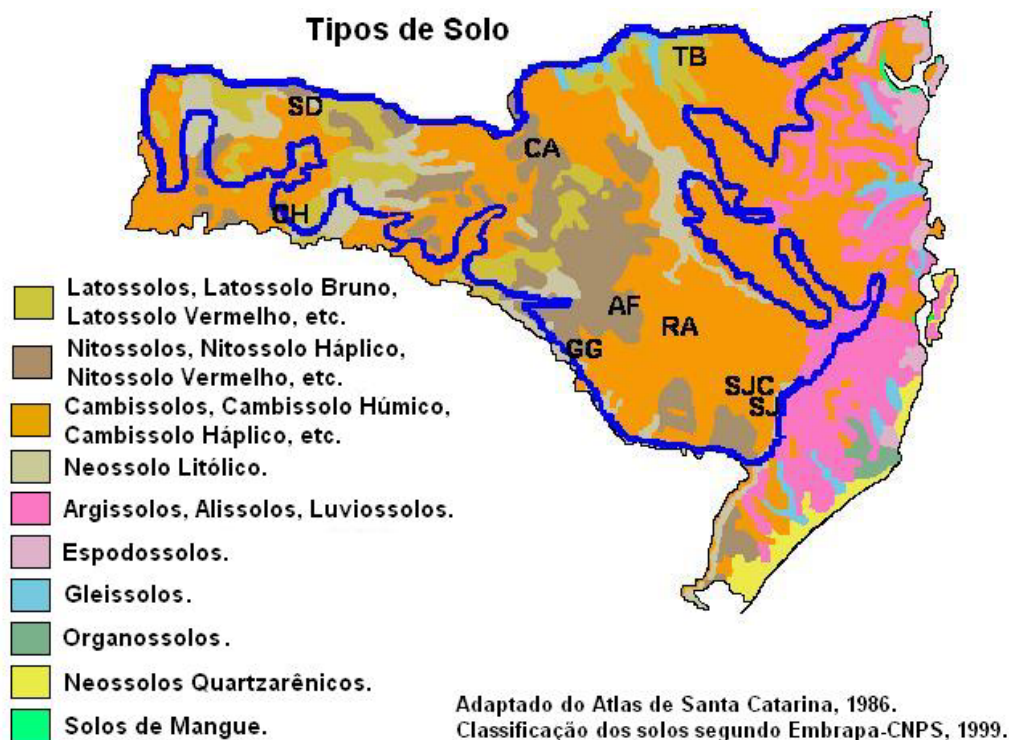


Figura 4. Mapa do levantamento exploratório de solos do Estado de Santa Catarina. Em azul está o limite aproximado de ocorrência da Floresta Ombrófila Mista (CA=Reserva Genética Caçador; AF=Fazenda Amola Faca; RA=Fazenda Rancho Alegre; TB=FLONA de Três Barras; SJ=Parque Nacional de São Joaquim; CH=FLONA de Chapecó; SD=Parque Estadual das Araucárias; SJC=Parque Nacional de São Joaquim (área de campo); GG=Fazenda Guamirim Gateados). Adaptado do Atlas de Santa Catarina, 1986; nomenclatura da classificação de solos segundo Embrapa-CNPS, 1999. NPFT/RGV, Florianópolis, 2004

Nesta figura também é possível observar a localização das áreas de estudo e o limite aproximado do domínio da Floresta Ombrófila Mista (FOM). Dentro deste domínio é possível observar a ocorrência de quatro grandes ordens de solo que são: Latossolos, Nitossolos, Cambissolos e Neossolos. Como se trata de um levantamento exploratório a escala utilizada no mapa apresenta baixa precisão, não evidenciando variações locais dos tipos de solo em função da sua posição na paisagem.

São apresentados na Tabela 3 os principais tipos de solo que ocorrem nas regiões onde foram realizados os levantamentos obtidos com base no levantamento de reconhecimento de solos do estado de Santa Catarina (SANTA CATARINA, 1973). A nomenclatura utilizada para a classificação dos solos foi adaptada segundo Embrapa-CNPS (1999).

Tabela 3. Principais tipos de solo, situação na paisagem e profundidade para os locais onde foram realizados os levantamentos demográficos da *Araucaria angustifolia* no Estado de Santa Catarina. NPFT/RGV, Florianópolis, 2004.

<i>Local</i> ¹	<i>Tipos de solo - Situação na Paisagem</i>	<i>Profundidade</i> ²
TB	Latossolo Vermelho Distrófico Típico – Topo das elevações Cambissolo Háptico Alumínico – Base inferior das elevações	Muito profundo Profundo
CA	Nitossolo Háptico Alumínico – Encostas Latossolo Bruno Alumínico - Topo	Profundo Muito profundo
SD	Nitossolo Vermelho Distroférrico - Encostas Latossolo Vermelho Distroférrico – Topo	Profundos Muito profundos
CH	Latossolo Vermelho Distroférrico – Topo e encostas Neossolo Litólico – Topo e encostas (na forma de inclusões)	Muito profundo Rasos
AF	Nitossolo Háptico Alumínico – Topo e encostas	Profundo a pouco profundo
RA	Cambissolo Húmico Aluminoférrico – Topo e encostas	Pouco profundo
GG	Nitossolo Háptico Alumínico – Encostas Latossolo Bruno Alumínico– Topo Neossolo Litólico – Encostas e topo (na forma de inclusões)	Profundos Muito profundos Rasos
SJ e SJC	Cambissolo Húmico Aluminoférrico – Encostas e fundo de vales Nitossolo Háptico Alumínico – Encostas Neossolo Litólico Distrófico – Topo e encostas	Pouco profundos Profundos Rasos

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 Guamirim Gateados, ²Segundo os critérios da EMBRAPA-CNPS, (1999): Raso = Profundidade ≤ 50cm; Pouco profundo = Profundidade > 50 e ≤ 100 cm; Profundo = Profundidade >100 e ≤ 200 cm; Muito profundo = Profundidade > 200 cm.

Na Tabela 3 é possível observar que dentro de uma mesma área podem ser encontrados diferentes tipos de solo e isto ocorre principalmente em função da variação do relevo na paisagem local.

Os solos classificados como Latossolos são solos profundos ou muito profundos e sempre são encontrados em condição de relevo plano, na posição de topo das elevações. Apresentam como principal característica a seqüência do horizonte A (chernozêmico, proeminente, húmico, moderado ou fraco) sobre o horizonte B latossólico com espessura maior ou igual a 50 cm, baixa capacidade de troca de cátions e saturação de bases (V) alta ou baixa (EMBRAPA-CNPS, 1999).

As áreas que apresentam ocorrência de Latossolos são: CA, TB, CH, SD e GG. Em CA e GG ocorre o Latossolo Bruno, em CH e SD ocorre o Latossolo Vermelho Distroférrico e em TB ocorre o Latossolo Vermelho Distrófico (Tabela 3).

Os Latossolos Vermelhos apresentam matiz mais vermelha que 2,5YR, enquanto os Latossolos Brunos apresentam matiz mais amarela que 2,5YR (EMBRAPA-CNPS, 1999). Os Latossolos Vermelhos que ocorrem em CH, SD são diferentes de TB em função do material de origem que é o basalto para estes dois, enquanto que para TB são argilitos e siltitos (SANTA CATARINA, 1973).

Esta diferença no material de origem também determina a classificação destes solos quanto a serem Distróficos ou Distroféricos. Segundo critérios da Embrapa-CNPS (1999), ambos os tipos apresentam V menor que 50%, mas os solos de origem basáltica ainda apresentam Fe_2O_3 variando entre 18 e 36%, o que determina que estes sejam classificados como Distroféricos.

Os Nitossolos também são solos profundos, mas ocorrem em situações na paisagem com relevo plano e também com declividades maiores que os Latossolos. Segundo critérios da Embrapa-CNPS (1999), apresentam como principal característica a seqüência do horizonte A (chernozêmico, proeminente, húmico, moderado ou fraco) sobre o horizonte B nítico apresentando espessura mínima de 50 cm. A CTC encontrada nestes solos é baixa e a saturação por bases pode ser alta ou baixa.

Os Nitossolos apresentam duas Subordens que são: Vermelhos ou Háplicos. Os Nitossolos Vermelhos apresentam matiz igual ou mais vermelha que 2,5YR enquanto os Háplicos não se enquadram neste critério (EMBRAPA-CNPS, 1999).

As áreas de CA, AF, SJ, SJC e GG apresentaram a ocorrência de Nitossolo Háplico Alumínico enquanto que em SD ocorre o Nitossolo Vermelho Distroférico (Tabela 3).

Segundo critérios da Embrapa-CNPS (1999), os Nitossolos Háplicos Alumínicos apresentam saturação por alumínio (m) maior que 50% e teores de Al^{3+} extraível maiores ou iguais a $4 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ de solo. Os Nitossolos Vermelhos Distroféricos apresentam V menor que 50% e ainda apresentam Fe_2O_3 variando entre 18 e 36%.

Os Cambissolos são solos mais jovens com profundidade mediana e podem apresentar valores altos ou baixos para a CTC e V. Apresentam como principal característica a seqüência do horizonte A (chernozêmico, proeminente, húmico, moderado, fraco ou hístico) sobre o horizonte B incipiente apresentando espessura maior ou igual a 10 cm (EMBRAPA-CNPS, 1999).

Na Tabela 3 é possível observar que as áreas RA, SJ, SJC apresentaram a ocorrência de Cambissolo Húmico Aluminoférrico. Segundo critérios da EMBRAPA-CNPS (1999), estes solos apresentam saturação por alumínio (m) maior que 50% e teores de Al^{3+} extraível maiores ou iguais a $4 \text{ cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ de solo e teores de Fe_2O_3 variando entre 18 e 36%.

De modo geral os Cambissolos também são encontrados nas demais áreas, especialmente ocupando a base das encostas ou próximo a cursos d'água.

Outro tipo de solo que ocorre principalmente em SJ, SJC e GG, especialmente em áreas de topo de morro e meia encosta ou na forma de inclusões são os Neossolos Litólicos (Tabela 3).

Os Neossolos Litólicos são solos muito rasos e apresentam como principal característica a ausência de um horizonte B diagnóstico, com a presença do horizonte A com espessura geralmente inferior a 40 cm diretamente sobre o horizonte C ou sobre a rocha matriz. Quando apresentam valores de V menores que 50% são classificados como Distróficos (EMBRAPA-CNPS, 1999).

4.3. Caracterização da estrutura demográfica

Após a escolha das áreas de estudo conforme descrito no item 4.1, as mesmas foram georeferenciadas com auxílio de um GPS e também tiveram as suas altitudes medidas com o auxílio de um altímetro previamente aferido.

Para realização dos levantamentos da araucária, foram implantadas nestas áreas, parcelas, com dimensões de 40×40 metros. Nas áreas de TB, CA, SD, CH, AF, RA e SJ foram implantadas quatro parcelas enquanto que nas áreas em GG e SJC foram implantadas três parcelas. A implantação das parcelas foi realizada com auxílio de trenas, balizas e estacas de arame com fitas (coloridas) amarradas em uma das extremidades. A Figura 5 apresenta o formato das parcelas implantadas a campo.

Após a demarcação das parcelas em cada área de estudo, foram realizadas as avaliações dendrométricas onde todas as plantas de araucária na parcela tiverem as suas alturas totais e o DAP (Diâmetro a Altura do Peito) mensurados (Harper, 1977). O DAP foi mensurado apenas para as plantas que possuíam altura superior a 1,30 metros. As medições dos diâmetros (DAP) foram realizadas com o auxílio de paquímetros florestais e para a medição das alturas foram utilizados hipsômetros e réguas dendrométricas.

A média do volume total aparente de cada local foi calculado através do somatório do volume de cada planta, dividido pelo número total de plantas de cada local que apresentavam área basal. O volume aparente de cada planta foi calculado pela equação:

$V_o = AB \times h$, sendo AB a área basal de cada planta e h = a altura total de cada planta.

4.4. Caracterização edáfica

A caracterização edáfica das áreas de estudo foi realizada através de levantamentos bibliográficos e posteriormente através dos levantamentos de campo. Os levantamentos bibliográficos foram realizados buscando obter informações sobre a formação geológica, relevo e gênese dos solos típicos que ocorrem nas diferentes regiões do Estado onde foram realizados os levantamentos demográficos.

A caracterização da profundidade média do solo foi realizada com base nos tipos de solo mais freqüentes em cada local, referenciados pela literatura. Para cada local foi estimado um valor (escore) utilizado para representar as diferentes profundidades médias encontradas. A metodologia para atribuir escores ordinais visando à análise numérica de atributos morfológicos do solo foi adaptada do trabalho de Verheyen et al. (2001).

O cálculo do escore foi realizado considerando a ordem dos tipos de solo mais freqüentes em cada local. Segundo a classificação de solos utilizada pela Embrapa-CNPQ (1999), foi adaptado uma hierarquia das ordens de solo quanto a sua profundidade. Desta forma, foi considerado que a profundidade dos solos aumenta na seguinte ordem: Neossolos litólicos (mais rasos), Cambissolos, Nitossolos e Latossolos (mais profundos). Então, na ocorrência de Neossolos foi atribuído o valor (escore) 1, para Cambissolos o valor 2, para Nitossolos o valor 3 e para Latossolos o valor 4. Nas situações onde existiam mais de um tipo de solo freqüente em um local, o escore foi calculado através da média dos escores dados aos tipos de solo mais freqüentes na região.

No campo, os levantamentos do solo foram realizados através da coleta de amostras para análise e posterior interpretação dos resultados com base na literatura. Estes levantamentos foram realizados conjuntamente com os levantamentos demográficos.

Nos levantamentos pedológicos foram realizadas tradagens buscando compor uma amostra representativa de cada área avaliada. Foram coletadas amostras contendo aproximadamente 1 Kg de solo na profundidade de 0 a 40 cm. Cada amostra coletada foi identificada e posteriormente enviada ao laboratório de solos do Centro Agroveterinário da Universidade Estadual de Santa Catarina (CAV-UDESC) em Lages-SC, para realização das análises físicas e químicas.

A análise realizada pelo laboratório foi do tipo “análise básica” onde para cada amostra foram determinados: os teores de argila, pH em água, pH_{SMP} , teores de P, K, matéria orgânica, Ca, Mg, Al. Através destes resultados foram calculados: a soma de bases (SB), a saturação de bases (V), a capacidade de troca de cátions total (T) e a saturação por alumínio (m).

A soma de bases (SB) foi calculada pela soma dos níveis de Ca, Mg e K ($SB = Ca + Mg + K$) utilizando a mesma unidade para as determinações de cada elemento. A capacidade de troca de cátions total (T) foi calculada através da equação:

$$T = SB + (H + Al), \text{ onde } SB \text{ é a soma de bases e } (H + Al) \text{ é a acidez potencial.}$$

A acidez potencial foi obtida somando os teores de Al trocável e íons H^+ . Como a análise de laboratório não forneceu os níveis de H^+ , o mesmo foi obtido através da relação $H^+ = MO \times 1,2$ que fornece a quantidade aproximada dos íons H^+ em função do teor da matéria orgânica do solo (sendo MO expresso em % e H^+ em me/dL de solo).

A saturação por bases (V) foi calculada pela equação:

$$V(\%) = \frac{SB}{T \times 100}$$

A saturação por alumínio (m) foi calculada pela equação:

$$m(\%) = \frac{Al}{(Al + SB) \times 100}$$

4.5. Caracterização macroclimática

A caracterização macroclimática foi realizada com base nas informações disponíveis no CD-ROM do Atlas climatológico digital do Estado de Santa Catarina produzido pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - Epagri.

Os dados climáticos contidos no CD-ROM foram obtidos por médias de séries históricas, conforme metodologia descrita para cada variável climática contida no próprio CD-ROM (PANDOLFO *et al.*, 2002). São, portanto dados médios que representam apenas as variações climáticas regionais do Estado e não representam as variações dos microclimas existentes dentro de cada região.

Para obtenção dos dados climáticos contidos no CD-ROM foi utilizado o *software* “ESRI ArcExplorer™”, versão 2.0.8 contido no próprio CD-ROM. O *software* foi utilizado para visualização das cartas climáticas, através da construção de mapas digitais que possibilitaram a leitura dos dados climáticos obtidos para cada município do Estado.

Nestes mapas digitais foram realizadas as leituras para os dados climáticos dos municípios onde se localizavam as áreas avaliadas. 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 por ano (Ngt).

Como critério para escolha das variáveis climáticas utilizadas, procurou-se escolher o maior número de variáveis que apresentassem contrastes definidos para o maior número de locais.

Após a leitura dos dados climáticos, foi elaborada uma tabela contendo os valores encontrados para cada variável em cada local de avaliação.

4.6. Análise e Interpretação dos Resultados

As tabelas apresentadas contendo os dados demográficos, climáticos e edáficos, foram descritas buscando identificar os contrastes existentes entre os locais avaliados. A partir destas tabelas também foram elaboradas 3 matrizes de dados para posterior análise através de técnicas de análise multivariada.

Estas técnicas foram aplicadas buscando verificar algum possível padrão de ocorrência da araucária nos diferentes locais avaliados. As técnicas de análise multivariada utilizadas foram: análise de agrupamentos (*clusters analysis*) e análise dos componentes principais (ACP).

Primeiramente foi utilizada a análise de agrupamento que objetivou encontrar tendências de agrupamento dos locais em função dos descritores utilizados. Foram realizadas dois agrupamentos. O primeiro agrupamento utilizou somente a matriz dos dados demográficos e o segundo utilizou conjuntamente as todas as três matrizes (matriz demográfica, edáfica e climática).

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.

As análises de agrupamento utilizaram o método de associação de médias (UPGMA) (SNEATH e SOKAL, 1973), sendo empregada à distância euclidiana, onde foram obtidos dendrogramas que agruparam os nove locais segundo as semelhanças e diferenças entre os seus descritores. Também foram calculadas as correlações cofenéticas para cada dendrograma.

Após as análises de agrupamento foi realizada a análise dos componentes principais. Esta análise foi realizada com o objetivo de identificar e descrever quais descritores são mais importantes para explicar as semelhanças e diferenças existentes entre os locais avaliados.

Desta forma a ACP permitiu representar a variação total do conjunto de dados, dentro de um novo sistema de coordenadas onde a maior parte da variação dos dados esta contida dentro de novos eixos, chamados de “eixos componentes principais”.

Foram realizadas análises dos componentes principais para as mesmas combinações de matrizes utilizadas na análise de agrupamento. Como produto das análises foram obtidos os autovalores de cada eixo extraído nas análises e os respectivos autovetores, bem como a porcentagem da variação total dos dados que está representada em cada eixo.

Após a obtenção dos autovalores e autovetores, foram elaboradas tabelas de correlações dos autovetores (vinculados aos descritores) com os eixos extraídos em cada análise.

A partir das correlações obtidas, foram utilizados para interpretação, apenas os descritores que obtiveram correlação superior a 0,70 com algum eixo. A partir desta análise foram elaborados diagramas de ordenação dos locais (populações da araucária) representando dois a dois os eixos componentes principais extraídos para cada análise. Para cada análise, foram produzidos diagramas de ordenação apenas para os eixos que apresentaram algum autovetor com correlação superior a 0,70.

As análises de componentes principais foram realizadas no modo-R (associação de descritores). Para todas as análises dos componentes principais foram utilizadas matrizes com os dados centrados, calculadas a partir das matrizes demográficas, climáticas e edáficas. Como matrizes de associação foram utilizadas matrizes de correlação.

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” (*Multi-Variate Statistical Package*) versão 3.12d (KOVACH, 2001).

5. RESULTADOS

5.1. Caracterização macroclimática

As variáveis climáticas apresentadas na Tabela 2 demonstram a existência de diferenças macroclimáticas entre os 9 locais avaliados. Para a variável temperatura máxima anual (tmx) e temperatura mínima anual (tm) a maior diferença ocorre entre os locais SJ, SJC e CH, onde é possível observar uma diferença de 8 °C para tmx e 5°C para tm. Entre as áreas de SJ e CH também é possível notar um grande contraste para o número médio de geadas (Ngt), que em SJ chega a ser três vezes maior que em CH (Tabela 2).

A precipitação média anual (Pm) apresentou uma variação média de 500 mm entre as áreas de CA, RA e TB (menor precipitação) e SD (maior precipitação). A umidade relativa do ar média anual (U) apresentou uma variação média de 4 % entre as áreas com maior e menor umidade relativa do ar enquanto que a insolação média anual (I) apresentou uma variação de 600 horas entre as áreas com maior e menor número de horas de sol (Tabela 2).

Considerando as variáveis tmx, tm, Pm, U, I, e E é possível perceber uma tendência de maiores valores de precipitação média (Pm) e evapotranspiração média (E) nas áreas com maior número de horas de sol (I) e temperaturas mais elevadas, sendo que estas mesmas áreas apresentam os menores valores para umidade relativa do ar média (Tabela 2).

Tabela 4. Características macroclimáticas obtidas para a caracterização climática dos 9 locais onde foram realizados os levantamentos demográficos da *Araucaria angustifolia* no Estado de Santa Catarina. Conforme: Atlas climatológico digital do Estado de Santa Catarina (Pandolfo *et al.*, 2002). NPFT/RGV, Florianópolis, 2004.

Local ¹	tmx ²	tm ³	Pm ⁴	U ⁵	E 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

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 Guamirim Gateados, ² Média das temperaturas máximas anuais (°C); ³ Média das temperaturas mínimas anuais (°C); ⁴ Precipitação média anual (mm); ⁵ Umidade relativa do ar média anual (%); ⁶ Evapotranspiração média anual (mm); ⁷ Insolação média anual (horas); ⁸ Número médio de geadas em maio; ⁹ Número médio de geadas em setembro; ¹⁰ Número médio de geadas por ano.

5.2. Caracterização edáfica

Resultado e interpretação das análises químicas do solo

O resultado da análise básica para a caracterização física e química do solo coletado nas 9 áreas levantadas no Estado são apresentadas na Tabela 5. Para a interpretação das análises foram tomados como referência os critérios da Comissão de Fertilidade do Solo RS/SC (1994) e da Embrapa-CNPS (1999).

Tabela 5. Características físico-químicas das amostras de solo coletadas de 0 a 40 cm de profundidade, nos 9 locais onde foram realizados os levantamentos demográficos da *Araucaria angustifolia* no Estado de Santa Catarina. NPFT/RGV, Florianópolis, 2004.

Locais ¹	Profund. (Escore ²)	Teor Argila (%)	pH		P (mg/L solo)	K (mg/L solo)	M.O. ³ %	Al	Ca	Mg	SB ⁴	T ⁵	V ⁶ %	m ⁷ %
			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 Guamirim Gateados, ² Valores calculados em função dos tipos de solo mais freqüentes, utilizados para representar as diferenças na profundidade média do solo entre os locais avaliados; ³ Matéria orgânica, ⁴ Soma de Bases, ⁵ Capacidade Total de Troca de Cátions, ⁶ Saturação por Bases, ⁷ Saturação por Alumínio.

De modo geral, os dados da Tabela 5 demonstram uma alta acidez do solo para todas as regiões, com valores de pH em água inferiores a 4,5, sendo que a maior acidez foi observada na área de SJ. Nesta área, também os níveis de matéria orgânica e teores de Alumínio são os mais elevados e, incluindo as demais áreas, todos são valores considerados médios a altos.

Devido aos altos teores de Al trocável encontrado, a saturação por alumínio (m) também apresentou valores maiores que 50%, o que classifica as amostras de solo como sendo solos portadores de caráter alumínico (EMBRAPA-CNPS, 1999) e conseqüentemente constituem solos com fertilidade natural muito baixa.

A capacidade de troca de cátions total (T), corresponde ao total de cargas negativas (que podem adsorver cátions) que um solo apresenta, somando-se os teores de todos os cátions presentes. T é calculado a partir da soma de bases (SB) mais a quantidade de íons H+Al. A sua interpretação não depende do seu valor absoluto, mas sim de quais são os íons que mais estão contribuindo na sua formação. Desta forma é interessante interpretar T juntamente com a saturação por bases (V), que indica quanto do total de cargas negativas existentes no solo são ocupadas pelos cátions úteis (Ca, Mg e K) (TOMÉ JR, 1997).

Realizando esta interpretação para a Tabela 5, a porcentagem da capacidade de troca de cátions total que é ocupada pelos cátions Ca, Mg e K é indicada pelos valores de V. De modo geral, todas as amostras apresentaram uma pequena contribuição (inferior a 13%) destes cátions na capacidade de troca de cátions total. Este resultado é típico para solos pouco férteis (Distróficos) ou portadores de caráter alumínico. Desta forma os solos que apresentam alta saturação por alumínio (m) e baixa saturação por bases (V) apresentam uma grande contribuição do Al na capacidade de troca de cátions total

Os maiores valores de T apresentados na Tabela 5 correspondem às amostras de solo coletadas em SJ, SJC e GG, que apresentaram estes valores absolutos de T maiores em relação aos demais locais, principalmente em função dos seus altos valores de matéria orgânica (M.O.) que contribuem com uma maior quantidade de íons H⁺ no cálculo da capacidade total de troca de cátions (T).

Os teores de argila observados na Tabela 5 para os locais avaliados são característicos de solos com textura média a muito argilosa. Algumas amostras apresentaram teores de argila mais baixos que o esperado para os solos típicos da região.

Esta situação pode ser observada principalmente nas amostras que apresentaram teores de argila menores que 40 %, que não são compatíveis com solos cujo material de origem é o basalto (SANTA CATARINA, 1973). Isto pode ser decorrente principalmente do fato das amostras terem sido realizadas em locais muito “pontuais” (dentro das parcelas) e possivelmente alguns destes locais poderiam conter grande quantidade de matéria orgânica.

O pH_{smp} é um índice que reflete a acidez potencial dos solos (H + Al), sendo que os solos com maiores valores de pH_{smp} apresentam menores teores de H + Al. Os solos de SD e CH apresentaram os maiores valores pH_{smp} indicando que elas apresentam uma menor acidez potencial em contraste com os solos de SJ e SJC que por sua vez apresentaram a maior acidez potencial.

Os níveis médios de K apresentaram uma grande variação entre as áreas, mas de maneira geral os solos analisados apresentaram teores muito baixos deste elemento. Apenas os solos de SJ, SJC e GG apresentaram maiores teores que podem ser considerados médios a altos. Estes teores mais elevados em comparação com as demais áreas (principalmente em SJ), podem ser em parte, devidos a ação antrópica, uma vez que estas três áreas tinham em comum o uso freqüente da atividade pecuária.

Conforme a descrição das áreas de estudo apresentada no item 4.2 deste trabalho, outros locais como RA e AF também apresentam uso através da atividade pecuária, porém não apresentaram teores altos de potássio.

Diante deste fato, fica evidente e comum a estas áreas a influência da ação antrópica que pode estar influenciando os níveis de K encontrados. Contudo o histórico de uso obtido para estas áreas não contem informações precisas sobre o tempo de uso, nem a lotação de animais nas áreas. Estes são aspectos que podem estar influenciando os resultados obtidos.

Os níveis médios de P “disponível” no solo podem ser interpretados juntamente com a textura dos solos. Segundo a Comissão de Fertilidade do Solo RS/SC (1994), os solos com textura mais argilosa (classe 1) apresentam uma maior disponibilidade de fósforo, comparando-se com solos que apresentam textura menos argilosa (classe 5). Desta forma, solos com textura pouco argilosa, necessitam apresentar maiores teores de fósforo para que parte deste seja realmente disponível para as plantas.

Considerando os teores de argila e fósforo das amostras de solo apresentadas na Tabela 5, de modo geral todas as amostras apresentaram teores disponíveis deste elemento que podem ser considerados baixos a muito baixos. Apenas a amostra de solo coletada em SJ apresentou valores mais elevados, que assim como no caso do potássio, também podem estar associados à ação antrópica.

Os teores de Ca e Mg encontrados para todas as amostras podem ser considerados baixos. Apenas a amostra de solo coletada em CA apresentou teores médios para o elemento Mg.

5.3. Caracterização demográfica

A partir dos dados obtidos com a realização dos levantamentos demográficos foram elaboradas as Tabelas 6 e 7 e a Figura 6. Na Tabela 6 são apresentados os parâmetros estimados para a caracterização demográfica das 9 populações naturais de *Araucaria angustifolia* avaliadas com os respectivos desvios padrão. Na escolha destes parâmetros buscou-se obter o maior número de informações contrastantes, que pudessem diferenciar as populações levantadas principalmente quanto ao número total de plantas, número de plantas jovens, maior DAP, maior altura em algumas classes de DAP, área basal e volume total.

Na Tabela 6 e na Figura 6 é possível observar principalmente a diferença existente entre o número de plantas (proporção de plantas jovens) que é maior nas populações de AF, RA e TB e também as alturas máximas e mínimas que são maiores nas populações de CA e SD. Os maiores desvios padrão (Tabela 7) foram observados para os parâmetros número médio de plantas/ha e número médio de plantas/ha com DAP<5cm, o que reflete a grande variação do número de plantas entre as parcelas dentro de cada área.

Os maiores contrastes para as variáveis, número médio de plantas/ha e número médio de plantas com DAP<5cm foi observado entre os locais CA e RA, cujo número de plantas chegou a ser em média 200 vezes maior em RA.

Ainda na Tabela 6, pode-se observar que os maiores valores de DAP e altura máxima foram encontrados em SD e CA respectivamente, enquanto que os menores valores para as mesmas variáveis foram verificadas em SJC, chegando a ser inferiores a metade dos diâmetros e alturas máximas encontradas em SD e CA.

Considerando as plantas com DAP>40cm (Tabela 6), o maior contraste entre as alturas mínimas ocorreu entre os locais CA e SJC, onde a altura mínima encontrada para plantas com DAP>40cm chega a ser inferior a metade da altura mínima das plantas com mesmo diâmetro em CA.

Os maiores valores para área basal foram encontrados em GG e CA enquanto que o menor valor foi observado em AF, sendo este aproximadamente 4 vezes menor que o valor encontrado em GG. O maior volume total médio foi observado em CA, enquanto que os valores observados em SJC e AF foram aproximadamente 5 vezes menores.

Tabela 6. Características populacionais obtidas para a caracterização demográfica da *Araucaria angustifolia* nos 9 locais onde foram realizados os levantamentos demográficos no Estado de Santa Catarina .NPFT/RGV, Florianópolis, 2004.

Local ¹	Nº médio	Nº médio	Proporção	DAP	Altura	Altura das plantas		Altura das plantas		Área Basal	Volume Total
	plantas/ha	plantas/ha	de Jovens ²	máximo	máxima	com DAP>5cm (m)		com DAP>40cm (m)		média	médio
		(DAP<5cm)	(%)	(cm)	(m)	Média	Mínima	Média	Mínima	(m ² /ha)	(m ³ /ha)
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; 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 Guamirim Gateados; ² Proporção de plantas jovens (Relação entre o Número médio de plantas/ha com DAP<5cm, sobre o Número médio de plantas/ha).

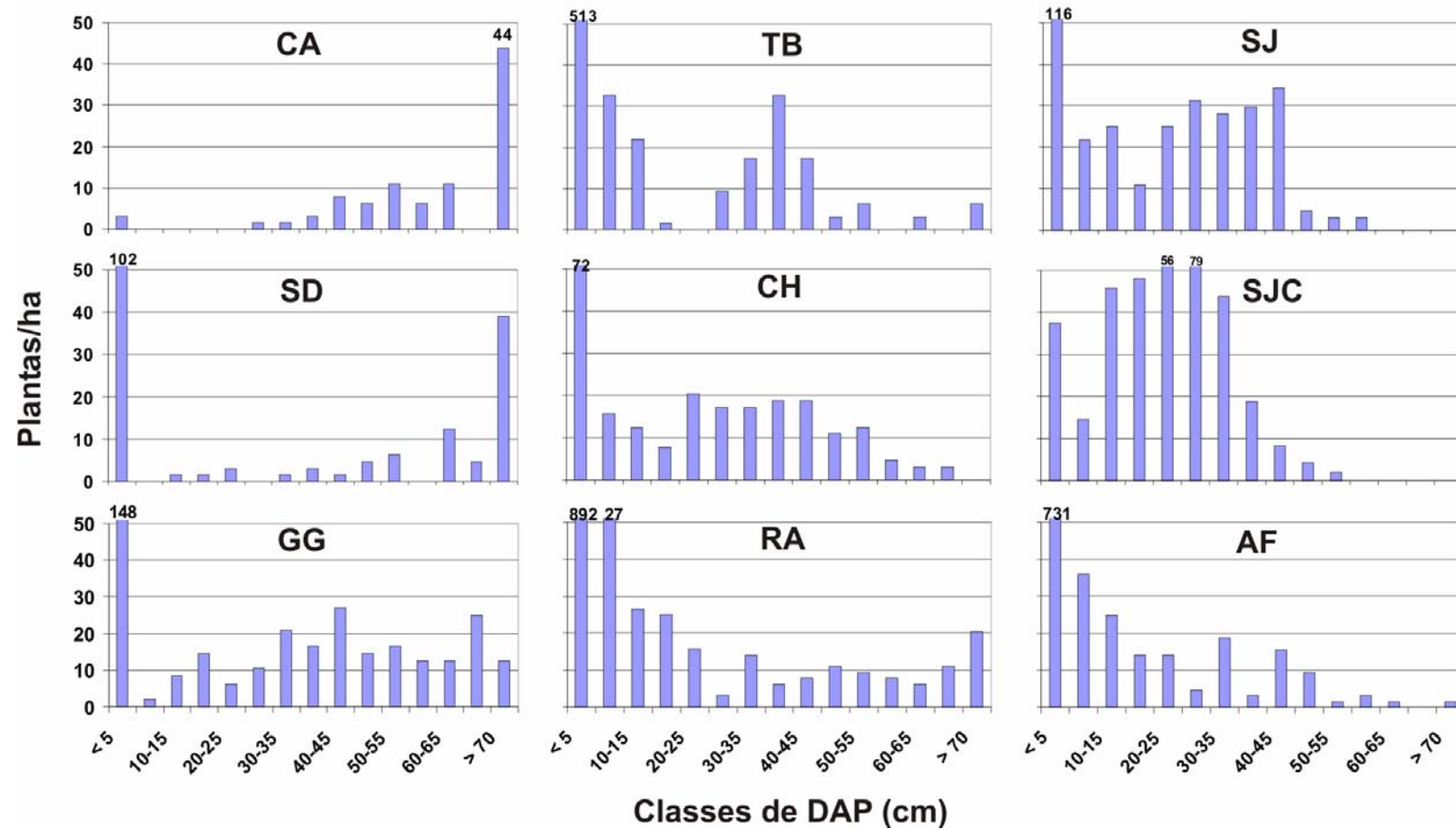


Figura 6. Distribuição de freqüências em classes diamétricas para as 9 populações naturais de *Araucaria angustifolia* avaliadas no Estado de Santa Catarina. (CA=Reserva Genética Caçador; AF=Fazenda Amola Faca; RA=Fazenda Rancho Alegre; TB=FLONA de Três Barras; SJ=Parque Nacional de São Joaquim; CH=FLONA de Chapecó; SD=Parque Estadual das Araucárias; SJC=Parque Nacional de São Joaquim (área de campo); GG=Fazenda Guamirim Gateados). NPFT/RGV, Florianópolis, 2004.

Tabela 7. Valores do coeficiente de variação (%) calculados para as variáveis: Número médio de plantas, Número médio de plantas com DAP < 5cm, DAP máximo, Altura máxima, Altura média e mínima das plantas com DAP > 5 cm e Altura média e mínima das plantas com DAP > 40 cm para as 9 populações naturais de *Araucaria angustifolia* avaliadas no Estado de Santa Catarina. NPFT/RGV, Florianópolis, 2004.

Local ¹	N ²	Coeficiente de Variação (%)							
		Nº médio plantas/ha		DAP máximo	Altura máxima	Altura das plantas com DAP>5cm		Altura das plantas com DAP>40cm	
		Total	com DAP<5cm			Média	Mínima	Média	Mínima
TB	4	58,6	77,3	17,6	11,3	16,8	71,2	8,5	6,1
CA	4	24,8	200,0	6,5	5,1	8,0	11,5	7,3	11,5
SD	4	46,5	83,5	6,2	10,9	18,8	40,3	11,9	6,1
CH	4	37,5	101,5	8,4	3,9	5,6	19,9	5,1	9,0
AF	4	26,2	45,6	24,3	7,9	28,1	25,4	12,1	17,7
RA	4	29,7	31,4	21,2	11,8	24,1	42,5	11,2	8,0
GG	3	52,1	61,6	15,6	16,4	16,3	35,3	12,8	7,1
SJ	4	21,8	63,4	13,9	6,7	8,7	20,2	5,3	4,7
SJC	3	43,2	144,3	13,1	8,3	9,9	16,7	13,2	7,9

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 Guamirim Gateados, ² Número de parcelas utilizadas no levantamento.

Na Tabela 7 pode-se observar que as variáveis, altura máxima, altura média e mínima das plantas com DAP > 40 cm apresentaram os menores valores de C.V. que variaram de 4,7 a 17,7 % enquanto que para a variável DAP máximo o C.V variou de 6,2 a 24,3%. As variáveis, número médio de plantas e número médio de plantas com DAP<5cm apresentaram a maior variação dentro das áreas avaliadas. Em CA, ocorreu o maior valor de C.V. (200,0%) devido à inexistência de plantas com DAP<5cm em 4 das 5 parcelas avaliadas. O C.V. para o número total de plantas oscilou de 24,8 a 52,1% o que reflete que dentro dos locais avaliados, existe uma variação no número de plantas encontradas nas parcelas que chega a ser em média superior a um quarto e inferior a metade do total de plantas avaliadas em todo o local.

5.4. Agrupamento dos dados demográficos, climáticos e edáficos

Na Figura 7 são apresentados dois dendrogramas que mostram diferentes situações de agrupamento dos locais avaliados. O dendrograma I apresenta o agrupamento dos locais considerando somente os descritores demográficos enquanto que o dendrograma II apresenta o agrupamento dos locais quando todos os descritores foram analisados em conjunto.

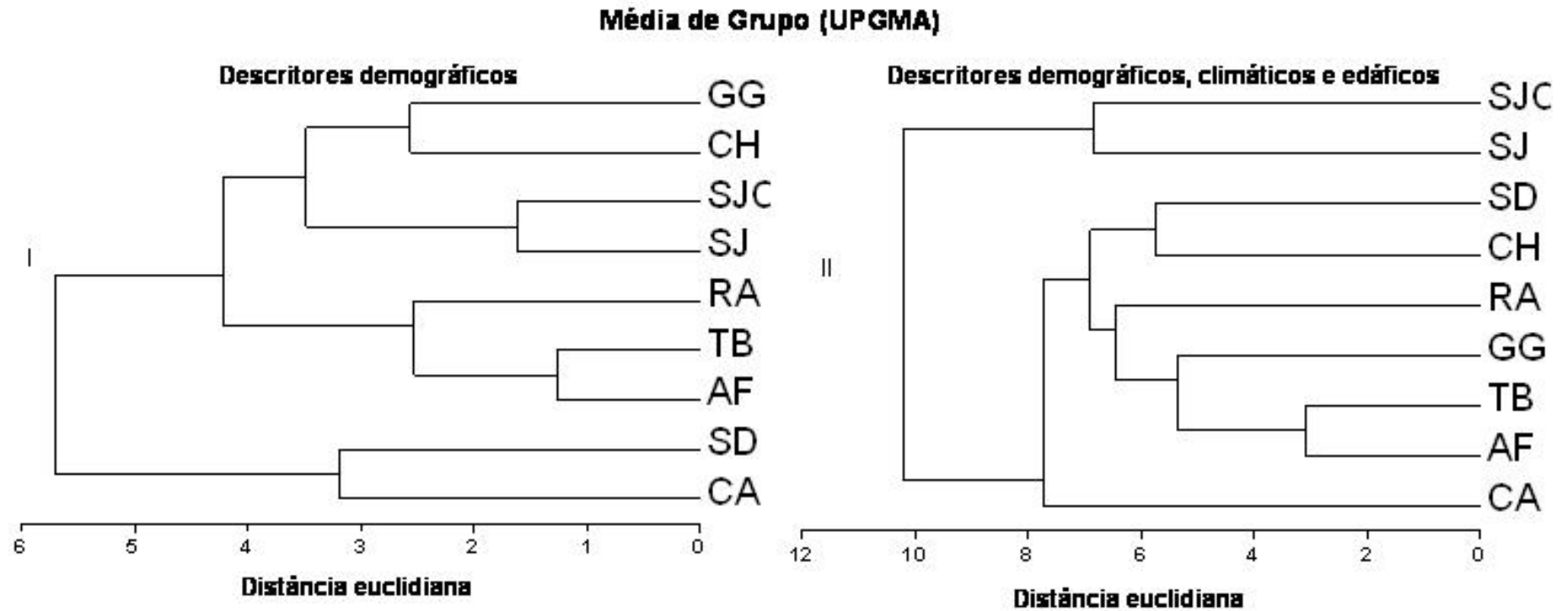


Figura 7. Padrões de agrupamento obtidos na análise de agrupamento através do método de associação de médias (UPGMA), com base na distância euclidiana, para os descritores demográficos, climáticos e edáficos dos 9 locais de avaliação da *Araucaria angustifolia* no Estado de Santa Catarina (CA=Reserva 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). Correlações cofenéticas iguais a 0,80 e 0,83 para os dendrogramas I e II respectivamente. NPFT/RGV, Florianópolis, 2004.

O dendrograma I da Figura 7 obtido utilizando apenas os descritores demográficos demonstra uma tendência para formação de 4 grupos distintos (considerando o ponto de corte em 3,5 unidades). O primeiro grupo é formado pelos locais GG e CH, sendo este grupo mais próximo do segundo que é formado pelos locais SJC e SJ. O terceiro grupo assemelha-se mais com os dois primeiros e é formado pelos locais RA, TB e AF. O último grupo é formado pelos locais SD e CA que se assemelham entre si, mas ficam separados dos demais grupos.

Realizando a análise de agrupamento utilizando todos os descritores, foi obtido o dendrograma II da Figura 7, onde existe uma tendência à formação de 4 grupos distintos (considerando o ponto de corte em 7 unidades). O primeiro grupo é formado pelos locais SJ e SJC que se assemelham entre si, mas formam um grupo separado dos demais locais. O segundo grupo é formado pelos locais SD e CH, que se assemelham com o terceiro grupo, formado pelos locais RA, GG, TB e AF. O último grupo é formado apenas pelo local CA que apresenta alguma semelhança em algum descritor com o segundo e terceiro grupos.

Estas tendências de agrupamento dos locais avaliados apresentadas pelos dendrogramas da Figura 7, demonstram que dentro da variação total das características demográficas, climáticas e edáficas dos locais, existem semelhanças e diferenças que possibilitam agrupar os locais.

Os dois padrões de agrupamentos representados nos dendrogramas da Figura 7 demonstraram algumas tendências de agrupamento comuns. O local CA sempre 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 sempre agruparam juntos e também formaram um grupo juntamente com o local RA.

Diante destas tendências de agrupamento dos locais avaliados, surge à necessidade de definir quais são os descritores mais importantes para descrever estas tendências, ou seja, quais as variáveis demográficas, climáticas e edáficas mais importantes para explicar as semelhanças e diferenças entre os locais. A identificação destes descritores pode ser realizada através da análise dos componentes principais (ACP), que é uma outra técnica de análise multivariada.

5.5. Ordenação dos dados demográficos

Os dados apresentados na Tabela 6 foram submetidos a uma Análise dos Componentes Principais (ACP) e os resultados obtidos são apresentados na Tabela 8 e na Figura 8.

Tabela 8. Coeficientes de correlação dos descritores demográficos para os quatro primeiros eixos de ordenação da Análise de Componentes Principais (ACP). NPFT/RGV, Florianópolis, 2004.

Descritores	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 4
pl ¹	-0,31	0,75	0,39	0,08
pl5 ²	-0,14	0,81	0,27	0,10
pj ³	-0,08	0,81	-0,11	-0,11
Dx ⁴	0,96	0,07	0,11	-0,05
Amx ⁵	0,87	0,35	-0,19	-0,06
Ax5 ⁶	0,97	0,00	-0,23	0,00
Am5 ⁷	0,79	-0,33	0,05	0,25
Ax40 ⁸	0,89	0,33	-0,18	0,02
Am40 ⁹	0,85	0,39	-0,24	0,04
AB ¹⁰	0,79	-0,27	0,60	-0,11
Vo ¹¹	0,95	-0,11	0,31	-0,04

¹Número médio plantas/ha, ²Número médio plantas/ha com DAP<5cm; ³Proporção de plantas jovens; ⁴DAP máximo; ⁵Altura máxima; ⁶Altura média das plantas com DAP>5cm; ⁷Altura mínima das plantas com DAP>5cm; ⁸Altura média das plantas com DAP>40cm; ⁹Altura mínima das plantas com DAP>40cm; ¹⁰Área Basal média; ¹¹Volume aparente médio.

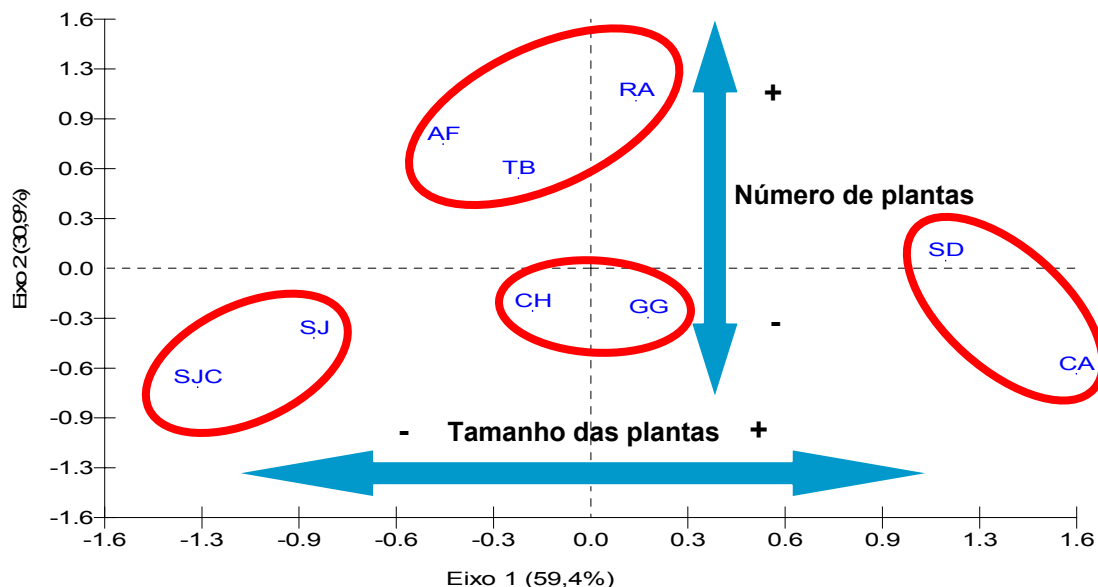


Figura 8. Diagrama de ordenação das populações naturais de *Araucaria angustifolia* inventariadas no Estado de Santa Catarina produzido pela ACP, contendo os eixos componentes principais 1 e 2 (CA=Reserva Genética Caçador; AF=Fazenda Amola Faca; RA=Fazenda Rancho Alegre; TB=FLONA de Três Barras; SJ=Parque 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). NPFT/RGV, Florianópolis, 2004.

Na Tabela 8 são apresentados os coeficientes de correlação de todos os descritores demográficos com os quatro primeiros eixos componentes principais. Conforme descrito no item 4.6 deste trabalho, para efeito de interpretação, serão apenas utilizados os descritores que mais contribuem na formação dos eixos e apresentam correlações maiores ou iguais a 0,70.

De acordo com a Tabela 8, a maioria dos descritores apresentou uma grande contribuição na formação dos eixos, com correlações superiores a 0,75.

Os autovalores dos 2 primeiros eixos foram respectivamente 6,5 e 3,4 indicando que o primeiro e o segundo eixo explicaram, respectivamente, 59,4 e 30,9% da variação total dos dados (Figura 8).

Conforme é possível observar na Tabela 8, os descritores Dx, Amx, Ax5, Am5, Ax40, Am40, AB e Vo apresentaram correlações positivas e maiores que 0,79 com o eixo 1. Já os descritores pl, pl5 e pj apresentaram correlações positivas superiores a 0,75 com o eixo 2. Os eixos 3 e 4, que explicam respectivamente 4,9 e 3,1 % da variação total, não apresentaram nenhum descritor com uma correlação superior a 0,70 e não serão utilizados para interpretação.

A ordenação das populações no primeiro eixo componente principal (Figura 8) mostra um gradiente crescente com o eixo 1 que envolve um aumento do diâmetro, altura e volume. Desta forma, as populações de CA e SD estão na fração positiva do eixo porque apresentam os maiores valores de DAP, altura e volume. Em oposição a estes locais estão as populações de SJ e SJC que apresentam em média as menores plantas. As demais populações não demonstram esta tendência tão claramente e por esta razão estão formando um grupo a parte na região central da figura.

Fazendo a mesma análise para o eixo 2, é possível observar um gradiente crescente junto com o eixo em função do aumento do número total de plantas. Seguindo esta tendência às populações RA, AF e TB, as quais apresentam o maior número total de plantas, encontram-se agrupadas na fração positiva do eixo 2. As populações CH e GG que não apresentam claramente esta tendência ficaram próximas a região central da figura.

As elipses em vermelho apresentadas na Figura 8 representam os agrupamentos dos locais avaliados descritos no item 5.4 e as setas em azul representam o gradiente dos descritores que são mais importantes para a formação dos eixos e dos agrupamentos dos locais. Conforme é possível observar (Figura 8), o eixo 1 representa principalmente o tamanho (diâmetro e altura) das plantas, enquanto o eixo 2 representa o número de plantas.

A partir desta ordenação dos dados demográficos, foi possível observar que existem contrastes entre as populações amostradas para o tamanho e o número médio da plantas entre os locais.

5.6. Ordenação dos dados demográficos, climáticos e edáficos

Os dados apresentados na Tabela 4, 5 e 6 foram submetidos a uma Análise dos Componentes Principais (ACP) e os resultados obtidos são apresentados na Tabela 9 e nas Figuras 9 e 10. Também foram incluídos nestas análises os escores que foram apresentados na Tabela 3 para representar a profundidade média do solo nos locais avaliados.

Os descritores p_j , D_x , Am_5 , AB , Vo , Pm , pH , P , K , Ca e V não apresentaram correlação superior a 0,70 com nenhum eixo (Tabela 9). O eixo 4, que explica apenas 8,0% da variação total dos dados, não apresentou nenhum descritor com correlação superior a 0,70 e não será utilizado para interpretação (Tabela 9).

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%, 18,5% e 9,9% da variação total dos dados (Figuras 9 e 10).

Tabela 9. Coeficientes de correlação dos descritores demográficos, climáticos e edáficos para os quatro primeiros eixos de ordenação da Análise de Componentes Principais (ACP). NPFT/RGV, Florianópolis, 2004.

<i>Descritores</i>	<i>Eixo 1</i>	<i>Eixo 2</i>	<i>Eixo 3</i>	<i>Eixo 4</i>
pl ¹	-0,11	-0,49	-0,78	0,16
pl5 ²	0,06	-0,45	-0,82	0,15
pj ³	0,19	-0,58	-0,58	0,23
Dx ⁴	0,69	0,44	-0,16	-0,36
Amx ⁵	0,82	0,21	-0,32	-0,14
Ax5 ⁶	0,81	0,48	-0,03	-0,15
Am5 ⁷	0,45	0,66	0,04	-0,43
Ax40 ⁸	0,83	0,31	-0,36	0,01
Am40 ⁹	0,85	0,24	-0,38	0,06
AB ¹⁰	0,37	0,69	0,02	-0,32
Vo ¹¹	0,58	0,67	-0,10	-0,29
A ¹²	-0,92	0,31	0,00	-0,17
tmx ¹³	0,94	-0,05	0,17	0,21
tm ¹⁴	0,91	-0,13	0,10	0,25
Pm ¹⁵	0,43	-0,10	0,57	0,38
U ¹⁶	-0,72	-0,33	-0,40	-0,33
E ¹⁷	0,83	-0,20	0,17	0,38
I ¹⁸	0,70	0,08	-0,12	0,31
g5 ¹⁹	-0,83	0,36	-0,10	-0,35
g9 ²⁰	-0,87	0,10	-0,02	-0,40
Ng ²¹	-0,86	0,30	-0,20	-0,20
Pr ²²	0,87	0,09	0,19	0,02
Ar ²³	0,94	0,07	0,05	-0,16
pH ²⁴	0,65	-0,13	-0,28	-0,14
smp ²⁵	0,85	-0,17	0,15	-0,30
P ²⁶	-0,53	0,30	0,25	0,54
K ²⁷	-0,59	0,32	-0,51	0,30
MO ²⁸	-0,94	0,23	0,01	0,13
Al ²⁹	-0,93	0,26	0,19	0,06
Ca ³⁰	-0,59	0,54	-0,21	0,48
Mg ³¹	0,27	0,81	-0,34	0,04
SB ³²	-0,40	0,78	-0,06	0,34
T ³³	-0,89	0,32	0,10	0,17
V ³⁴	0,31	0,69	-0,13	0,32
m ³⁵	-0,25	-0,72	0,16	-0,43

¹Número médio de plantas/ha; ²Número médio de plantas/ha com DAP<5cm; ³Proporção de plantas jovens; ⁴DAP máximo; ⁵Altura máxima; ⁶Altura média das plantas com DAP>5cm; ⁷Altura mínima das plantas com DAP>5cm; ⁸Altura média das plantas com DAP>40cm; ⁹Altura mínima das plantas com DAP>40cm; ¹⁰Área basal média; ¹¹Volume aparente médio; ¹²Altitude; ¹³Temperatura máxima anual; ¹⁴Temperatura mínima anual; ¹⁵Precipitação média anual; ¹⁶Umidade relativa do ar média anual; ¹⁷Evapotranspiração média anual; ¹⁸Insolação média anual; ¹⁹Número médio de geadas em maio; ²⁰Número médio de geadas em setembro; ²¹Número médio de geadas anuais; ²²Profundidade; ²³Teor de argila; ²⁴pH em água; ²⁵pH_{smp}; ²⁶Fósforo; ²⁷Potássio; ²⁸Matéria orgânica; ²⁹Alumínio; ³⁰Cálcio; ³¹Magnésio; ³²Soma de Bases; ³³Capacidade de troca de cátions total; ³⁴Saturação por bases; ³⁵Saturação por alumínio.

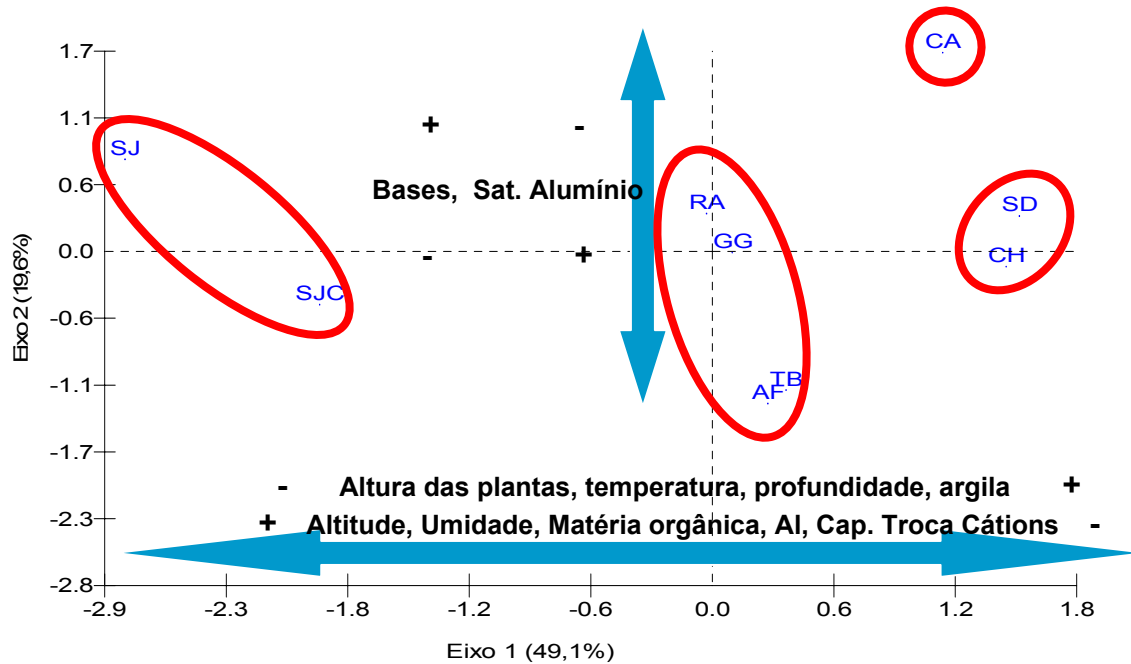


Figura 9. Diagrama de ordenação das populações naturais de *Araucaria angustifolia* inventariadas no Estado de Santa Catarina produzido pela ACP, contendo os eixos componentes principais 1 e 2 (CA=Reserva Genética Caçador; AF=Fazenda Amola Faca; RA=Fazenda Rancho Alegre; TB=FLONA de Três Barras; SJ=Parque 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). NPFT/RGV, Florianópolis, 2004.

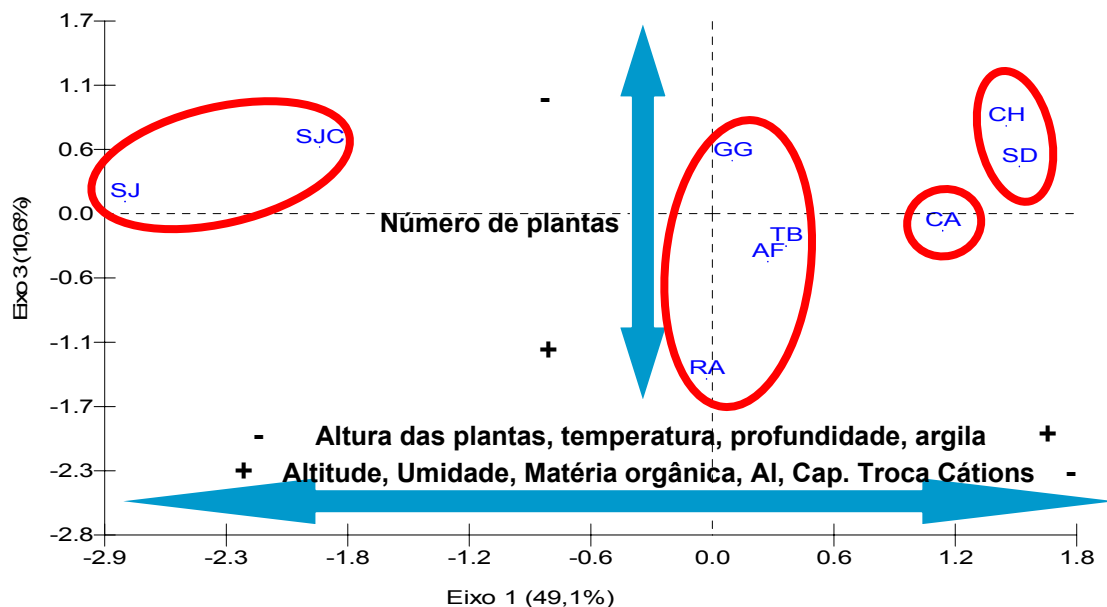


Figura 10. Diagrama de ordenação das populações naturais de *Araucaria angustifolia* inventariadas no Estado de Santa Catarina produzido pela ACP, contendo os eixos componentes principais 1 e 3 (CA=Reserva Genética Caçador; AF=Fazenda Amola Faca; RA=Fazenda Rancho Alegre; TB=FLONA de Três Barras; SJ=Parque 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). NPFT/RGV, Florianópolis, 2004.

Na Tabela 9 é possível observar que os descritores Amx, Ax5, Ax40, Am40, tmx, tm, E, I, Pr, Ar e smp apresentaram correlações positivas e superiores a 0,70 com o eixo 1 e os descritores A, U, g5, g9, Ngt, MO, Al e T apresentaram correlações negativas e superiores a 0,72 com o mesmo eixo. Os descritores Mg e SB apresentaram correlações positivas e superiores a 0,78 com o eixo 2, enquanto que o descritor m apresentou uma correlação negativa de 0,75 com o mesmo eixo. Por último, os descritores pl e pl5 apresentaram correlações negativas e superiores a 0,78 com o eixo 3.

A ordenação das populações no primeiro eixo componente principal (Figuras 9 e 10) 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), a capacidade de troca de cátions (T), os teores de matéria orgânica (MO) e alumínio (Al), a umidade relativa do ar e número de geadas (Figuras 9 e 10).

De acordo com estes gradientes, as populações de SD e CH aparecem agrupadas na fração positiva do eixo 1 (Figuras 9 e 10) em função dos seus maiores valores para os descritores profundidade, temperatura, insolação, teor de argila, pH_{SMP} e altura das plantas. A população CA ficou próxima a SD e CH, porque também apresenta uma alta correlação com estes descritores, porém também está correlacionada com os descritores Mg e SB, que fazem esta se afastar mais das duas primeiras, aproximando-se da fração positiva do eixo 2.

No outro extremo do eixo 1 ficaram agrupadas as populações SJ e SJC que apresentam as menores profundidades do solo e alturas médias de plantas. Estes locais também apresentaram as menores temperaturas médias e os maiores valores para altitude (A), capacidade de troca de cátions total (T), umidade relativa do ar (U), número de geadas e teores de alumínio.

As populações TB e AF ficaram mais agrupadas principalmente em função dos seus maiores valores para saturação por alumínio (m) e também pelo alto número total de plantas encontrado nestas áreas. Embora a população RA apresente um alto número de plantas, esta aparece ligeiramente afastada das populações TB e AF (Figura 9), principalmente em função dos seus maiores valores de Mg e SB e menores valores para saturação por alumínio (m). No gráfico da Figura 10, a população RA aparece isolada e próxima à fração negativa do eixo 3, principalmente em função do seu alto número de plantas.

A população GG apresenta valores intermediários para a maioria dos descritores, não demonstrando uma tendência de agrupamento muito clara, o que faz com que a mesma permaneça próxima à região central dos gráficos das Figuras 9 e 10.

Nas Figuras 9 e 10, as elipses em vermelho representam os agrupamentos dos locais avaliados descritos no item 5.4 e as setas em azul representam o gradiente dos descritores que são mais importantes para a formação dos eixos e dos agrupamentos dos locais.

Conforme é possível observar (Figuras 9 e 10), o eixo 1 representa dois gradientes envolvendo um grande número de descritores (altura das plantas, profundidade do solo, teor de argila, pH_{SMP} , insolação, temperatura, Altitude, capacidade de troca de cátions total, teores de matéria orgânica, alumínio, 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.

A análise conjunta dos dados demográficos, climáticos e edáficos, demonstrou que existe uma tendência dos locais SJ e SJC agruparem juntos e no extremo oposto dos locais SD, CA e CH. 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 agruparem 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 que embora apresente valores intermediários para a maioria dos descritores, também apresenta uma tendência de agrupamento com os locais TB, AF e RA.

Considerando a análise conjunta de todos os descritores utilizados, os descritores demográficos p_j , D_x , Am_5 , AB e Vo não foram descritores importantes para explicar os contrastes e semelhanças entre as populações de araucária dos locais avaliados. Quanto aos descritores climáticos, apenas a precipitação média (P_m) não foi um descritor importante para as análises realizadas. Da mesma forma, dentre os descritores edáficos, o pH e os teores de fósforo, potássio e cálcio, além da saturação por bases (V) não foram os descritores mais importantes para diferenciar os locais.

6. DISCUSSÃO

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

Os resultados das análises de agrupamento apresentadas no item 5.4 demonstraram que os locais avaliados possuem tendências de agrupamento em função das semelhanças existentes entre a estrutura demográfica da araucária, clima e solos.

Após a identificação dos locais que apresentaram tendências de agrupamento, a análise dos componentes principais apresentada nos itens 5.5 e 5.6 descreveu os contrastes entre os locais, identificando quais os descritores demográficos, climáticos e edáficos mais importantes para explicar os padrões de agrupamento encontrados.

Através destas análises foi possível verificar que 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 também influenciam a composição das formações de vegetação associadas à araucária.

Estas formações de vegetação associada à araucária foram descritas para o Estado de Santa Catarina no trabalho de Klein (1978). O autor relata que esta vegetação não constitui uma formação homogênea e contínua, mas é formada por diversos tipos de submatas, constituídas por árvores características das diferentes áreas de ocorrência.

Outros trabalhos com espécies de coníferas também relatam diferenças na distribuição destas em função das variações do ambiente onde ocorrem.

A distribuição da Araucariácea *Araucaria laubenfelsii* foi relatada no trabalho de Perry, Enright e Jaffre (2001). Segundo os autores, a espécie, que ocorre na região de Mont Do em Nova Caledônia, Austrália, apresentou diferenças associadas às variações na relação solo/planta e processos de sucessão ecológica, quanto a sua distribuição ao longo da paisagem.

A estrutura de outra conífera endêmica, *Agathis ovata*, foi estudada em Province Sud, Nova Caledônia por Enright e Goldblum (1998). Os autores encontraram uma baixa densidade de indivíduos adultos de *Agathis ovata* em condições de floresta fechada, enquanto que em condições de floresta menos densa, a espécie ocorria em maior densidade e era representada por indivíduos de todos os tamanhos.

Outro trabalho realizado por Enright, Rigg e Jaffre (2001), estudou a dinâmica demográfica de três espécies de Araucariáceas: *Araucaria huestinii* em Nova Guiné, *Araucaria laubenfelsii* em Nova Caledônia, e *Agathis australis* em Nova Zelândia. Os autores sugerem que estas três espécies apresentam dificuldades de estabelecimento em condições de floresta com uma crescente dominância por espécies de angiospermas.

A partir da caracterização demográfica da *Araucaria angustifolia* realizada neste trabalho (Tabela 6), é possível observar que existem diferenças quanto ao número médio e tamanho médio das plantas entre os 9 locais avaliados no Estado.

Nas Figuras 8, 9 e 10 foram apresentados os diagramas de ordenação dos 9 locais avaliados em função dos diferentes descritores utilizados, onde é possível observar quais os descritores mais importantes para explicar os contrastes encontrados entre os locais.

Considerando a análise conjunta de todos os descritores apresentada no item 5.6, os descritores mais importantes para descrever a variação total entre os locais foram: a altura e o número médio de plantas, a profundidade dos solos, a altitude, as temperaturas médias, o número de geadas, a umidade do 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} .

Alguns dos descritores utilizados nesta análise, como por exemplo, o diâmetro máximo, a área basal média, o volume, a precipitação média, o pH e os teores de P, K e Ca não foram importantes para explicar as diferenças na ocorrência da araucária entre os locais avaliados.

Comparando a análise conjunta de todos os descritores (Tabela 11) com as demais análises realizadas neste trabalho (Tabelas 9 e 10), de forma geral, os descritores que foram importantes na análise conjunta, também foram importantes nas demais análises. Contudo, alguns descritores que não foram importantes na análise conjunta, foram importantes para as demais análises realizadas.

Os descritores demográficos Dx e Am5, por exemplo, quando analisados juntamente com os descritores edáficos foram descritores importantes para descrever os locais avaliados. O mesmo ocorreu com os descritores AB e Vo quando analisados juntamente com os descritores climáticos (Tabelas 9, 10 e 11).

Estes resultados sugerem que dependendo do número de descritores utilizados, a contribuição destes para diferenciar os locais avaliados apresentará diferentes escalas. O diâmetro das plantas, por exemplo, é um descritor importante para diferenciar os locais quando a análise utiliza somente os descritores demográficos, porém quando analisado juntamente com todos os descritores (demográficos climáticos e edáficos), deixa de ser importante, uma vez que outros descritores passam a contribuir mais para descrever os locais.

O maior tamanho médio das plantas foi observado em SD e CA, enquanto que os menores tamanhos foram observados em SJ e SJC. Considerando os principais descritores climáticos e edáficos 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 menores valores para evapotranspiração média.

Esta diferença no tamanho médio (altura e diâmetro) 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 (altura e diâmetro) das plantas, principalmente quanto a sua altura. Já 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. O trabalho de Krapfenbauer e Andrae (1976) verificou a ocorrência da raiz mestra de araucária, alcançando profundidades maiores a 2 metros sob os Latossolos da região de Passo Fundo (RS). Os autores ainda citam que os solos rasos na mesma região apresentam 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 um 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.

Buscando relacionar a influência das características edáficas sobre a ocorrência de uma espécie, o trabalho de Lusk e Matus (2000) avaliou a taxa de crescimento de várias espécies na floresta temperada e úmida da costa Chilena, sob diferentes gradientes de fertilidade do solo. Os autores observaram que a conífera *Fitzroya cupressoides* ocupava as áreas com os solos mais pobres onde o seu crescimento estava altamente correlacionado com a profundidade.

Os locais CH e TB embora apresentem solos profundos (Latosolos), eles não agruparam juntos e não apresentaram muitos descritores demográficos semelhantes aos locais de CA e SD, que por sua vez apresentam solos profundos. Isso provavelmente é decorrente da ação antrópica realizada no passado (descrita no item 4.2) e que será abordada posteriormente nesta discussão.

A região onde se localiza a área avaliada em GG também apresenta solos profundos e considerando o porte médio das plantas assemelha-se mais aos locais CA e SD. Contudo, o local GG apresentou para a maioria dos descritores, valores intermediários para os contrastes citados entre os locais SJ, SJC, SD e CA.

A influência dos descritores climáticos sobre as análises dos componentes principais apresentadas no item 5.6 deste trabalho, pode ser observada principalmente através do agrupamento dos locais SJ e SJC, e também CH e SD. Estes agrupamentos são formados em função da distância geográfica entre os locais que ocorrem em regiões distintas do Estado.

Além disto, estes dois grupos aparecem em extremos opostos nos diagramas de ordenação principalmente em função da altitude que é o principal fator que produz as diferenças climáticas (temperatura, insolação, evapotranspiração) entre estas regiões.

A altitude influencia os processos de gênese do solo uma vez que a mesma condiciona o clima. Segundo Santa Catarina (1973), o clima é um fator que atua na formação do solo. 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.

Os maiores teores de matéria orgânica em SJ e SJC, comparados com os demais locais, são devidos 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.

Os maiores teores de matéria orgânica, encontrados nos locais SJ, SJC e GG também podem ter influenciado o resultado dos teores de argila encontrados para estes mesmos locais, conforme foi descrito no item 5.2 deste trabalho.

Considerando os resultados apresentados no item 5.2 deste trabalho, que discorre sobre a caracterização edáfica das áreas de ocorrência da araucária no Estado de Santa Catarina, a espécie não ocorre sobre os solos mais férteis do Estado.

Dentro da área de domínio da FOM no Estado, a araucária ocorre desenvolvendo-se 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.

Os valores de pH juntamente com os teores de P e K são alguns dos principais indicadores de fertilidade do solo. Considerando a análise conjunta de todos os descritores, as correlações apresentadas na Tabela 9 indicam que os descritores pH, P e K não foram descritores importantes para diferenciar os locais avaliados.

O pH_{smp} foi um dos descritores importantes para descrever os locais. Conforme foi mencionado no item 5.2 deste trabalho, o pH_{smp} é um índice que reflete a acidez potencial dos solos (H + Al), sendo que os solos com maiores valores de pH_{smp} apresentam menores teores de H + Al. De acordo com os resultados apresentados sobre a caracterização demográfica e edáfica, a acidez potencial pode estar associada ao tamanho médio das plantas, uma vez que o local SD apresentou o maior valor para o pH_{smp} juntamente com plantas de grande porte, enquanto que o local SJ por sua vez, apresentou a maior acidez potencial e plantas de porte mais baixo.

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. Bolfoni, Galvão e Durlo (1980), relatam que solos mal drenados com profundidade média do lençol freático inferior a 90 cm são restritivos para o desenvolvimento silvicultural da espécie.

Hoogh (1981), considera que solos profundos, friáveis, porosos, bem drenados, com boa capacidade de retenção de água e de textura franco argilosa, apresentando horizonte A bem desenvolvido, com alto conteúdo de cálcio e magnésio ou alta saturação por bases, fornecem condições ideais para o desenvolvimento da espécie.

Dentro destas condições Hoogh (1981) considera os Latossolos como sendo solos que permitem um maior desenvolvimento da espécie. Os resultados do presente trabalho também indicam que as áreas com ocorrência de Latossolos (CA, SD e GG) apresentam plantas de maior porte.

O mesmo autor relata que o pH do solo ligeiramente ácido ($\cong 6,0$) tem uma influência positiva no crescimento da araucária, contudo a espécie pode apresentar um bom desenvolvimento em solos ácidos e com baixa saturação de bases, uma vez que estas condições podem ser compensadas por outros fatores como a disponibilidade de água, profundidade, fixação de N, atividade micorrízica, dentre outros.

Segundo o trabalho de Hoogh (1981) as propriedades físicas do solo influenciam o aporte de água e nutrientes para araucária. Além disso, o autor reporta as propriedades físicas do solo uma influência sobre as atividades microbiológicas (associações micorrízicas, mineralização da matéria orgânica e fixação de N).

Andrade et al. (2000) descreve a ocorrência de colonização micorrízica vesicular-arbuscular para araucária e o trabalho de Breuninger et al. (2000) relataram diferenças quanto à colonização micorrízica em formações florestais da araucária. Segundo Breuninger et al. (2000) o número de espécies de fungos micorrízicos sob áreas com floresta é muito maior do que em áreas com formação de campo e além disto, a colonização das raízes da araucária em formações com floresta também é maior.

Possivelmente as diferenças quanto ao desenvolvimento da araucária em formações de floresta e campo, também podem estar associados as diferentes condições de aporte de nutrientes que são influenciados por associações micorrízicas. Além da profundidade do solo, este também é um fator que pode estar influenciando as diferenças encontradas quanto ao tamanho médio das plantas dentro das áreas de SJ e SJC.

O trabalho de Hoogh (1981), considera que a disponibilidade de N é o fator mais importante para o crescimento araucária. Desta forma, regiões com altitude mais elevadas, tendem a apresentar uma menor taxa de mineralização da matéria orgânica e conseqüentemente, a araucária nestas regiões, dispõe de uma menor oferta de nitrogênio.

É importante salientar que as condições ideais para o desenvolvimento da araucária, descritas anteriormente, foram apresentadas por autores que tinham em comum o objetivo principal de obter um desenvolvimento ótimo da espécie em plantios viáveis comercialmente para obtenção de madeira.

Comparando estas exigências descritas na literatura com os resultados deste trabalho, é possível observar que a área de ocorrência da araucária no Estado não apresenta os solos mais férteis. Quanto à profundidade, esta influencia principalmente à altura das plantas, sendo que somente nas áreas com solos mais profundos, poderão ser encontradas plantas com um maior porte.

No Estado de Santa Catarina, os solos considerados Eutróficos (que apresentam alta fertilidade natural) ocorrem em regiões do Estado com altitudes geralmente inferiores a 500 metros com clima do tipo Cfa de Köppen (SANTA CATARINA, 1973), onde não são encontradas populações naturais e contínuas de *Araucaria angustifolia*. Segundo Maack (1968) a distribuição contínua da araucária tem o limite seu 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.

Com relação às condições de solo para ocorrência da araucária no Estado do Paraná, Gulbert Filho (1990) 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, Rigg e Jaffre (2001) outras Araucariáceas (*Araucaria huesteinii*, *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 no extremo oeste de Santa Catarina, também considera que nas condições de transição com a “floresta subtropical” (denominação utilizada pelo autor para se referir a 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”.

Nesta região de transição, Klein (1978) descreve que a densidade da araucária nas formações é menor em relação a demais regiões do Estado (com exceção para Xanxerê, Abelardo Luz, São Domingos, dentre outros municípios).

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.

Considerando as condições de clima citadas anteriormente, também é possível que as outras espécies sejam mais adaptadas, apresentando uma maior regeneração e um crescimento mais vigoroso, o que determina uma condição de competição desfavorável à araucária.

Porém, Hoogh (1981) considera que dentro da área de ocorrência natural da araucária, as condições do clima são consideravelmente homogêneas e as propriedades físicas do solo são fatores mais importantes para influenciar no desenvolvimento da espécie.

Dentre os descritores climáticos utilizados neste trabalho, a precipitação apresentou uma certa variação entre algumas regiões, mas esta não foi importante para explicar as diferenças entre os locais avaliados. Outros descritores climáticos como a temperatura, a umidade relativa do ar, a evapotranspiração média e o número médio de geadas anuais foram mais importantes.

Gulbert Filho (1990) estudando as cartas climáticas do Estado do Paraná, relatou como limite das formações florestais com araucária as isotermas de 23°C de fevereiro e 26°C para média anual das máximas, bem como a curva de evapotranspiração potencial anual de 1000 mm.

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. Ledru et al. (1996) ao descreverem a evolução da vegetação e do clima nos últimos 50000 anos nas regiões sul e sudeste do Brasil, relataram que a região já passou por profundas alterações climáticas em decorrência da última glaciação.

O Gênero *Araucaria* assim como as demais coníferas tiveram seu auge em termos de vegetação arbórea entre 220 e 65 milhões de anos atrás e desde então a deriva progressiva dos continentes, a série de mudanças climáticas e o surgimento das Angiospermas restringiram a sua área de ocorrência atual (PIVETTA, 2003). Segundo Biswas e Johri (1997) os registros fósseis indicam que as gimnospermas dominaram a vegetação durante o Paleozóico e Mesozóico.

Neste contexto, os estudos paleobotânicos e paleoclimáticos podem ajudar a compreender a evolução da *Araucaria angustifolia* frente a estas mudanças, bem como entender a sua distribuição atual.

Segundo estudos paleoclimáticos e paleoecológicos 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 as 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).

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, Klein e Reis (1978) em seu trabalho já 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.

Hoje, nas condições atuais de clima, a ocorrência natural da araucária no Brasil está restrita aos planaltos da região sul e áreas mais elevadas na região sudeste (HUECK, 1972; MATTOS, 1994).

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.

Considerando as associações florestais da araucária propostas por Klein (1978), os resultados obtidos neste trabalho sugerem que a estrutura demográfica da araucária apresenta variações de acordo com as associações. Contudo, para realizar uma caracterização mais detalhada destas associações florestais, seria necessário um levantamento fitosociológico envolvendo as demais espécies presentes em cada local avaliado.

Também é importante ressaltar que os resultados obtidos no presente trabalho correspondem a apenas 9 locais de avaliação. Uma maior amostragem, composta por um maior número de locais em cada uma das diferentes associações florestais da araucária, certamente traria mais segurança com relação às inferências realizadas sobre a estrutura demográfica nas associações.

6.2. 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.

Desta forma, buscando referenciar a ação do homem sobre os locais escolhidos para os levantamentos deste trabalho, foi realizada uma caracterização geral do estado de conservação destes fragmentos. Esta caracterização foi baseada nas informações disponíveis sobre o histórico de uso de cada área conforme apresentado no item 4.2.

Foi observado que as áreas todas as áreas apresentaram em algum momento perturbação antrópica. As diferenças quanto ao tempo e a intensidade que ocorreram as perturbações em cada área podem influenciar o resultado dos levantamentos de campo sobre a estrutura demográfica da araucária.

Diante deste fato, neste item serão realizadas algumas considerações sobre o grau de influência da ação antrópica sobre os remanescentes dos locais avaliados, bem como, sobre o efeito desta ação sobre os processos de sucessão ecológica.

Considerando a caracterização geral das áreas de estudo apresentada no item 4.2, a área avaliada em CA apresentou o menor grau de intervenção humana. Nas demais áreas com exceção da área em GG, houve pelo menos uma intervenção para retirada de madeira. Em algumas áreas como é o caso de SJ e SJC ainda existe retirada de madeira, além destas áreas serem utilizadas para pecuária e estarem sujeitas à ação freqüente de queimadas praticadas nos campos da região.

Atualmente as áreas RA, AF e GG também estão sendo utilizadas para pecuária, especialmente no período do inverno. A principal consequência deste tipo de atividade é uma considerável alteração do sub-bosque destas áreas, o que certamente irá influenciar a dinâmica da regeneração das espécies nestes locais.

As áreas pertencentes às Florestas Nacionais (TB e CH) embora atualmente não estejam sofrendo nenhum processo de perturbação antrópica, antes da sua criação, sofreram uma intensa exploração (inclusive corte raso em algumas áreas). Desta forma, a distribuição e estrutura da araucária hoje encontrada nestes locais é resultado dos processos de sucessão que ocorreram desde a última exploração.

A área de SD também foi área explorada comercialmente há aproximadamente 14 anos atrás. A exploração de parte desta área seguiu os critérios definidos pelo IBDF (atual IBAMA) para o manejo da araucária, que considerava a retirada de 40% de todas as plantas que apresentassem DAP maior a 40 cm. Sendo assim e considerando que estes parâmetros para o manejo foram realmente seguidos, a estrutura e distribuição atual da araucária que foi avaliada no local, corresponderia a aproximadamente 60% da composição original. Contudo, estes critérios para o manejo, certamente não foram seguidos, uma vez que é possível observar no local a existência de grandes clareiras formadas pelo desmatamento, onde restaram apenas taquaras.

Segundo Pianka (1994), a ocorrência freqüente de distúrbios naturais ou realizados pelo homem dentro de áreas extensivas, são muitas vezes suficientes para impedir que estas áreas cheguem ao seu próprio estado clímax.

O histórico de uma área, segundo Motzkin et al. (1999) é uma informação importante para determinar modelos de distribuição das espécies vegetais. Os autores consideram que a distribuição é uma resposta a condições ambientais heterogêneas e a uma gama extensiva de fatores históricos, incluindo um complexo de distúrbios naturais ou antrópicos.

A definição mais precisa do estágio de sucessão ecológica presente 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, Klein e Reis (1978) ao descreverem o comportamento ecológico da araucária, consideram 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 referentes à densidade de plantas entre os locais avaliados neste trabalho, também podem ser uma conseqüência da ação antrópica e do estágio sucessional em que se encontravam as áreas.

Reitz, Klein e Reis (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 e as maiores densidades da araucária se encontravam principalmente na parte oriental do planalto de Santa Catarina e no extremo oeste (São Domingos, São Lourenço e Abelardo Luz). Na região dos imbuiais, a quantidade de árvores por unidade de área não era tão elevada, contudo nestas áreas predominavam as árvores com tronco grosso e bem desenvolvido.

Além da densidade, o volume comercial médio é outro parâmetro que serve como referência para comparar a estrutura demográfica da araucária em diferentes locais. Um inventário realizado por Croce (1991) em Caçador-SC estimou para araucária um volume comercial médio de 596 m³/ha em área de floresta primária.

Embora neste trabalho, tenha sido apenas estimado um volume total aparente para as áreas avaliadas, o valor obtido por Croce (1991) é muito superior aos 262 m³/ha, encontrados na área CA, a qual apresentou o maior volume e melhor estado de conservação.

Os dados levantados neste trabalho que mais evidenciam as perturbações nas áreas são as diferenças quanto ao número de plantas (regeneração) encontradas entre os locais (Tabela 6). Enquanto que a área avaliada em CA apresentou uma proporção muito baixa de plantas jovens (3,3 %), os locais avaliados em RA e AF 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 e sendo assim, a 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.

Os trabalhos de Inoue, Galvão e Torres (1979) e Inoue e Torres (1980) ao avaliarem o desenvolvimento de plântulas de araucária sob diferentes intensidades luminosas, concluíram que como a espécie possui mecanismos fisiológicos para a adaptação as condições de luz ambiental, a sua regeneração natural pode ser favorecida com a abertura do dossel da floresta.

Duarte e Dillenburg (2000) ao estudarem algumas respostas ecofisiológicas de plântulas de araucária sobre diferentes níveis de irradiação solar verificaram que as plântulas expostas a um nível médio ou alto de luz apresentavam um crescimento normal,

pelo menos para os estágios iniciais de desenvolvimento. Já em condições de pouca luz, as plântulas apresentavam uma maior altura e área foliar relativa (aparente estiolamento).

Reitz Klein e Reis (1978) ao considerar a araucária uma espécie pioneira e heliófita, também reportam a luz um papel importante para regeneração da espécie. Embora Soares (1979) em seu trabalho não considere a araucária uma espécie pioneira, o autor sugere que a espécie necessite de algum distúrbio para se regenerar naturalmente.

Buscando esclarecer melhor esta questão sobre o papel da luz sobre a regeneração da araucária, Duarte, Dillenburg e Rosa (2002) verificaram que a espécie apresenta tolerância à sombra em ambiente natural, indicando que a espécie não é estritamente heliófita e pioneira, podendo se estabelecer em condições de sub-bosque. Contudo os autores apontam para a necessidade de estudos futuros sobre fatores ecológicos como a predação e a competição existente para a regeneração da espécie.

Behling (2002) considera que a araucária está em fase de expansão sobre os campos e a sua ocupação atual no Estado de Santa Catarina é recente, sendo iniciada a partir dos últimos 1000 anos. Reitz, Klein e Reis (1978) também consideraram que a araucária está se expandindo sobre os campos, o que sugere a importância em ambientes abertos, conforme já discutido no item anterior.

Desta forma a área CA além de estar num processo de sucessão mais avançado, provavelmente foi ocupada pela araucária há muito mais tempo que as demais áreas. Considerando o estado de conservação das áreas descrito anteriormente (item 4.2), bem como a localização destas ao longo do Estado, as áreas que possibilitam uma maior regeneração da araucária são justamente aquelas, que apresentam uma maior incidência de luz no interior da floresta.

As áreas RA e AF apresentam uma alta proporção de plantas jovens provavelmente causado pela influência dos distúrbios antrópicos recentes (atividade pecuária). Além disto, estes locais provavelmente podem estar em uma fase de sucessão diferente das demais áreas devido à proximidade com áreas de campo.

Contudo, as áreas SJ que também está próxima a uma área de campo, não apresenta uma alta proporção de plantas jovens e a área de SJC, que corresponde a uma área de campo, apresentaram uma baixa proporção de plantas jovens (10,4%). Esta diferença provavelmente está sendo causada pela maior intensidade de perturbação presente nas áreas SJ e SJC que estão constantemente sujeitas à ação de queimadas.

Desta forma, assim como a presença de algum distúrbio pode promover a regeneração da espécie, possivelmente a ocorrência de distúrbios em excesso, como incêndios muito freqüentes ou uma lotação animal muito grande possam dificultar a sua regeneração.

Os trabalhos de Enright, Rigg e Jaffre (2001) e Perry, Enright e Jaffre (2001), relataram diferenças na distribuição de *Araucaria laubenfelsii* dentro de um processo de sucessão ecológica ao longo da paisagem na região de Mont Do em Nova Caledônia, Austrália. Segundo os autores, estas diferenças no padrão de distribuição espacial da espécie são ocasionadas principalmente em função de distúrbios (incêndios freqüentes). Segundo Beaty e Taylor (2001), o relevo e o clima são dois outros fatores que interferem sobre o regime e ocorrência de incêndios.

Enright, Rigg e Jaffre (2001) consideraram que as variações edáficas explicam pouco as diferenças entre os tipos de vegetação dentro do local e fatores como a concentrações 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 área TB, embora atualmente não apresente nenhum distúrbio antrópico, também apresentou uma alta freqüência de plantas nas classes de menor diâmetro. Este resultado esta provavelmente associado à fase do processo de sucessão que esta ocorrendo na área. Conforme descrito no item 4.2 o local já foi intensamente explorado no passado.

As áreas de CH e SD estão em uma região com temperaturas maiores que as demais áreas, próximas a zona transição com a Floresta Estacional Decidual. Nestas condições, mesmo com a presença de distúrbios, provavelmente a araucária tenha mais dificuldade de se regenerar em função da competição com as outras espécies.

Klein (1978) ao descrever as associações florestais da araucária, descreve para algumas a presença maciça de densos “taquarais e carazais” formados principalmente por espécies dos gêneros *Merostachys* e *Chusquea*. Nestas condições de sub-bosque, com pouca luz a araucária não encontra condições favoráveis para regenerar. Sendo assim, o fenômeno da seca das taquaras em função do seu florescimento, constitui um distúrbio natural que pode permitir a regeneração da espécie nestas áreas (REITZ e KLEIN, 1981).

Neste contexto, as diferenças na regeneração da araucária entre os locais avaliados neste trabalho sugerem que além das condições climáticas e edáficas locais, a fase do processo de sucessão, bem como a intensidade e freqüência dos distúrbios passados e presentes no local, são fatores determinantes para a regeneração da espécie.

Todas estas condições influenciam os resultados sobre a caracterização demográfica da araucária realizada neste trabalho. Como já foi mencionado no item anterior, uma maior amostragem composta por um maior número de áreas dispostas nas diferentes associações florestais da araucária, certamente traria maior segurança para a presente discussão.

Trabalhos futuros sobre a estrutura demográfica da araucária devem levar em consideração questões referentes aos diferentes ambientes de ocorrência da espécie, bem como, as associações e a fase do processo de sucessão em que se encontram as áreas que serão estudadas. A caracterização fitossociológica destes vários ambientes é uma abordagem interessante que pode trazer mais informações para ajudar a compreender a dinâmica da araucária dentro das suas associações florestais.

6.3. A araucária, sua conservação e manejo

A araucária é uma espécie que desde o início da colonização na sua área de ocorrência no Estado, teve suas florestas intensamente exploradas. Este processo de exploração, não apenas em Santa Catarina, já vem sendo reportado na literatura durante décadas por vários autores (LABORIAU E MATTOS FILHO, 1948; KLEIN, 1960; MAGNANINI, 1971; GULBERT FILHO, 1990; MATTOS, 1994; GUERRA et al. 2002).

Estes trabalhos, e muitos outros não citados apresentam em comum uma preocupação com o processo de exploração predatório da araucária, o esgotamento das reservas naturais da espécie e a necessidade de medidas para a sua conservação.

Como já foi mencionado no início deste trabalho, a Floresta Ombrófila Mista (FOM), área de ocorrência natural da araucária, conta atualmente com menos de 5% da sua área original (BRASIL, 2000). Além disto, a situação de fragmentação que se encontram estes remanescentes, levou a araucária a figurar na lista das espécies ameaçadas de extinção publicada na Portaria IBAMA N° 37-N, de 3 de abril de 1992.

Este é um cenário dramático, que se tornou realidade com a exploração da madeira e posteriormente expansão das áreas destinadas à agricultura e pecuária sobre a Floresta Ombrófila Mista. Esta é uma situação que atualmente dificulta o estabelecimento de estratégias para conservação.

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.

Avaliar as possíveis diferenças da estrutura genéticas da araucária em seus diferentes ambientes e associações irá possibilitar obter informações importantes para a sua conservação, manejo e melhoramento da espécie.

Contudo, não se sabe ao certo a situação atual da diversidade da espécie ao longo de toda a sua área de ocorrência. O trabalho de Auler et al. (2002) ao avaliar a estrutura genética da araucária em algumas populações naturais da espécie em Santa Catarina, verificou que a maior quantidade da variabilidade genética da espécie esta contida dentro das populações.

Informações sobre a diversidade genética da espécie também são essenciais para orientar a coleta de sementes utilizadas na implantação de testes de progênies visando à conservação *ex situ* ou mesmo a implantação de um programa de melhoramento.

A exploração predatória da espécie que foi realizada no passado, por exemplo, pode estar contribuindo para uma seleção negativa na espécie. O trabalho de Magnanini (1971) considera que “a extinção dos pinheirais nativos esta levando junto o patrimônio genético da araucária, que é essencial para o êxito dos futuros plantios da espécie”. Considerando um programa de melhoramento para araucária, a atual caracterização da diversidade genética da espécie é imprescindível.

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 se ajustar a esta realidade considerando uma série de questões.

O uso de práticas silviculturais para o enriquecimento e adensamento com araucária em áreas de capoeira visando à obtenção de madeira, é uma alternativa para o manejo da espécie, segundo os trabalhos de Salante (1988) e Hoeflich, Graça e Carvalho (1990).

Segundo Oyama (1993), o uso de estudos demográficos e genéticos em biologia de populações fornece informações importantes para o manejo e preservação de espécies específicas. Segundo Ray (2001) a conservação depende de métodos eficientes para caracterização demográfica de populações naturais. Além disto, o autor considera necessário obter informações sobre os níveis de correlação ambiental entre indivíduos de uma população, quando se utilizam inferências genéticas para o manejo de populações naturais.

Por outro lado, segundo Godoy e Bawa (1993), o valor econômico dos produtos manejados também deve ser considerado dentro de uma proposta de manejo sustentável. Hall e Bawa (1993) consideram que a completa valorização das florestas tropicais não é possível sem considerar o valor dos produtos florestais não madeireiros (NTFP). Contudo, a super exploração de NTFP também pode gerar a degradação ambiental.

Para Holling e Meffe (1996), o manejo de florestas tropicais deve esforçar-se para manter os tipos e magnitudes da variação natural do ecossistema buscando manter a sua elasticidade.

Segundo Helling (1996), o manejo de espécies em florestas tropicais, modifica o ambiente e deve ser adaptado constantemente, visando ser uma forma de oportunidade econômica e social, sem perder a resiliência do ecossistema. O autor considera que sistemas de manejo com regras fixas para alcançar produções constantes (em escala) conduzem um ecossistema a perder resiliência.

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.

Gentry (1994) considera que para a conservação de florestas tropicais, talvez seja apenas necessário criar uma nova perspectiva, que contenha uma abordagem sobre a questão do desenvolvimento local.

Os resultados deste trabalho 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.

7. CONCLUSÃO

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 para a descrição e interpretação dos descritores e locais de estudo utilizados.

As análises de agrupamento e dos componentes principais permitiram detectar as diferenças entre os locais estudados, ajudando a explicar as principais influências do ambiente sobre a estrutura demográfica da araucária.

Nesta mesma abordagem, também poderiam ser incluídos nas análises, descritores genéticos para as populações estudadas, o que possibilitaria uma melhor compreensão da distribuição da variabilidade genética da araucária, bem como, uma possível associação desta variabilidade com as diferentes condições de ambiente ao longo do Estado.

A estrutura demográfica da araucária também está associada à fase da sucessão em que se encontram as suas associações. Desta forma, existem regiões no Estado em que a ocupação da araucária está aparentemente estagnada, sendo lenta e gradualmente substituída por outras espécies, uma vez que não encontra condições adequadas para se regenerar. Contudo, também existem regiões onde a espécie consegue encontrar melhores condições para regenerar.

As diferenças quanto à estrutura demográfica, principalmente no que se refere ao porte médios das plantas, observadas ao longo das áreas avaliadas, além de serem causadas em parte pela ação antrópica, também são decorrência das condições edafo-climáticas locais.

Dentre os resultados obtidos no trabalho, considerando o clima, a temperatura é um fator determinante para delimitar a área de ocorrência natural da araucária ao longo do Estado. Dentro da sua área de ocorrência natural, a variação da altitude determina pequenas variações climáticas, que dentre outros fatores, condicionam a gênese do solo.

Com relação 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, como o pH e os teores de P, K e Ca não foram importantes para diferenciar os locais avaliados. Este resultado pode estar relacionado com o fato de que na região de ocorrência natural da araucária no Estado, estão presentes principalmente solos Distróficos e Alumínicos, que apresentam uma baixa fertilidade natural. Nestas condições outros 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.

A amostragem realizada neste trabalho foi suficiente para descrever alguns contrastes para a ocorrência da araucária ao longo do Estado, no entanto, uma maior amostragem composta por um maior número de locais de estudo, certamente traria maior

segurança para a presente discussão, principalmente para a estrutura da araucária em suas diferentes associações florestais.

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.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AULER, N.M.F.; REIS, M.S.; GUERRA, M.P.; NODARI, R.O. The genetic and conservation of *Araucaria angustifolia* l. Genetic structure and diversity of natural populations by means of non-adaptative variation in the state of Santa Catarina, Brazil. **Genetics and Molecular Biology**, v. 25, n. 3, p. 323-327.
- ANDRADE, A.C.S.; QUEIROZ, M.H.; HERMES, R.A.L.; OLIVEIRA, V.L. Mycorrhizal status of some plants of the Araucaria forest and the Atlantic rainforest in Santa Catarina, Brazil. **Mycorrhiza**, v. 10, n.3, p. 131-136. dez. 2000.
- BEATY, R.M.; TAYLOR, A.H. Spatial and temporal variation of fire regimes in a mixed conifer forest landscape, Southern Cascades, California, USA. **Journal of Biogeography**, v.28, n. 8, p. 955-966, aug. 2001.
- 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**, v. 97, n. 1-2, p. 109-121, jul. 1997.
- BEHLING, H.; LICHTHE, M. Evidence of dry and cold climatic conditions at glacial times in tropical southeastern Brazil, **Quaternary Research**, v. 48, n. 3, p. 348-358, nov. 1997.
- BEHLING, H. South and southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. **Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology**, v. 177, n. 1-2, p. 19-27, jan. 2002.
- BISWAS, C.; JOHRI, B.M. **The Gymnosperms**. Springer-Verlag: Narosa Publishing House, 1997.
- BLUM, W. E.H. Ecophysiological and phylogenetic aspects of Araucariaceae with special consideration of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O.Ktze. In: FUNDAÇÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANÁ. **Forestry problems of genus Araucaria**. Curitiba: International Union of Forestry Research Organizations, 1980. p. 71-74.
- BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente. Reconhece como Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção a relação que se apresenta. Portaria IBAMA nº 37-N, de 3 de abril de 1992. **Lex: SANTA CATARINA** (Estado). Leis, decretos, etc. Coletânea da legislação ambiental aplicável no estado de Santa Catarina. Florianópolis: FATMA, p.429-433, 2002.
- BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Brasília: MMA/SBF, 2000. 40p.
- BREUNINGER, M.; EINIG, W.; MAGEL, E.; CARDOSO, E.; HAMPP, R. Mycorrhiza of Brazil pine (*Araucaria angustifolia* [Bert. O. Ktze.]). **Plant Biology**, v. 2, n. 1, p. 4-10, jan. 2000.
- BOLFONI, D.; GALVÃO, F.; DURLO, M.A. Influência da profundidade do lençol freático no crescimento de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 4., 1980. Nova prata. **Anais...** Nova Prata: Prefeitura municipal de Nova Prata, 1980. p.104-112.
- CARVALHO, J.O.P. **Manejo de regeneração natural de espécies florestais**. Belém – PA: EMBRAPA-CPATU, 1984. 22 p.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO RS/SC. **Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 3 ed. Passo Fundo: SBSC-Núcleo Regional Sul, 1994. 224 p.

- CROCE, D.M. **Caracterização espacial estrutural e fitossociológica da Reserva Genética Florestal de Caçador-SC através da análise dos componentes principais e sistemas de informações geográficas**. 1991. 120 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1991.
- DUARTE, L.S.; DILLENBURG, L.R. Ecophysiological responses of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) seedling to different irradiance levels. **Australian Journal of Botany**, v. 48, p. 531-537. 2000.
- DUARTE, L.S.; DILLENBURG, L.R.; ROSA, L.M.G. Assessing the role of light availability in the regeneration of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae). **Australian Journal of Botany**, v. 50, p. 741-751. 2002.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA - EMBRAPA. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no estado de Santa Catarina**. Curitiba: CNPF - EMBRAPA, 1988. 113 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: CNPS - EMBRAPA, 1999. 412 p.
- ENRIGHT, N. J.; GOLDBLUM, D. Stand structure of the emergent conifer *Agathis ovata* in forest and maquis, Province Sud, New Caledonia. **Journal of Biogeography**, v. 25, n. 4, p. 641-648, 1998.
- 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**, v. 97, n. 11-12, p. 573-580, Part 2. 2001.
- FINCKH, M.; PAULSCH, U.M. The ecological strategy of *Araucaria araucana*. **Flora**, v. 190, n. 4, p. 365-382, 1995.
- FUTUYMA, D.J. **Biologia evolutiva**. 2 ed. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética/CNPq, 1992. 646 p.
- GENTRY, A. Como usar a biodiversidade sem deteriorar a floresta? **Ciência Hoje**, v. 17, n. 98, p. 54-57, mar, 1994.
- GODOY, R.A.; BAWA, K.S. The economic value and sustainable harvest of plants and animals from the tropical forest: assumptions, hypotheses, and methods. **Economic Botany**, v. 47, n. 3, p. 215-219, 1993.
- GOLFARI, L. **Coníferas aptas para o reflorestamento nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro: IBDF, 1971. 71 p. (Brasil florestal, Boletim técnico n. 1).
- GOLFARI, L. **Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento**. Belo Horizonte: PRODEPEF, 1975. 65 p. (PRODEPEF, Série técnica n. 3).
- GOMORY, D.; GOMORYOVA, E. Comparison of several multivariate methods for assessing the relationships between soil properties and height growth of forest stands: A case study. **Ekologia Bratislava**, v. 16, n. 4, p. 359-370, 1997.
- GUERRA, M. P.; REIS, M. S. **Inventário dos recursos florestais da Mata Atlântica. *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. Segundo Relatório Parcial**. Florianópolis - SC. 1998. 71 p. (não publicado).
- GUERRA, M.P.; SILVEIRA, V.; REIS, M.S.; SCHNEIDER, L. Exploração, manejo e conservação da araucária (*Araucaria angustifolia*). In: SIMÕES, L.L e 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 FLORESTA BRASILEIRO, 6., 1990. Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão, 1990. p. 287-300.
- HALL, P.; BAWA, K. Methods to assess the impact of extraction of non-timber tropical forest products on plant populations. **Economic botany**, v. 47, n. 3, p. 234-247. 1993.
- HARPER, J. L.; **Population Biology of Plants**. Londres: Academic Press, 1977. 892 p.
- HELLING, C.S. Surprise for science, resilience for ecosystems, and incentives for people. **Ecological Applications**, v. 6, n. 3, p. 733-735, aug, 1996.
- HOEFLICH, 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.
- HOLLING, C.S.; MEFFE, G.K. Command and Control and the pathology of natural resource management. **Conservation Biology**, v. 10, n. 2, p. 328-336, apr, 1996.
- HOOGH, R.J. **Site-nutrition-growth relationships of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, in southern Brazil**. 1981. 161 f. 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.
- HUECK, H. A região das Matas de Araucária do Sul do Brasil. In: **As florestas da América do Sul**. São Paulo: Polígno, 1972. p. 236-239.
- HUECK, K; Distribuição e habitat natural do Pinheiro do Paraná. **Botânica**, v. 10, p. 1-24, 1953. (Bol. Fac. Fl. Ciênc. Unv. São Paulo)
- INSTITUTO BRASILEIRO DO DESENVOLVIMENTO FLORESTAL - IBDF. **Inventário nacional das florestas plantadas no Paraná e Santa Catarina**. Brasília: IBDF, 1984. 284 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE. Unidades de Conservação. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>>. Acesso em: 19 de maio de 2001.
- INOUE, M.T.; GALVÃO, F.; TORRES, D.V. Estudo ecofisiológico sobre *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.: fotossíntese em dependência à luz no estágio juvenil. **Revista Floresta**, v. 10, n. 1, p. 5-9, 1979.
- INOUE, M.T.; TORRES, D.V. Comportamento do crescimento de mudas de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em dependência da intensidade luminosa. **Revista Floresta**, v. 11, n. 1, p. 7-11, 1980.
- JENNY, H. **Factors of soil formation**. New York: McGraw Hill, 1941. 281 p.
- KAPUSTA, P.; SOBCZYK, L.; ROZEN, A.; WEINER, J. Species diversity and spatial distribution of enchytraeid communities in forest soils: effects of habitat characteristics and heavy metal contamination. **Applied Soil Ecology**, v. 23, n. 3, p. 187-198, Jul, 2003.
- KLEIN, R.M. **Mapa fitogeográfico do Estado de Santa Catarina**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1978. 24 p.
- KLEIN, R.M. O aspecto dinâmico do Pinheiro Brasileiro. **Sellowia**, v. 12, n. 12, p. 17-44, 1960.
- KÖPPEN, W. **Climatologia**. México: Fundo de Cultura Econômica. 1948.
- KOVACH, W.L. **MVSP - A Multivariate Statistical Package for Windows, version 3.12d**. Wales, U.K: Kovach Computing Services Pentraeth, 2001.

- KRAPFENBAUER, A.; ANDRAE, F. Inventur einer 17 jaehrigen Araukarienaufforstung in Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasilien. Teil I: Biomasseninventur. **Centralblatt fuer das Gesamte Forstwesen**, v. 93, n. 2, p. 70-87, 1976.
- LABORIAU, L.F.G.; MATTOS FILHO, A. Notas preliminares sobre a "Região de Araucária". **Anuário Brasileiro de Economia Florestal**, Rio de Janeiro, p. 1-17, 1948.
- 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**, v. 123, n. 1-4, p. 239-257, Jul, 1996.
- LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical Ecology**. Developments in Environmental Modelling. 2 ed. New York: Elsevier, 1998. 853 p.
- LEINZ, V. **Geologia geral**. São Paulo: Comp. Edit. Nasc, 1968.
- LEMONS, R.C.; SANTOS, R.D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3 ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. 83 p.
- LIMA, J.A.D.; MENEGUELLI, N.D.; GAZEL, A.B.; PEREZ, D.V. Grouping tree species of a tropical forest based on soil characteristics. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 1, p. 109-116, Jan, 2003.
- LUSK, C.H.; MATUS, F. Juvenile tree growth rates and species sorting on fine-scale soil fertility gradients in a Chilean temperate rain forest. **Journal of Biogeography**, v. 27, n. 4, p. 1011-1020, jul, 2000.
- MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba: Banco do desenvolvimento do Paraná/UFPR/IBPT, 1968. 350 p.
- MAGNANINI, A. O pinheiro brasileiro, a ecologia e a necessidade de uma reserva biológica. **Revista Floresta**, v. 3, n. 1, p. 17-20, 1971.
- MANLY, B.F.J. **Multivariate statistical methods. A primer**, 2 ed. London: Chapman & Hall, 1994.
- MARTINS, V.S.; SILVA, N.R.S.; SOUZA, A.S.; NETO, J.A.A.M. Distribuição de espécies arbóreas em um gradiente topográfico de Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, MG. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, n. 64, p. 172-181, 2003.
- MATTOS, J.R. **O Pinheiro Brasileiro**. vol. 1. 2 ed. Lages: Artes Gráficas Princesa Ltda, 1994. 228 p.
- MOTZKIN, G.; WILSON, P.; FOSTER, D.R.; ALLEN, A. Vegetation patterns in heterogeneous landscapes: The importance of history and environment. **Journal Of Vegetation Science**. v.10, n. 6, p. 903-920, dec, 1999.
- ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1988. 434 p.
- OKLAND, R.H.; EILERTSEN, O. Dynamics of understory vegetation in an old-growth boreal coniferous forest, 1988-1993. **Journal of Vegetation Science**, v 7, n. 5, p. 747-762, Oct, 1996.
- OYAMA, K. Conservation Biology of Tropical Trees: Demographic and Genetic Considerations. **Evolutionary Trends in Plants**, v. 1, p. 17-32, 1993.
- 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.
- PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478 p.

- PERRY, G.L.W.; ENRIGHT, N.J.; JAFFRE, T. Spatial modelling of landscape-scale vegetation dynamics, Mont Do, New Caledonia. **South African Journal of Science**, v. 97, n. 11-12, p. 501-509, nov-dec, 2001. (part 2)
- PIANKA, E.R. **Evolutionary ecology**. 5 ed. New York: Harper Collins College Publishers, 1994. 486 p.
- PIVETTA, M. Quando os pinheiros eram anões. **Pesquisa FAPESP**, São Paulo, n. 84, p. 50-53, fev, 2003.
- PRADO, H. **Solos do Brasil: gênese, morfologia, classificação e levantamento**. 2 ed. Piracicaba: Hélio do Prado, 2001. 220 p.
- PUCHALSKI, Â.; SILVA, J.Z.; MANTOVANI, M.; REIS, M.S. Estrutura demográfica de populações naturais do pinheiro brasileiro. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFSC, 11., 2001. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Editora da UFSC, 2001. p. 386.
- REITZ, R.; KLEIN, R.M. Araucariáceas. **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1966. 62p.
- REITZ, R.; KLEIN, R.M.; REIS, A. **Projeto madeira de Santa Catarina**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1978. 320 p.
- REITZ, R.; KLEIN, R.M. Gramíneas. **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1981. 435 p.
- RAY, C. Maintaining genetic diversity despite local extinctions: effects of population scale. **Biological Conservation**, n. 100, p. 3-14, 2001.
- RIGG, L. S.; ENRIGHT, N. J.; JAFFRE, T. Stand structure of emergent conifer *Araucaria laubenfelsii* in maquis and rainforest, Mont Do, New Caledonia. **Australian Journal of Ecology**, v. 23, n. 6, p. 528-538, 1998.
- RICKLEFS, R.E. **A economia da Natureza**. Tradução de Cecília Bueno e Pedro P. de Lima e Silva. 3 ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1993. 470 p. Título original: The Economic of Nature: A Textbook in Basic Ecology.
- ROGERS, R.L. Problemas silviculturais da *Araucaria angustifolia*. **Anuário Brasileiro de Economia Florestal**. Rio de Janeiro, v. 6, n. 6, p. 308-359, 1953.
- ROHLF, 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, v. 1, 1988. p. 75-182.
- SANTA CATARINA (Estado). **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de Santa Catarina**. Santa Maria: Imprensa Universitária – UFSM, 1973. 2 v. (494 p.).
- SANTA CATARINA (Estado). Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral, Subchefia de Estatística, Geografia, e Informática. **Atlas de santa Catarina**. Florianópolis, 1986, 173p.
- SCHEIBE, L.F.; TEIXEIRA, V.H. **Esboço Geológico de Santa Catarina**. Lab. Análises de Solos e Minerais. Séc. Agric. Florianópolis, 1972. (não publicado).
- SCHNEIDER, P. R.; BRENA, D. A.; FINGER, C. A. G.; MENEZES, L. F.; NASCIMENTO, R.L. Enfoque do regime sustentado no manejo de floresta inequiânea de *Araucaria angustifolia*. In: CONGRESSO NACIONAL DE ESSÊNCIAS NATIVAS, 1., 1982. Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão, 1982. v. 2, p.793-825.
- SILVA, J. A.; SALOMÃO, A. N.; GRIPP, A.; LEITE, E. J.; Phytosociological survey In Brazilian Forest genetic reserve of Caçador. **Plant Ecology**, v. 133, n 1-11, 1997.

- SILVA, J. A.; SALOMÃO, A. N.; NETTO, D. A. M. Natural regeneration under *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. forest In the genetic reserve of Caçador - SC. **Revista Árvore**. Viçosa – MG, v. 22, n. 2, p.143-153, 1998.
- SNEATH, D.H.; SOKAL, R.R. **Numerical Taxonomy**. San Francisco: W.H. Freeman & Co, 1973.
- SOARES, R. V. Considerações sobre a regeneração natural da *Araucaria angustifolia* . **Revista Floresta**, v. 10, n. 2, p. 12-17, 1979.
- SOLLINS, P. Factors influencing species composition in tropical lowland rain forest: Does soil matter? **Ecology**, v. 79, n. 1, p. 23-30, jan, 1998.
- TOMÉ JR., J.B. **Manual para interpretação de análise de solo**. Guaíba : Editora Agropecuária, 1997. 247 p.
- VALENTIN, J.L. **Ecologia Numérica: uma introdução a análise multivariada de dados ecológicos**. Rio de Janeiro: Interciência, 2000. 117 p.
- VELOSO, H.P.; GÓES-FILHO, L. Fitogeografia brasileira: Classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical. **Bol. Téc. Proj. Radambrasil, sér. Vegetação**, v. 1, p. 3-79, 1982.
- VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE - Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 124 p.
- VERHEYEN, K.; ADRIAENS, D.; HERMY, M.; DECKERS, S. High-resolution continuous soil classification using morphological soil profile descriptions. **Geoderma**, v. 101, n. 3-4, p. 31-48, apr, 2001.