



SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE

COORDENADORIA DA PESQUISA DE RECURSOS NATURAIS

INSTITUTO FLORESTAL

**FLORESTA DE ARAUCÁRIA: APLICAÇÕES
DE SENSORIAMENTO REMOTO**

Publicação I.F. 32
São Paulo-Brasil

COMISSÃO EDITORIAL/EDITORIAL BOARD

Presidente: *Rui Marconi Pfeifer*

Vice-Presidente: *Wallace Málaga Vila*

Membros: *Clóvis Ribas*
Edegar Giannotti
Gilberto de Souza Pinheiro
João Batista Baitello
Leda Maria do Amaral Gurgel Garrido
Luiz Alberto Bucci
Marco Antonio Púpio Marcondes
Nilse Kasue Shimura Yokomizo

ENDEREÇO/ADDRESS

Instituto Florestal - Caixa Postal 1.322
01051 São Paulo - Brasil



SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE

COORDENADORIA DA PESQUISA DE RECURSOS NATURAIS

INSTITUTO FLORESTAL

FLORESTA DE ARAUCÁRIA: APLICAÇÕES DE SENSORIAMENTO REMOTO

Hideyo AOKI

Public. IF	São Paulo	n. 32	pág. 1 - 27	abr. 1988
------------	-----------	-------	-------------	-----------

PUBLICAÇÃO IF

São Paulo, Instituto Florestal

1972 - 1979, 1 - 21

interrompida de 1980 a 1982

1983, 22

1984, 23 - 24

1985, 25 - 26

1986, 27 - 28

1987, 29 - 30

1988, 31 - 32 -



PUBLICAÇÃO DO INSTITUTO FLORESTAL
número 32, abril, 1988

SUMÁRIO

RESUMO	1
ABSTRACT	1
1 INTRODUÇÃO	2
2 CONSIDERAÇÕES GERAIS	2
2.1 Distribuição Geográfica	2
2.2 Composição das Matas de Araucária	7
2.3 Estágios de Sucessão da Araucária	8
3 TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO APLICADAS EM ESTUDOS SOBRE ARAUCÁRIA	14
3.1 Fotografias Aéreas Verticais	14
3.2 Imagens de Satélites	15
3.3 Fotointerpretação Florestal	16
4 TRABALHOS SOBRE ARAUCÁRIA UTILIZANDO-SE DADOS DE SENSO- RIAMENTO REMOTO	18
4.1 Inventário do Pinheiro-do-Paraná	18
4.2 "Inventories and Commercial Possibilities of Brazilian Forests"	18
4.3 Estudo de Alternativas Técnicas, Econômicas e Sociais do Setor Florestal do Paraná - Subprograma Matéria- Pprima	18
4.4 Levantamento da Eucaliptocultura e Pinocultura no Es- tado de São Paulo.....	19
4.5 Inventário Florestal do Pinheiro no Sul do Brasil ...	19
4.6 Correlação entre Parâmetros Dendrométricos em <i>Araucá- ria angustifolia</i> utilizando-se Fotografias Aéreas ...	20
4.7 "Discrimination of Forest Types Through Densitometric Analysis of Multilevel Imagery in Parana State, Brazil"	20
4.8 Inventário Florestal do Estado de São Paulo - Vale do Paraíba	21
4.9 Algumas Considerações sobre o Mapeamento de <i>Araucaria angustifolia</i> (Bert.) O. Ktze em Florestas Nativas a- través de Fotografias Aéreas e Imagens LANDSAT.....	21

4.10	"The mapping of stands of Paraná Pine (<i>Araucaria angustifolia</i> (Bert.) O. Ktze.) in forest of south-west Parana State using computer-aided analysis of LANDSAT MSS data"	21
4.11	Pinheiro-do-Paraná: sua caracterização através de fotografias aéreas e terrestres e imagens do satélite LANDSAT	22
4.12	"Volume estimates of <i>Araucaria angustifolia</i> (Bert.) O. Ktze. using aerial photographs"	22
4.13	Inventário Florestal Nacional - Florestas Nativas - Paraná e Santa Catarina	23
5	CONSIDERAÇÕES GERAIS	23
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

FLORESTA DE ARAUCÁRIA: APLICAÇÕES DE SENSORIAMENTO REMOTO*

Hideyo AOKI**

RESUMO

Avalia-se a aplicação da tecnologia de sensoriamento remoto em estudos sobre a floresta de Araucária (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.), verificando-se que tanto as fotografias aéreas como as imagens de satélites se constituem em ferramentas imprescindíveis para a obtenção de informações tais como mapeamento, avaliação volumétrica, monitoramento, manejo etc. Observa-se que, os produtos de satélites estão se tornando, face ao aperfeiçoamento de equipamentos cada vez mais sofisticados para coleta e análise de dados, na principal fonte de aquisição de informações não só para os estudos de Araucária, como para outras espécies de valor econômico e ecológico.

Palavras-chave: Araucária, sensoriamento remoto, levantamento.

ABSTRACT

This paper deals with the evaluation of the remote sensing technology applied in Paraná Pine (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.) studies. It was verified that the aerial photographs and satellite imagery are of fundamental importance to get subsidies for mapping, volumetric estimates, monitoring, management etc. Moreover due to the advance and improvement of the

(*) Trabalho apresentado no Seminário "Tópicos Especiais em Floresta: Fitogeografia e Aplicações em Sensoriamento Remoto", do curso de Mestrado em Sensoriamento Remoto, do Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE, no dia 03.11.87, e aceito para publicação em fevereiro de 1988.

(**) Instituto Florestal - Caixa Postal 1322 - 01051 São Paulo - SP - Brasil.

sophisticated equipments for data collect and analysis, the satellite products have been constituting the principal source of informations acquisition both to Araucaria surveys and other species of economic and ecologic value.

Key words: Araucaria, remote sensing, survey.

1 INTRODUÇÃO

A *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. é uma árvore de características morfológicas que lhe conferem aspecto e hábito diferenciado das espécies latifoliadas (folhosas); com o pinheiro-bravo (*Podocarpus lambertii*), são as únicas coníferas (gimnospermas) que habitam as florestas subtropicais do sul do Brasil, sendo portanto facilmente diferenciáveis das demais espécies (INOUE et alii, 1984).

Neste trabalho, faz-se a partir da descrição da sua distribuição geográfica, composição, estágios de sucessão e comportamento, uma avaliação da potencialidade das técnicas de sensoriamento remoto aplicadas em estudos sobre esta importante espécie da flora brasileira, através de trabalhos desenvolvidos por diversos autores.

2 CONSIDERAÇÕES GERAIS

2.1 Distribuição Geográfica

A área de ocorrência de *Araucaria angustifolia* concentra-se formando agrupamentos densos, sobretudo na parte leste e central do Planalto sul-brasileiro nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, ocorrendo como ilhas esparsas também ao sul do Estado de São Paulo e na Serra da Mantiqueira; entre as latitudes 25°30' e 27° sul, atravessa para a Província argentina de Misiones (KLEIN, 1960).

Segundo HUECK (1972), a área de distribuição da Araucária pode ser delimitada da seguinte forma: limite sul - no

Rio Grande do Sul a mata de Araucária é um tipo florestal muito distribuído, mas é restrito à região montanhosa do norte do Estado; ao sul do Jacuí existem Araucárias isoladas, sem formarem matas contínuas; limite leste - em nenhum lugar a Araucária atinge o mar, isolada ou em matas; em geral o limite das matas de Araucária coincide com o divisor de águas da Serra do Mar; assim, resta em geral, uma faixa de 20 a 40 quilômetros até a costa; no Estado de São Paulo esta faixa é ainda maior; limite norte - a ocorrência mais setentrional registrada na literatura recente, encontra-se no Rio Doce, a mais ou menos 18°; limite oeste - a mata de Araucária fechada penetra na Argentina, na Província de Misiones; parece ainda existir Araucárias isoladas a oeste do Rio Paraná (FIGURA 1).

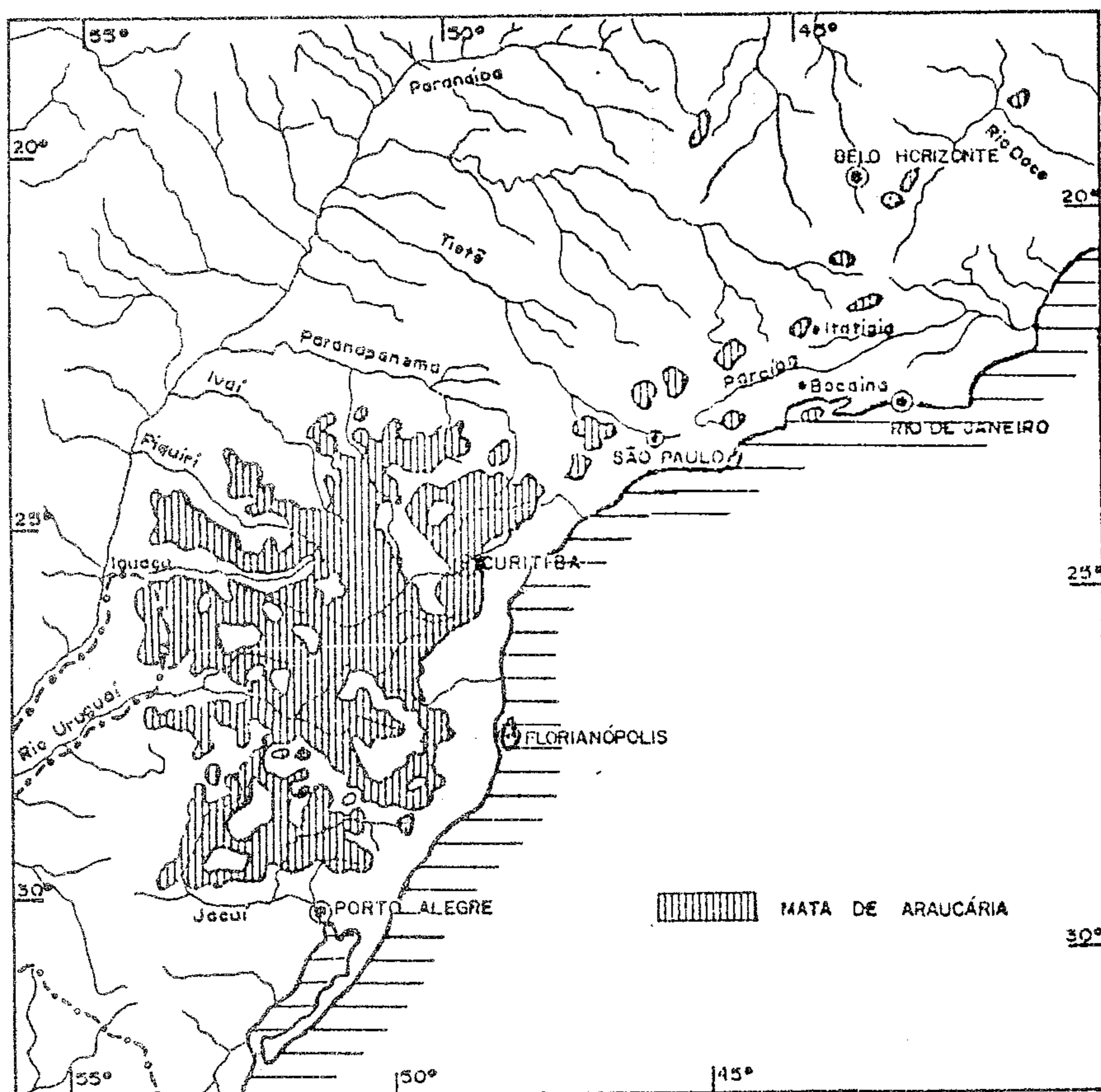


FIGURA 1 - Área de distribuição de *Araucaria angustifolia* no sul do Brasil e na Argentina (HUECK, 1953).

ta, vão diminuindo os exemplares jovens e aumentando os adultos e velhos. Mais para o interior quase não se encontram exemplares jovens de pinheiro, tendo desaparecido quase por completo. Em São Joaquim, no Estado de Santa Catarina, observam-se os melhores agrupamentos de pinheiros, recentemente irradiados sobre os campos, formando matas que apresentam os mais variados estágios de desenvolvimento, desde os formados por indivíduos jovens e mais isolados, até as matas altas e densas, cujas copas formam uma cobertura quase contínua de cor verde-escura. Nos agrupamentos mais desenvolvidos começam a se instalar os primeiros arbustos e pequenas árvores que vão formar a tão característica submata destas associações. Ocorrem entretanto, povoados onde não se nota nenhum avanço, encontrando-se na orla da mata, somente pinheiros adultos e velhos. Tal fenômeno acontece em locais onde se credenciam mudanças bruscas das condições edáficas, inclinação do terreno, na beira de rios ou, onde são exercidas as queimas periódicas dos campos;

b) Araucária e associações pioneiras

Segundo KLEIN (1960), as partes dos campos de umidade média e sobretudo as partes bastante úmidas, como as nascentes de córregos, margens de rios, riachos ou banhados, dão frequentemente origem a uma formação dos capões, nos quais o pinheiro, a maioria das vezes, é precedido por um grupo de espécies que preparam o solo para o melhor estabelecimento do mesmo. Este fenômeno da instalação de vegetação pode ser observado nos campos situados nas altitudes médias de 700 a 900 metros. Estes agrupamentos pioneiros caracterizam-se por sua composição variável, diferindo de acordo com as diversas localidades e respectivas condições edáficas.

Entretanto, certos agrupamentos pioneiros mais característicos, costumam ocorrer em locais distantes como é o caso do *Siphoneugenietum - Myrceugenietum* que se espalha por grande parte da área. Em Santa Catarina, onde KLEIN realizou as mais demoradas observações, os agrupamentos pioneiros são formados por espécies onde predominam *Schinus weinmanniaefolius* Mart. ex

cia fluvial do médio e alto Rio Uruguai, do Rio do Peixe e do Rio Pelotas, do Rio Caveiras e do Rio Marombas. Da mesma forma as matas de Araucária constituem o elemento predominante no limite com o Estado do Paraná. Estas matas também são interrompidas por campos em grandes extensões, nos quais se encontram algumas árvores ou grupos de pinheiros. Ainda existem matas virgens nos municípios de São Joaquim, Curitibanos e Chapecô, onde se encontram árvores de até 30 m de altura e diâmetros de 1 a 1,5 m. Na região dos rios costeiros, especialmente no vale do Rio Itajaí, que penetra profundamente no Estado, as matas de Araucária perdem sua predominância, até desaparecer completamente (HUECK, 1972).

Segundo MATOS (1972), no Estado de Santa Catarina, originalmente, quase 2/3 da área era coberta de pinheiros com exceção das regiões do litoral (que contêm, no entanto, manchas pequenas de Araucária), vale dos afluentes do Rio Itajaí e vale do Rio Uruguai (de Anita Garibaldi para o oeste). REITZ & KLEIN (1966), situam a região da Araucária, nesse Estado, entre as altitudes de 500 a 1.500 m.

No Estado do Paraná, a área dos pinheiros se situa sobretudo no lado leste e central do planalto, compreendendo uma região superior a 100.000 km². No lado oeste e norte do Estado, as matas de Araucária e a mata pluvial subtropical do Rio Paraná, vem formando em grandes extensões, as tão características matas mistas (KLEIN, 1960).

De acordo com HUECK (1972), a área preservada de Araucária no Paraná inclui principalmente a região ao norte e ao sul do médio Iguaçu, a região das nascentes do Rio Piquiri e parte das terras no alto curso do Rio Ivaí, isto é, em especial a metade ocidental do Estado. Como nos Estados sulinos, a Araucária cresce principalmente no planalto. As altitudes mais baixas são cobertas por mata subtropical úmida. As matas de Araucária existentes até hoje juntam-se a leste à região que atualmente é uma das regiões de colonização mais importantes do Estado, e onde a Araucária formava outrora extensas matas. Esta região estende-se até as encostas ocidentais da Serra do Mar e da Serra da Virgem Maria, interrompida por extensas estepes quase ou completa-

sas com o passar do tempo, sendo que os exemplares de canela la-geana tomam portes e copas sempre maiores, que vão aos poucos im-pedindo não só o crescimento das plantas jovens das espécies pio-neiras, como também a própria regeneração da Araucária, devido à formação de um microclima excessivamente sombreado e úmido para as mesmas. Disso conclui-se que o pinheiro não constitui própria-mente uma espécie característica da formação da Araucária no sen-tido dinâmico.

Como elementos mais comuns do agrupamento dominado pe-la *Ocotea pulchella* e *Araucaria angustifolia*, destacam-se *Casea-ria decandra* (guaçatunga), *Ocotea puberula* (canela-sebo), *Luehea divaricata* (açoita-cavalo), *Lamanonia speciosa* (Camb.) L. (guara-perê), *Weinmannia pauliniaefolia* (gramimunha), *Matayba elleagnoi-des* Radlk. (camboatã), *Cupania vernalis* Camb. (camboatã), *Calyp-tranthes concinna* DC. *Coutarea hexandra* (Aubl.) Sch., *Prunus se-lowii* Koehne (pessegueiro-bravo), algumas Myrtaceae ainda não de-terminadas e outras espécies menos importantes;

d) Araucária e *Ocotea porosa*

KLEIN (1960) cita que grande parte do primeiro planal-to de Santa Catarina e toda a parte central do Paraná eram cober-tos por um agrupamento vegetal dominado pela *Ocotea porosa* (im-buia), que imprimia por grandes extensões desta região seu as-pecto fisionômico. Hoje restam pequenas partes intactas desta as-sociação que caracterizava uma imensa região da formação de Arau-cária. A *Ocotea porosa*, vulgarmente denominada por imbuia ou em-buia, é uma árvore cujos troncos são muito grossos e frequentemen-te retorcidos, alcançando comumente uma altura de 20 m, formando largas e densas copas, que compõem uma cobertura contínua e bas-tante fechada. Em quase todas as suas associações, sobressaem as copas dos pinheiros, que ora são esparsas, ora são numerosas formando uma cobertura arbórea superior não muito fechada. Embo-ra a cobertura superior dos pinheiros, possa por vezes ser bas-tante característica, por causa da densidade, não se pode consi-derar a *Araucaria angustifolia* como dominante desta associação, uma vez que todos os indivíduos são adultos ou velhos, sinal evi-

dente de que se acham em adiantada fase de substituição nas mesmas. Este tipo de agrupamento é composto por um pequeno número de espécies, entre as quais destacam-se: *Cedrela fissilis* (cedro), *Ocotea puberula* (canela-sebo), *Ilex paraguariensis* (ervamate), *Luehea divaricata* (açoita-cavalo), *Ilex theezans* Mart. (caúna), *Casearia decandra* (guaçatunga), *Eugenia pungens* Berg. (gubiju), *Styrax leprosum* HK e Arn., *Solanum citrifolium* Willd., algumas Myrtaceae, a *Slocanea lasiocoma* e outras, e

e) matas mistas

KLEIN (1960) considera matas mistas somente as que são formadas na sua maior parte por espécies típicas da mata pluvial subtropical e nas quais aparecem esporadicamente manchas de pinheiros, a maioria dos quais em estado adulto, velhos ou raquíticos. Encontram-se ao norte do Paraná, oeste de Santa Catarina e noroeste do Rio Grande do Sul, formando um grande número de agrupamentos. Em menor escala foram constatadas matas mistas na borda oriental da Serra Geral, na região do vale médio e superior do Itajaí e na região carbonífera ao sul de Santa Catarina. A oeste do Estado catarinense, nota-se que, em grandes extensões as associações da mata pluvial vem subindo pelos vales dos rios, substituindo todas as espécies características do pinheiro, ficando este como último baluarte, mas com a impossibilidade de reproduzir-se, cairá também vítima da invasão da mata pluvial. Esta invasão é dominada em grande parte pela *Ocotea pulchella* que permite o estabelecimento das espécies ciófilas, dentre as quais, a *Piptadenia rigida* (angico) é abundante nas partes recentemente conquistadas pela mata. Ao norte do Paraná, uma das espécies mais abundantes e características na invasão aos pinhais é a *Euterpe edulis* (palmito), que em certos lugares forma densos agrupamentos na mata pluvial daquela região. Pelos estudos feitos, nota-se que, dentro das condições climáticas atuais a tendência geral da vegetação, consiste na formação de associações características da mata pluvial em toda a região do planalto sul-brasileiro, enquanto o permitem as condições edáficas e altitudinais.

2.4 Considerações Finais sobre o Comportamento das Matas de Araucária

Conforme REITZ & KLEIN (1966), estudando toda a vegetação do Sul do Brasil, constata-se uma expansão e infiltração lenta, porém constante e segura, dos elementos característicos das matas brancas (pluviais) em toda a zona de contato destas florestas, conduzindo no oeste ao completo extermínio de vastas áreas de pinhais pela mata branca, enquanto na borda oriental do planalto, este processo é sensivelmente retardado em consequência da muralha abrupta das serras e a diferença de clima nesta zona de contato destas formações. O pinheiro no ciclo atual, representa apenas uma espécie pioneira situada em ambiente florestal, caracterizado por evidente desequilíbrio dinâmico e consequentemente, em constantes estágios evolutivos. Está consorciado com um grande número de árvores e arbustos, que variam conforme o estágio de desenvolvimento dos agrupamentos e nos quais o pinheiro, possui uma vitalidade própria (invasão - maturação - substituição).

3 TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO APLICADAS EM ESTUDOS SOBRE ARAUCÁRIA

3.1 Fotografias Aéreas Verticais

O emprego de f.a. no estudo da Araucária tem sido adotado já há algum tempo, podendo-se citar HUECK, em 1965, que afirma ser possível separar na fotografia aérea, as matas de *Araucária* e de *Podocarpus*, pela diferença do verde das folhas e pela estrutura específica das copas.

Contudo, atualmente, devido ao alto custo dos recobrimentos aerofotogramétricos, as f.a. são utilizadas principalmente em áreas mais críticas e/ou em estudos específicos. É aconselhável utilizar uma escala média (1:25.000), por fornecer riqueza de detalhes a um custo compatível com os resultados desejados.

Em levantamentos de grande extensão, não se justifica

a utilização de fotografias aéreas, devido ao seu custo elevado. Em função dos fatores tempo/custo para obtenção de f.a. de escalas grande e média, é mais viável utilizar imagens de satélites, cujas vantagens consistem na rapidez e frequência de obtenção das informações, aliadas ao custo relativamente baixo.

3.2 Imagens de Satélites

A partir de 1972, quando a NASA (National Aeronautical and Space Administration) lançou o ERTS (Earth Resources Technology Satellite), atual LANDSAT, encontram-se disponíveis imagens cujas características de repetitividade, visão sinóptica e multi-espectrais, possibilitam a realização de estudos os mais variados sobre a Araucária.

Em 1975, foi lançado o LANDSAT 2; em 1978, o LANDSAT 3; em 1982, o LANDSAT 4 e em 1984, o LANDSAT 5. Este possui 7 bandas, sendo uma termal e resolução espacial de 30 m. Os anteriores possuíam resolução de 79 m.

Os produtos mais utilizados são: transparências positiva e negativa; impressões em papel fotográfico nas escalas de 1:1.000.000, 1:500.000, 1:250.000 e 1:100.000 e fitas compatíveis com computador (CCT).

Com o lançamento do Système Probatoire d'Observation de la Terre (SPOT), no início de 1986, pela França, aumentou-se sensivelmente a possibilidade de desenvolver estudos e pesquisas mais detalhadas, face à capacidade de resolução de 20 m para o Modo Multiespectral e de 10 m para o Modo Pancromático. Este, apresenta uma larga banda individual (510 nm a 730 nm), melhores condições geométricas e permite a confecção de mapas em escala 1:100.000, com dados levantados na escala 1:50.000 e para alguns casos de aplicação temática em 1:250.000. Inclusive, estudos com dados simulados sugerem que os dados do SPOT podem ser uma alternativa para f.a. de média e grande escala em numerosas aplicações temáticas (RIVEREAU, 1984).

3.3 Fotointerpretação Florestal

Fotointerpretação em inventário florestal consiste na identificação em fotografias aéreas e em imagens de satélites (LANDSAT ou SPOT), eventualmente, no delineamento de diferentes estratos florestais em consonância com uma classificação adotada.

Alguns estratos dentro da área inventariada são relativamente fáceis de serem identificados e delineados, definidos através dos limites geográficos, tais como classes correspondentes às propriedades rurais ou à fisiografia. A parte mais importante e mais interessante do trabalho da fotointerpretação em inventário florestal é relacionada com a identificação e delimitação dos vários estratos de uso da terra, vegetação, tipos florestais e acessibilidade.

Uma boa fotointerpretação precisa ser a mais objetiva possível. Apesar da análise das fotografias aéreas e/ou imagens de satélites ser feita através de observação e interpretação direta da pessoa humana, ela deve estar sempre baseada num conjunto de critérios precisos e definições ou chaves. Esta exigência é necessária por duas razões principais:

a) a fotointerpretação deve ser a mais uniforme possível desde o início até o final do trabalho. As chaves estabelecidas servem como uma referência permanente para o fotointerprete, e

b) a fotointerpretação deve ser a mais consistente possível entre os fotointerpretes. As chaves servirão para reduzir as discrepâncias entre elas. Estas chaves também servem como ajuda para o pessoal de campo no reconhecimento das diferentes classes de fotointerpretação, para facilitar o ajuste entre estas e as classificações de campo feitas em áreas-teste.

Os critérios para as classificações usadas na fotointerpretação devem ser facilmente identificados no campo para que possam também ser usados no inventário. Em outras palavras, classificações projetadas baseadas em parâmetros fotográficos tais como: cobertura de copa, altura das árvores dominantes, umidade do solo, características topográficas, devem ser signi-

ficantes e aceitas pelo pessoal de campo.

Os trabalhos de fotointerpretação abrangem duas etapas:

- a) processo de iluminação e,
- b) fotointerpretação florestal.

a) Processo de iluminação

Sempre que se trabalha com fotointerpretação, deve-se partir de características conhecidas para depois tratar das desconhecidas. As características desconhecidas devem ser comparadas às conhecidas que, automaticamente, fornecerão alguns indícios para a identificação final. Parte-se do geral - interpretação e traçado da malha hidrográfica e rede viária, ao específico - delimitação dos tipos florestais.

O processo de iluminação estabelece correlações entre as regiões que têm padrões significativos, como é o caso das matas ciliares, ocorrentes ao longo dos rios.

Outro ponto importante é que a vegetação é uma junção de fatores ambientais; qualquer mudança na vegetação nativa será devida a modificações ambientais. A obtenção de informações ecológicas tais como: densidade da vegetação, acidentes geográficos, padrão de drenagem, relevo e outros dados de natureza geral, são poderosos auxílios na compreensão de aspectos da fotointerpretação. Além disso, instruções detalhadas devem especificar: as dimensões da área mínima a ser interpretada (em relação às escalas das fotos ou imagens e do mapa final), a exatidão do delineamento, e outros itens como a intensidade de iluminação, tipo de lápis ou caneta empregados etc;

b) Fotointerpretação florestal

Quando se trabalha com escalas grandes, em áreas agrícolas e florestais a tonalidade é menos importante que o tamanho, forma e textura na identificação do objeto. Porém, à medida que se trabalha com escalas menores, a resolução espacial torna-se menos importante e as variações de tonalidade mais importantes na identificação de diferentes objetos. Fotografias de

escalas pequenas, tanto orbitais quanto convencionais, provaram que várias tonalidades foram encontradas para diferentes culturas ou condições de solo que não puderam ser determinadas por outros fatores interpretativos, como forma, tamanho e padrão. Neste caso, a tonalidade deve ser usada como critério fotointerpretativo mais importante.

Os trabalhos de preparação da chave de interpretação obedecem critérios diversos tais como: densidade, textura, tonalidade, procurando-se sempre conjugar os métodos de observação direta aos dedutivos, aproveitando-se desde a simples identificação fisionômica do processo de iluminação até a identificação da tipologia geral.

4 TRABALHOS SOBRE ARAUCÁRIA UTILIZANDO-SE DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO

4.1 Inventário do Pinheiro-do-Paraná

Talvez tenha sido um dos primeiros trabalhos que utilizando-se f.a., na escala 1:70.000, comprovou ser possível delimitar florestas pluviais tropicais e sub-tropicais das florestas de Araucária, devido à formação especial das copas das árvores de Araucária (CENTRO..., 1966).

4.2 "Inventories and Commercial Possibilities of Brazilian Forests."

GLERUM & HEINSDIJK (1967), realizando um trabalho em Santa Catarina, com fotografias aéreas na escala 1:25.000, verificaram que os grandes pinheiros podem ser facilmente distinguidos, devido à sua forma de disco e tonalidade cinza, mesmo quando fortemente entrelaçados com espécies folhosas.

4.3 Estudo de Alternativas Técnicas, Econômicas e Sociais do Setor Florestal do Paraná - Subprograma Matéria-prima

Em 1974, utilizou-se pela 1ª vez as imagens do satélite

te ERTS (atual LANDSAT) para produzir a carta florestal do Paraná, atualizando-a 10 anos após a primeira. Foram identificados re-florestamentos de *Pinus* spp., *Araucaria angustifolia* e *Eucalyptus* spp., que num total de 229.000 ha, corresponderam respectivamente a 67 %, 10,5 % e 7,5 % (CENTRO ...; 1974). Este trabalho permitiu também, avaliar a intensidade de desmatamento efetuado no período entre 1964 a 1974, que atingiu cerca de 3.710.000 ha, correspondendo a um ritmo de 371.000 ha/ano.

4.4 Levantamento da Eucaliptocultura e Pinocultura no Estado de São Paulo

Ao se efetuar o levantamento do reflorestamento (*Pinus*, *Eucalyptus* e outros), as f.a. na escala 1:25.000 mostraram que a Araucária plantada pode ser identificada com relativa facilidade (SERRA FILHO et alii, 1975).

4.5 Inventário Florestal do Pinheiro no Sul do Brasil

Este trabalho desenvolvido pela FUNDAÇÃO ... (1978), foi um dos pioneiros na utilização de dados de sensoriamento remoto, especificamente o levantamento da Araucária, abrangendo uma extensa região (Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul).

Foram utilizadas f.a. na escala 1:50.000, imagens do LANDSAT nas escalas 1:1.000.000 e 1:250.000 dos canais 4, 5, 6 e 7 do MSS, transparências positivas na escala 1:3.074.000 e fitas compatíveis com computador.

Cinco tipologias florestais foram separadas:

- Tipo I - Floresta de *Araucaria angustifolia*, pura de produção, com densidade de 80 a 100 %;
- Tipo II - Floresta de *A. angustifolia*, com densidade de 50 a 80 %;
- Tipo III - Floresta latifoliada com baixa incidência de *A. angustifolia*;
- Tipo IV - Reflorestamento com *A. angustifolia*;
- Tipo V - Reflorestamento com outras essências.

Verificou-se que as imagens do LANDSAT, por apresenta-

rem problemas como a presença de nuvens, variações da inclinação do sol durante o ano, qualidade das imagens, prejudicam sensivelmente os trabalhos de interpretação. Além disso, a própria capacidade de resolução do sistema (79 m) não permitiu analisar áreas menores do que 1 ha, cujo fato se constituiu numa séria limitação. Não foi possível também, separar coníferas de folhosas, quando em associação.

4.6 Correlações entre Parâmetros Dendrométricos em *Araucaria angustifolia* utilizando Fotografias Aéreas

OLIVEIRA (1980) chegou a selecionar modelos de regressão para estimar o diâmetro à altura do peito e o volume, em função de parâmetros dendrométricos (diâmetro de copa e altura) medidos em fotografias aéreas na escala 1:10.000.

Verificou-se que a equação mais adequada para se estimar o volume foi o modelo de BONNOR:

$$V = b_0 + B_1 H + B_2 H \overline{DC} + b_3 \overline{DC}$$

onde: V = volume, H = altura e \overline{DC} = diâmetro de copa.

4.7 "Discrimination of Forest Types Through Densitometric Analysis of Multilevel Imagery in Parana State, Brazil"

KIRCHNER (1980) demonstrou que as imagens do MSS podem ser utilizadas na separação de tipos florestais no sul do Brasil, através de técnicas de análise densitométrica.

Foram analisados 4 tipos florestais: a) *Pinus* (*P. taeda* e *P. elliottii*); b) pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O.Ktze); c) folhosa e d) misto (coníferas e folhosas).

Concluiu-se que: a) mesmo com diferenças significativas entre as amostras em cada tipo florestal, é possível discriminar os tipos florestais; b) as imagens em composição colorida do MSS do LANDSAT mostraram ser úteis para separar florestas; e c) as medições densitométricas permitem a classificação de tipos florestais.

4.8 Inventário Florestal do Estado de São Paulo - Vale do Paraíba

Utilizando-se f.a. na escala 1:45.000, dos vôos de 1976 a 1978, OGAWA et alii (s.d.), quantificaram as áreas com cobertura vegetal natural e reflorestamento, em 32 municípios da Região do Vale do Paraíba. Foi possível discriminar a floresta mista de *Araucaria* e *Brodiaea* encontrada principalmente em Campos do Jordão, S. Bento do Sapucaí e Sto. Antonio do Pinhal, englobada no trabalho como sendo Mata.

4.9 Algumas Considerações sobre o Mapeamento de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O.Ktze em Florestas Nativas através de Fotografias Aéreas e Imagens LANDSAT

DISPERATI et alii (1980) evidenciaram três aspectos no processo de mapeamento da Araucária através de fotografias aéreas:

- a) no mapeamento podem ser empregadas escalas de 1:4.000 até 1:70.000;
- b) o mapeamento pode ser feito com filmes pancromático e infra-vermelho preto/branco e falsa cor; presume-se que os filmes coloridos também devam permitir o mapeamento e
- c) os padrões de tipologia devem ser definidos entre os fotointérpretes.

4.10 "The mapping of stands of Paraná Pine (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O.Ktze) in the forest of south-west Parana State using computer-aided analysis of LANDSAT MSS data"

DISPERATI (1981) utilizando imagens das bandas 5 e 7 do MSS e técnicas de "density slicing" e de "contrast stretching", além de composição colorida, verificou o seguinte:

- a) áreas de pinheiro-do-paraná são facilmente identificadas na imagem da banda 5, devido à sua tonalidade mais escura; na composição colorida essas áreas aparecem em tonalidade vermelho-escuro; e

b) a composição colorida evidencia o efeito da sombra em áreas de terreno dissecado, dificultando a discriminação de áreas florestais de não florestais.

4.11 Pinheiro-do-Paraná: sua caracterização através de fotografias aéreas e terrestres e imagens do satélite LANDSAT

DISPERATI (1982) mostra a importância da copa da árvore para a identificação da espécie ao se utilizar fotografias aéreas. O exemplar adulto do pinheiro-do-paraná é facilmente reconhecido, geralmente pelas características de sua copa. Verificou-se que as características de dominância da espécie e da forma circular do dossel de copas, aliadas à tonalidade cinza-escuro na f.a., devido principalmente à reflectância das acículas, à textura na fotografia causada pela disposição dos galhos e tamanho relativo da imagem na escala da fotografia, conduzem automaticamente à sua identificação, através da observação do par estereoscópico de fotografias aéreas. Salienta ainda que, em f.a. na escala 1:25.000 é possível mapear áreas florestais de pinheiro do paranã mesmo sem estereoscopia.

Ainda segundo o autor, a copa do pinheiro-do-paraná apresenta formato de candelabro na fase adulta e formato triangular na idade jovem.

4.12 "Volume estimates of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze using aerial photographs"

Utilizando fotografias aéreas verticais, da Cia. Melhoramentos de São Paulo, em Caieiras, na escala 1:8.000, AOKI et alii (1984) elaboraram uma Tabela Aérea de Volume, baseando-se no número de árvores e diâmetro de copa. AOKI & HATAMURA (1986) mencionam que, a medição do diâmetro de copa pode ser feita com razoável facilidade e precisão, devido à característica peculiar da espécie; por outro lado, a medição de altura também é possível, porém exige alto grau de especialização. Já o número de árvores contadas em f.a. é sempre menor do que o de campo, em virtude de ocorrência de árvores dominadas e codominadas.

4.13 Inventário Florestal Nacional - Florestas Nativas - Paraná e Santa Catarina

A FUNDAÇÃO ... (1984) ao efetuar um inventário de florestas nativas, recomenda que a atividade de fotointerpretação, cartografia e determinação de áreas florestais, seja realizada previamente ou pelo menos com uma defasagem de 6 meses do início do levantamento de campo. Ficou demonstrado neste trabalho que estas duas atividades não devem caminhar paralelas, para que se possa aprimorar o processo de realização do inventário com um cronograma de execução mais efetivo e racional e permitir uma melhor integração de informações e resultados. Ressalta ainda que, somente um mapeamento com fotos na escala 1:10.000 e 1:25.000 no máximo, pode resultar tecnicamente em dados mais precisos.

Basicamente, foram utilizados fotoíndices na escala 1:100.000; as f.a. na escala 1:25.000 somente para áreas críticas e como suporte para a tomada de decisão na delimitação dos tipos florestais. Utilizou-se também, fitas compatíveis com computador, cuja possibilidade de combinação dos quatro canais (4, 5, 6 e 7), auxiliou no realce de certos detalhes não obtidos pelas fotos aéreas, contribuindo no processo de interpretação.

Ficou evidenciado que a padronização da escala é um ponto de extrema importância, a fim de evitar futuros problemas de erros introduzidos nas percentagens da ampliação e/ou redução.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os trabalhos efetuados sobre Araucária, utilizando-se fotografias aéreas e/ou imagens de satélite, demonstram que a tecnologia de sensoriamento remoto se constitui em ferramenta indispensável no estudo, levantamento e avaliação desse importante recurso;

os produtos de satélites (imagens e fitas compatíveis com compu

tador) possibilitam a realização de levantamentos de Araucaria em regiões extensas, apesar das restrições em termos de delimitação dos tipos florestais;

devido ao alto custo dos recobrimentos aerofotogramétricos, as f.a. devem ser utilizadas somente em estudos de áreas críticas, elaboração de tabelas aéreas de volume, amostragem e delimitação de tipos florestais;

a tonalidade deve ser o principal critério interpretativo ao se tratar de fotografias de escalas pequenas, tanto orbitais quanto convencionais;

no mapeamento de Araucária através de fotografias aéreas, podem ser empregados filmes pancromático e infra-vermelho preto/branco e falsa-cor, em escalas variando de 1:4.000 até 1:70.000;

a identificação da Araucária em f.a. pode ser efetuada com facilidade, em virtude das suas características de dominância, forma circular do dossel das copas e disposição dos galhos produzirem tonalidade e textura bem típicas, e

o aperfeiçoamento das técnicas de interpretação automática através do emprego de equipamentos cada vez mais sofisticados, tem possibilitado a identificação, mapeamento e monitoramento de florestas de Araucária, de forma rápida e segura, apesar do seu custo ser ainda relativamente alto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO, T. A. 1977. Vegetação. In: BRASIL-FBGE. *Geografia do Brasil, região sul*. Rio de Janeiro, IBGE.

AOKI, H. & HATAMURA, R. 1986. *Treinamento em inventariação florestal utilizando-se fotografias aéreas*. São Paulo, Instituto Florestal. 45p. (Publicação, 27)

_____ ; SARAIVA, Iliana R.; SUAREZ DA MOTA, I. & FAVRIN, L.J. B. 1984. Volume estimates of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. using aerial photographs. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING; 15 *Archives*, Rio de Janeiro. *Public. IF*. São Paulo, 32:1-27, abril, 1988.

neiro, 25:16-26. Part A7

- AUBREVILLE, A. 1949. A floresta do pinho do Brasil. *Anuário Brasileiro de Economia Florestal*, Rio de Janeiro, 2(2):21-36.
- CENTRO DE PESQUISAS FLORESTAIS - CPF. 1974. *Estudo das alternativas técnicas, econômicas e sociais do setor florestal do Paraná - subprograma matéria prima*. Curitiba, UFPR. 339p.
- CENTRO DE RECURSOS NATURAIS - CERENA. 1966. *Inventário do pinheiro do Paraná*. Curitiba, CODEPAR. 104p.
- DISPERATI, A. A. 1981. *The mapping of stands of Parana Pine (Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze.) in the forest of south-west Parana State using computer - aided analysis of LANDSAT data*. Inglaterra, University of London. 250p. (Tese de Doutorado)
- DISPERATI, A. A. 1982. Pinheiro do Paraná; sua caracterização através de fotografias aéreas e terrestres e imagens do satélite LANDSAT. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2, Brasília - DF, maio 10-14, 1982. *Anais...* Brasília, CNPq. p.799-810
- _____.; KEECH, M. A. & GANTZEL, O. L. 1980. Algumas considerações sobre o mapeamento de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em florestas nativas através de fotografias aéreas e imagens LANDSAT. In: IUFRO MEETING; PROBLEMAS FLORESTAIS DO GÊNERO ARAUCARIA, Curitiba - PR, out. 21-28, 1979. Curitiba. p.10-15
- FUNDAÇÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANÁ - FUPEF. 1978. *Inventário florestal do pinheiro do sul do Brasil*. Curitiba, FUPEF. 327p. (Relatório Final)
- _____. 1984. *Inventário florestal nacional; florestas nativas: Paraná e Santa Catarina*. Curitiba, FUPEF. 309p.
- GLERUM, B. B. & HEINSDIJK, D. 1967. Inventories and commercial possibilities of brazilian forests. *Turrialba*, Costa Rica, 17(1):337-347.
- HUECK, K. 1953. *Distribuição e habitat natural do pinheiro*

- do Paraná (*Araucaria angustifolia*). São Paulo, USP - Faculdade de Filosofia Ciências e Letras. 24p. (Boletim Série Botânica, 10)
- HUECK, K. 1972. *As florestas da América do Sul*. São Paulo. Polígono. 466p.
- INOUE, M. T.; RODERJAN, C. V. & KUNIYOSHI, Y. S. 1984. *Projeto madeira do Paraná*. Curitiba, FUPEF. 260p.
- KIRCHNER, F. F. 1980. *Discrimination of forest types through densitometric analysis of multilevel imagery of Parana State, Brazil*. Michigan, Michigan State University. 107p. (Ph. D. Dissertation)
- KLEIN, R. M. 1960. O aspecto dinâmico do pinheiro brasileiro. *Sellowia*, Itajaí, 12(12):17-44.
- MAACK, R. 1968. *Geografia física do Estado do Paraná*. Curitiba, CODEPAR. 350p.
- MATOS, J. R. 1972. *O pinheiro brasileiro*. São Paulo, Grêmio Politécnico. 638p.
- OGAWA, H.Y.; SUAREZ DA MOTA, I.; FAVRIN, L. J. B.; VALENTINO, Regina Antonia L.; ANDRADE, W. J. de; GALLOZZI MENDES, Aida C.; ANDRADE MAX, Gina G. & BORGES, Maria Heloisa. s.d. *Inventário florestal do Estado de São Paulo - Vale do Paraíba*. São Paulo, Instituto Florestal. 122p.
- OLIVEIRA, B. 1948. As regiões de ocorrência normal da Araucária. *Anuário Brasileiro de Economia Florestal*, Rio de Janeiro, 1(1):185-199.
- OLIVEIRA, Y. M. M. 1980. *Correlações entre parâmetros dendrométricos em Araucaria angustifolia, utilizando fotografias aéreas*. Curitiba, UFPR. 126p. (Dissertação de Mestrado)
- REITZ, R. & KLEIN, R. M. 1966. Araucariaceas. In: _____ . *Flora ilustrada catarinense*. Itajaí, Herbário Barbosa Rodrigues. 62p.
- RIVEREAU, J. C. 1984. SPOT imagery, future products and potential applications. In: INTERNATIONAL SOCIETY FOR PHOTO-
-
- Public. IF.* São Paulo, 32:1-27, abril, 1988.

GRAMMETRY AND REMOTE SENSING, 15. Rio de Janeiro, Society for
Photogrammetry and Remote Sensing. p. 251-264 (Comission, 1)

SERRA FILHO, R.; CAVALLI, A. C.; GUILLAUMON, J. R.; OGAWA, H. Y.
& AOKI, H. 1975. Levantamento da eucaliptocultura e pinocultu
ra no Estado de São Paulo. *Boletim Técnico IF*, São Paulo,
(17):54-57.

COMPOSTO E IMPRESSO NO INSTITUTO FLORESTAL
C.P. 1.322 - 01000 - SÃO PAULO - BRASIL
ABRIL, 1988

GOVERNO QUÉRCIA

