

KIYOMI MARIA CRISTINA MASSAKI

VARIAÇÃO ENTRE ESPÉCIES E PROCEDÊNCIAS DE PINHEIROS TROPICAIS
EM AGUDOS, SP, CAPAO BONITO, SP E ARAQUARI, SC

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do grau e título de Mestre em Ciências Florestais.

Orientador:
Prof. Dr. Antonio J. de Araujo

CURITIBA

1989

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

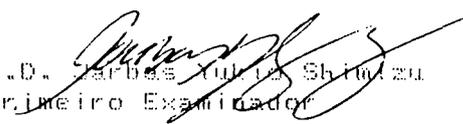
P A R E C E R

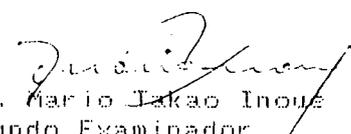
Os membros da Comissão Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado apresentada pela candidata **KIYOMI MARIA CRISTINA MASSAKI**, sob o título **"VARIACÃO ENTRE ESPÉCIES DE Pinus TROPICAIS EM AGUDOS (SP), CAPÃO BONITO (SP) E ARAQUARI (SC) ."** para obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Área de concentração: **SILVICULTURA**, após haver analisado o referido trabalho e arguido a candidata, são de parecer pela **"APROVAÇÃO"** da Dissertação completando assim os requisitos necessários para receber o grau e o Diploma de Mestre em Ciências Florestais.

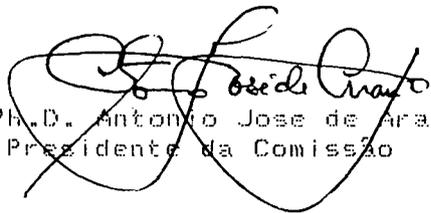
Observação:

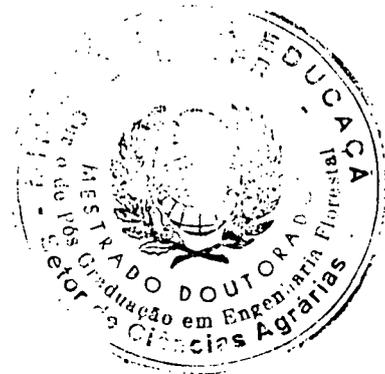
O critério de aprovação da Dissertação e Defesa da mesma a partir de novembro de 1980 é apenas, **APROVADA** ou **NÃO APROVADA**.

Curitiba, 28 de fevereiro de 1989


Prof. Ph.D. Jarbas Yulcia Shimizu
Primeiro Examinador


Prof. Dr. Mario Takao Inoue
Segundo Examinador


Prof. Ph.D. Antonio Jose de Araujo
Presidente da Comissão



Aos meus pais e irmãos,
pelo apoio e compreensão,
DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Ao orientador, Prof. Dr. Antonio José de Araujo, pela inestimável orientação, valiosas sugestões e crédito dispensados no transcorrer deste trabalho e do curso.

Ao pesquisador Dr. Jarbas Yukio Shimizu, pela indispensável contribuição e co-orientação.

Ao Prof. Dr. Mario Takao Inoue, pela valiosa contribuição e co-orientação.

Ao pesquisador M.Sc. Edilson Batista de Oliveira, pelas valiosas sugestões e colaboração.

Ao Prof. Dr. Franklin Galvão, pelas valiosas sugestões recebidas no transcorrer deste trabalho e do curso.

Ao Prof. Dr. Miguel Serediuk Milano, pelo constante apoio e colaboração.

Ao Centro Nacional de Pesquisa de Florestas - CNPF/EMBRAPA, pelo apoio técnico e material, sem o qual seria impossível a realização deste trabalho.

A Companhia Agro Florestal Monte Alegre - CAFMA/Freudenberg de Agudos, SP, na pessoa do pesquisador Márcio P. Ferrari e sua equipe, pela valiosa colaboração.

Ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis/Floresta Nacional de Capão Bonito, SP, na pessoa do Diretor José Delcídio Duarte Vieira, pela valiosa colaboração.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e

Tecnológico-CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

Aos amigos Rosana, Elizabeth, Leide, Oranice, Jamir, Daniela, Débora, Edna, Telma, Dione e Luiz Henrique, pela colaboração e estímulo em todas as fases do desenvolvimento deste trabalho.

Aos técnicos do CNPF/EMBRAPA, Marta e Alfeu do Núcleo de Processamento de Dados, e Osmir e Sidney do Laboratório de Qualidade da Madeira, pela colaboração.

Aos técnicos da FLONA de Capão Bonito, Amarildo e José Luís, pela colaboração.

As bibliotecárias do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná e a Carmen e Rosana do CNPF/EMBRAPA, pela colaboração e presteza.

Aos professores Dr. Ronaldo Viana Soares, M.Sc. Carlos Vellozo Roderjan e M.Sc. Yoshiko Saito Kuniyoshi, pela valiosa colaboração durante o curso.

Aos professores M.Sc. Maurício Balensiefer e M.Sc. Antonio Carlos Nogueira e aos colegas João Luiz Grossl e Denys Dozsa, pela colaboração prestada na fase final deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Roberto Tuyoshi Hosokawa, pelo exemplo e dedicação, como coordenador do Curso de Pós-Graduação.

Aos funcionários do Curso de Pós-Graduação, Maria de Lourdes e Reinaldo, pela colaboração.

A todos, professores, funcionários e amigos que, pela colaboração ou amizade, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA DA AUTORA

KIYOMI MARIA CRISTINA MASSAKI, filha de Yoshikazu Massaki e Leico Massaki, nasceu em Paranavaí, Estado do Paraná, ao primeiro dia do mês de julho de 1960.

Concluiu o ensino fundamental na Escola de Aplicação em Paranavaí, PR, e o ensino médio no Colégio Estadual de Paranavaí, em Paranavaí, PR e no Colégio Positivo em Curitiba, PR.

Em 1979 iniciou o curso de Engenharia Florestal na Universidade Federal do Paraná, graduando-se em 1982.

Em março de 1983 iniciou o Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal (Mestrado) na Universidade Federal do Paraná, área de concentração Silvicultura, concluindo os créditos em julho de 1984.

De agosto de 1984 a julho de 1986 foi engenheira florestal do Instituto de Terras, Cartografia e Florestas do Estado do Paraná, responsável pelo Setor de Desmatamento e Programa de Manejo Integrado de Solos e Águas em Ponta Grossa, PR.

A partir de 1987 realizou trabalhos de consultoria autônoma, principalmente nas áreas de manejo florestal e conservação da natureza.

SUMARIO

LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xiii
RESUMO.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISAO DA LITERATURA.....	4
2.1 DISTRIBUIÇÃO GEOGRAFICA.....	4
2.1.1 <i>Pinus caribaea</i> Morelet.....	4
2.1.2 <i>Pinus oocarpa</i> Schiede.....	6
2.1.3 <i>Pinus tecunumanii</i> (Schw) Eguiluz & Perry.....	7
2.2 VARIAÇÃO ENTRE ESPÉCIES E PROCEDENCIAS DE PINHEIROS TROPICAIS.....	8
2.2.1 Crescimento e Forma da Arvore.....	8
2.2.2 Densidade Básica da Madeira.....	12
2.3 INTERAÇÕES GENOTIPO X AMBIENTE.....	14
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1 CARACTERISTICAS DOS LOCAIS DE ORIGEM DAS SEMENTES.....	16
3.2 CARACTERISTICAS DOS LOCAIS DE EXPERIMENTAÇÃO.....	17
3.3 CARACTERISTICAS DOS ENSAIOS.....	18
3.3.1 Agudos.....	18
3.3.2 Capão Bonito.....	19
3.3.3 Araquari.....	19
3.4 COLETA DE DADOS.....	20
3.5 AVALIAÇÃO DA FORMA DA ARVORE.....	21

3.5.1 Retidão do Fuste.....	21
3.5.2 Bifurcação.....	23
3.5.3 "Foxtail".....	23
3.5.4 Inclinação do Fuste.....	23
3.5.5 Quebra do Fuste.....	24
3.5.6 Angulo de Inserção dos Galhos.....	24
3.5.7 Diâmetro dos Galhos.....	25
3.6 DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE BASICA DA MADEIRA.....	25
3.7 ANALISES ESTATISTICAS.....	26
3.7.1 Análise das Características por Local de Ensaio.....	26
3.7.2 Análise Conjunta das Características.....	27
3.7.3 Associação do Desempenho das Procedências de <i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> e <i>Pinus oocarpa</i> com os Locais de Origem das Sementes.....	28
4 RESULTADOS E DISCUSSAO.....	30
4.1 ANALISE DAS CARACTERISTICAS POR LOCAL DE ENSAIO.....	30
4.1.1 Altura Total entre Espécies e Variedades.....	30
4.1.2 DAP entre Espécies e Variedades.....	33
4.1.3 Indice de Volume entre Espécies e Variedades.....	34
4.1.4 Forma da Arvore entre Espécies e Variedades.....	36
4.1.5 Densidade Básica da Madeira entre Espécies e Variedades.....	44
4.1.6 Altura Total entre Procedências.....	44
4.1.6.1 <i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	44
4.1.6.2 <i>Pinus oocarpa</i>	51
4.1.6.3 <i>Pinus tecunumanii</i>	54
4.1.7 DAP entre Procedências.....	55
4.1.7.1 <i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	55

4.1.7.2 <i>Pinus oocarpa</i> e <i>Pinus tecunumanii</i>	56
4.1.8 Índice de Volume entre Procedências.....	56
4.1.8.1 <i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	56
4.1.8.2 <i>Pinus oocarpa</i> e <i>Pinus tecunumanii</i>	58
4.1.9 Forma da Arvore entre Procedências.....	59
4.1.9.1 <i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	59
4.1.9.2 <i>Pinus oocarpa</i>	65
4.1.9.3 <i>Pinus tecunumanii</i>	67
4.1.10 Densidade Básica da Madeira entre Procedências.....	69
4.2 ANALISE CONJUNTA DAS CARACTERISTICAS DAS PROCEDENCIAS	
DE <i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	69
5 CONCLUSOES.....	72
ANEXOS.....	74
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	79

LISTA DE TABELAS

1	CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS E PRECIPITAÇÃO DOS LOCAIS DE ORIGEM DAS ESPÉCIES E PROCEDENCIAS TESTADAS.....	17
2	DADOS GEOGRAFICOS E CLIMATICOS DOS LOCAIS DE EXPERIMENTAÇÃO.....	18
3	TRATAMENTOS UTILIZADOS EM CADA LOCAL.....	20
4	MÉDIAS DE ALTURA TOTAL E DAP DAS ESPÉCIES E VARIEDADES TESTADAS EM AGUDOS, SP, AOS 13 ANOS, EM CAPAO BONITO, SP, AOS 14 ANOS E EM ARAQUARI, SC, AOS 13 ANOS E 9 MESES APOS O PLANTIO.....	31
5	MÉDIAS DE D^2H (M^3 /ARVORE) DAS ESPÉCIES E VARIEDADES TESTADAS EM AGUDOS, SP, AOS 13 ANOS, EM CAPAO BONITO, SP, AOS 14 ANOS E EM ARAQUARI, SC, AOS 13 ANOS E 9 MESES APOS O PLANTIO.....	35
6	MÉDIAS DE RETIDAO DO FUSTE E BIFURCAÇÃO DAS ESPÉCIES E VARIEDADES TESTADAS EM AGUDOS, SP, AOS 13 ANOS, EM CAPAO BONITO, SP, AOS 14 ANOS E EM ARAQUARI, SC, AOS 13 ANOS E 9 MESES APOS O PLANTIO.....	37
7	MÉDIAS DE "FOXTAIL" E INCLINAÇÃO DO FUSTE DAS ESPÉCIES E VARIEDADES TESTADAS EM AGUDOS, SP, AOS 13 ANOS, EM CAPAO BONITO, SP, AOS 14 ANOS E EM ARAQUARI, SC, AOS 13 ANOS E 9 MESES APOS O PLANTIO.....	38
8	MÉDIAS DE QUEBRA DO FUSTE E ANGULO DE INSERÇÃO DOS GALHOS DAS ESPÉCIES E VARIEDADES TESTADAS EM AGUDOS, SP, AOS 13 ANOS, EM CAPAO BONITO, SP, AOS 14 ANOS E EM ARAQUARI, SC, AOS 13 ANOS E 9 MESES APOS O PLANTIO.....	39
9	MÉDIAS DE DIAMETRO DOS GALHOS E SOMA DAS CARACTERISTICAS DE FORMA DAS ESPÉCIES E VARIEDADES TESTADAS EM AGUDOS, SP, AOS 13 ANOS, EM CAPAO BONITO, SP, AOS 14 ANOS E EM ARAQUARI, SC, AOS 13 ANOS E 9 MESES APOS O PLANTIO.....	40
10	MÉDIAS DE DENSIDADE BASICA DA MADEIRA DAS ESPÉCIES E VARIEDADES TESTADAS EM AGUDOS, SP, AOS 13 ANOS, EM CAPAO BONITO, SP, AOS 14 ANOS E EM ARAQUARI, SC, AOS 13 ANOS E 9 MESES APOS O PLANTIO.....	45
11	MÉDIAS DE ALTURA TOTAL E DAP DAS PROCEDENCIAS DE <i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> TESTADAS EM AGUDOS, SP, AOS 13 ANOS, EM CAPAO BONITO, SP, AOS 14 ANOS E EM ARAQUARI, SC, AOS 13 ANOS E 9 MESES APOS O PLANTIO.....	47

12 ASSOCIAÇÃO DO DESEMPENHO DAS PROCEDENCIAS DE <i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> , EM AGUDOS, SP, COM OS DADOS AMBIENTAIS DOS LOCAIS DE ORIGEM DAS SEMENTES.....	48
13 ASSOCIAÇÃO DO DESEMPENHO DAS PROCEDENCIAS DE <i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> , EM CAPAO BONITO, SP, COM OS DADOS AMBIENTAIS DOS LOCAIS DE ORIGEM DAS SEMENTES.....	49
14 ASSOCIAÇÃO DO DESEMPENHO DAS PROCEDENCIAS DE <i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> , EM ARAQUARI, SC, COM OS DADOS AMBIENTAIS DOS LOCAIS DE ORIGEM DAS SEMENTES.....	50
15 MÉDIAS DE ALTURA TOTAL (H), DAP, D^2H DAS PROCEDENCIAS DE <i>Pinus oocarpa</i> TESTADAS EM CAPAO BONITO, SP, AOS 14 ANOS APOS O PLANTIO.....	52
16 ASSOCIAÇÃO DO DESEMPENHO DAS PROCEDENCIAS DE <i>Pinus oocarpa</i> , EM CAPAO BONITO, SP, COM OS DADOS AMBIENTAIS DOS LOCAIS DE ORIGEM DAS SEMENTES.....	53
17 MÉDIAS DE ALTURA TOTAL (H), DAP, D^2H DAS PROCEDENCIAS DE <i>Pinus tecunumanii</i> TESTADAS EM CAPAO BONITO, SP, AOS 14 ANOS APOS O PLANTIO.....	54
18 MÉDIAS DE D^2H ($M^3/ARVORE$) DAS PROCEDENCIAS DE <i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> TESTADAS EM AGUDOS, SP, AOS 13 ANOS, EM CAPAO BONITO, SP, AOS 14 ANOS E EM ARAQUARI, SC, AOS 13 ANOS E 9 MESES APOS O PLANTIO.....	57
19 MÉDIAS DE RETIDAO DO FUSTE E BIFURCAÇÃO DAS PROCEDENCIAS DE <i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> TESTADAS EM AGUDOS, SP, AOS 13 ANOS, EM CAPAO BONITO, SP, AOS 14 ANOS E EM ARAQUARI, SC, AOS 13 ANOS E 9 MESES APOS O PLANTIO.....	60
20 MÉDIAS DE "FOXTAIL" E INCLINAÇÃO DO FUSTE DAS PROCEDENCIAS DE <i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> TESTADAS EM AGUDOS, SP, AOS 13 ANOS, EM CAPAO BONITO, SP, AOS 14 ANOS E EM ARAQUARI, SC, AOS 13 ANOS E 9 MESES APOS O PLANTIO.....	61
21 MÉDIAS DE QUEBRA DO FUSTE E ANGULO DE INSERÇÃO DOS GALHOS DAS PROCEDENCIAS DE <i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> TESTADAS EM AGUDOS, SP, AOS 13 ANOS, EM CAPAO BONITO, SP, AOS 14 ANOS E EM ARAQUARI, SC, AOS 13 ANOS E 9 MESES APOS O PLANTIO.....	62
22 MÉDIAS DE DIAMETRO DOS GALHOS E SOMA DAS CARACTERISTICAS DE FORMA DAS PROCEDENCIAS DE <i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> TESTADAS EM AGUDOS, SP, AOS 13 ANOS, EM CAPAO BONITO, SP, AOS 14 ANOS E EM ARAQUARI, SC, AOS 13 ANOS E 9 MESES APOS O PLANTIO.....	63
23 MÉDIAS DE RETIDAO DO FUSTE (RF), BIFURCAÇÃO (B), INCLINAÇÃO DO FUSTE (I), QUEBRA DO FUSTE (Q), ANGULO DE INSERÇÃO DOS GALHOS (AG), DIAMETRO DOS GALHOS (DG), SOMA	

	DAS CARACTERISTICAS DE FORMA (SS) E DENSIDADE BASICA DA MADEIRA (DB) DAS PROCEDENCIAS DE <i>Pinus oocarpa</i> TESTADAS EM CAPAO BONITO, SP, AOS 14 ANOS APOS O PLANTIO.....	66
24	MÉDIAS DE RETIDAO DO FUSTE (RF), BIFURCAÇÃO (B), "FOXTAIL" (FO), INCLINAÇÃO DO FUSTE (I), QUEBRA DO FUSTE (Q), ANGULO DE INSERÇÃO DOS GALHOS (AG), DIAMETRO DOS GALHOS (DG), SOMA DAS CARACTERISTICAS DE FORMA (SS) E DENSIDADE BASICA DA MADEIRA (DB) DAS PROCEDENCIAS DE <i>Pinus tecunumanii</i> TESTADAS EM CAPAO BONITO, SP, AOS 14 ANOS APOS O PLANTIO.....	68
25	MÉDIAS DE DENSIDADE BASICA DA MADEIRA DAS PROCEDENCIAS DE <i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> TESTADAS EM AGUDOS, SP, AOS 13 ANOS, EM CAPAO BONITO, SP, AOS 14 ANOS E EM ARAQUARI, SC, AOS 13 ANOS E 9 MESES APOS O PLANTIO.....	70
26	RESULTADOS DA ANALISE CONJUNTA DAS CARACTERISTICAS DE <i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	71

LISTA DE FIGURAS

1	CRITÉRIO ADOTADO NA AVALIAÇÃO DA RETIDAO DO FUSTE.....	22
A1	DISTRIBUIÇÃO NATURAL DE <i>Pinus caribaea</i>	75
A2	DISTRIBUIÇÃO NATURAL DE <i>Pinus oocarpa</i>	76
A3	PROCEDENCIAS DE <i>Pinus tecunumanii</i> INCLUIDAS NOS ENSAIOS..	77
A4	LOCAIS DE EXPERIMENTAÇÃO.....	78

RESUMO

Foi determinada a variação entre espécies e procedências de pinheiros tropicais, para características de crescimento, forma da copa e fuste e densidade básica da madeira, em Agudos e Capão Bonito no Estado de São Paulo e em Araquari, no litoral do Estado de Santa Catarina. Os ensaios foram instalados em blocos casualizados, sendo constituídos por uma procedência de *Pinus caribaea* var. *caribaea*, uma procedência de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, nove procedências de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, cinco procedências de *Pinus oocarpa* e três procedências de *Pinus tecunumanii*. A procedência local de *Pinus elliottii* var. *elliottii* foi incluída nos ensaios em Capão Bonito e Araquari. Os ensaios foram avaliados aos 13 anos em Agudos, aos 14 anos em Capão Bonito e aos 13 anos e 9 meses em Araquari. Considerando os problemas de forma apresentados pelos pinheiros tropicais, foram avaliadas sete características: retidão do fuste, bifurcação, "foxtail", inclinação do fuste, quebra do fuste, ângulo de inserção dos galhos e diâmetro dos galhos. A qualidade da madeira foi avaliada, medindo-se a densidade básica. Os resultados indicam que os pinheiros tropicais apresentam grandes possibilidades em algumas regiões sub-tropicais, onde não são tradicionalmente utilizados, como em Capão Bonito e Araquari, onde podem ter uma produtividade maior do que a de *Pinus elliottii*. *Pinus tecunumanii* destacou-se com o maior crescimento volumétrico, nos três locais. *P. caribaea* var. *hondurensis* teve um bom crescimento volumétrico e uma forma ruim. Para as procedências desta espécie, pode ser observada uma grande influência da latitude, altitude e precipitação em suas origens sobre o crescimento e a forma da copa e fuste. Em Capão Bonito e Araquari, as procedências de *P. caribaea* var. *hondurensis* originárias de sítios do interior, com altitudes mais elevadas e precipitações mais baixas tiveram os maiores crescimentos em volume. *P. caribaea* var. *bahamensis* destacou-se em Araquari, com um bom crescimento volumétrico, boa forma e a mais alta densidade da madeira entre os pinheiros testados. *P. caribaea* var. *caribaea* destacou-se pela melhor forma entre os pinheiros tropicais, nos três locais. *P. oocarpa* obteve um bom desempenho em Agudos, com boa forma e produtividade, porém em Capão Bonito e Araquari, teve o pior crescimento em volume entre os pinheiros tropicais. Tendo em vista as mudanças de classificação de comportamento das espécies e variedades em Capão Bonito e Agudos em comparação a Araquari para a densidade básica da madeira, verifica-se que a interação genótipo x ambiente deve ser considerada para esta característica.

ABSTRACT

It was studied the variation among species and provenances of tropical pines for growth traits, stem and crown form, and specific gravity in Agudos and Capão Bonito in the State of São Paulo and in Araquari in the coast of the State of Santa Catarina. The trials were established in randomized blocks with one provenance of *Pinus caribaea* var. *caribaea*, one provenance of *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, nine provenances of *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, five provenances of *Pinus oocarpa* and three provenances of *Pinus tecunumanii*. A local provenance of *Pinus elliottii* var. *elliottii* was included in the Capão Bonito and Araquari trials. The trials were measured at 13-year-old in Agudos, at 14-year-old in Capão Bonito and at 13-year-and-9-month-old in Araquari. Considering form problems in tropical pines, seven traits were studied: stem straightness, forking, foxtail, stem lean, stem breakage, branching angle and branch diameter. The wood quality was assessed measuring the specific gravity. Results indicate that tropical pines present great possibilities in some subtropical regions where, traditionally, they are not used, as for example in Capão Bonito and Araquari, where they can yield better productivity than *Pinus elliottii*. *P. tecunumanii* had the greatest volume in all three locations. *P. caribaea* var. *hondurensis* had high volume growth and poor tree form. For this species provenances can be observed a great influence of latitude, altitude and rainfall at their origins on growth traits and stem and crown form. In Capão Bonito and Araquari, the *P. caribaea* var. *hondurensis* provenances from high altitude and low rainfall inland sites produced the greatest volume growth. *P. caribaea* var. *bahamensis*, in Araquari, produced high volume growth, good tree form and the highest specific gravity among tested pines. *P. caribaea* var. *caribaea* presented the best form among the tropical pines, in all three locations. *P. oocarpa* had a good performance in Agudos, with good tree form and productivity, but in Capão Bonito and Araquari, had the lowest volume growth among the tropical pines. Specific gravity is a characteristic for which genotype x environment interaction must be considered, as shown by the changes of ranking for species and varieties performance in Capão Bonito and Agudos as compared to Araquari.

1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda de madeira, como matéria-prima pelos diversos setores industriais, vem impulsionando reflorestamentos com espécies de rápido crescimento dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*. Os plantios com estes gêneros no Brasil, ocupavam cerca de 5,5 milhões de hectares em 1987 (REZENDE & NEVES²⁶). Além da rapidez de crescimento, esses gêneros apresentam grande plasticidade, com espécies e variedades aptas a quase todas as condições ecológicas, sendo os mais utilizados em reflorestamentos no País.

A instalação de inúmeros ensaios de introdução de espécies e procedências foi efetuada quase que paralelamente aos plantios comerciais. Esses ensaios vêm trazendo valiosas informações com respeito à determinação de espécies e procedências mais produtivas e de melhor qualidade. Soma-se a isso uma experimentação contínua com novas espécies e procedências.

A importância dos testes de procedências é destacada por WRIGHT, que indica poderem ser detectadas diferenças numa proporção de até 4:1 quanto ao ritmo de crescimento e, correspondentemente, grandes diferenças em outras características, entre procedências de uma mesma espécie³⁶. Assim, ele conclui que os resultados de um teste de procedências podem vir a corresponder ao trabalho de melhoramento por gerações em árvores de uma única procedência.

A obtenção de outros dados, além das características de crescimento, como forma da árvore e qualidade da madeira, vem ocupando espaço cada vez maior dentro dos programas de melhoramento genético florestal. Desta forma, um conjunto maior de informações, permite tomadas de decisões mais seguras quanto à utilização de procedências mais adequadas, para finalidades específicas.

Visto que as duas espécies do gênero *Pinus* mais conhecidas e plantadas no Brasil, *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*, estão restritas apenas ao sul do País, é de grande interesse a obtenção de informações quanto ao comportamento dos pinheiros tropicais nas diferentes regiões brasileiras.

O gênero *Pinus* representa cerca de 30% e suas espécies tropicais cerca de 9% do total reflorestado no País (REZENDE & NEVES²⁶; BERTOLANI⁵). Os plantios com pinheiros tropicais devem ocupar aproximadamente 500 mil hectares, com uma maior concentração na região sudeste. Os plantios mais antigos foram estabelecidos em São Paulo, constituídos pelos reflorestamentos da CAFMA/Freudenberg em Agudos e do Instituto Florestal de São Paulo. Em Minas Gerais, os maiores plantios são os da Resa e da Florestas Rio Doce; na Bahia os da Terras; no Amapá os da AMCEL e no Pará os da Jari (BERTOLANI⁵). A alta produtividade dos pinheiros tropicais em solos pobres, torna-os uma importante alternativa para o suprimento de madeira e celulose de fibra longa.

Considerando a existência de áreas potenciais para o estabelecimento de plantações de pinheiros tropicais, é de suma importância o conhecimento da variação da produtividade e

qualidade da madeira de suas espécies e procedências.

Assim, este trabalho tem importância fundamental, propondo-se a trazer informações, hoje inexistentes ou deficientes, quanto ao comportamento dos pinheiros tropicais em regiões situadas ao sul do Trópico de Capricórnio (Capão Bonito e Araquari) e acima deste paralelo (Agudos).

Os objetivos do presente trabalho são:

a) determinar as origens de sementes mais produtivas e de melhor qualidade para as regiões testadas;

b) determinar a variação entre espécies e procedências para as principais características silviculturais;

c) determinar se existe interação de genótipos com os locais de ensaio;

d) relacionar o desempenho das procedências nos ensaios com as características ambientais dos locais de origem das sementes.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

2.1.1 *Pinus caribaea* Morelet

A distribuição natural da espécie ocorre entre as latitudes 27°25'N em Grand Bahama e Great Abaco e 12°13'N próximo a Bluefields na costa leste da Nicarágua (Figura A1). Esta ocorrência situa-se entre as longitudes de 71°40'W nas Ilhas Caicos e 89°25'W em Poptun, Guatemala (LAMB²¹).

A espécie compreende três variedades que ocupam áreas distintas. *Pinus caribaea* var. *caribaea* Morelet ocorre em Island of Young People (Ilha de Los Pinos) e na parte oeste de Cuba, desde o nível do mar até 335 m de altitude. *Pinus caribaea* var. *bahamensis* Barr. & Golf. ocorre nas Ilhas Bahamas, em Grand Bahama, Great Abaco, Little Abaco, New Providence, Andros, e também em Turks e Caicos, em locais com altitudes até 30 m. *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. & Golf. ocorre de forma descontínua na América Central, no nordeste da Nicarágua, norte e centro de Honduras, leste da Guatemala até o norte de Belize, desde o nível do mar até 800 m de altitude. A única ocorrência insular desta variedade é encontrada na Ilha Guanaja na costa norte de Honduras (GREAVES¹⁷).

Segundo LAMB, a distribuição de *P. caribaea* não está inteiramente definida pelo tipo de solo ou clima e varia em

seus limites, onde a espécie está em competição com espécies latifoliadas, sofrendo com a incidência de furacões, fogos e interferências humanas. O clima de sua área de ocorrência é quente e úmido, na maior parte do ano, com verões chuvosos e invernos secos e livres de geadas. Ocorrem furacões, mais comumente nas regiões costeiras, entre junho e o final de outubro. Eles são mais frequentes ao longo das costas da América Central, desde o norte de Honduras ao leste do México, e em Cuba e nas Bahamas, mas também ocorrem ao longo da costa da Nicarágua, em intervalos maiores²¹.

Na área de ocorrência de *P. caribaea* var. *caribaea*, a temperatura média anual situa-se entre 24 e 26°C (EMBRAPA¹¹). Em Cuba, as temperaturas extremas observadas foram de 34,1 e 12,3°C (LAMB²¹). A precipitação média anual varia de 1.050 a 1.800 mm, com períodos secos de dois a quatro meses. Os solos da região de origem são de baixa fertilidade, de fácil drenagem e ácidos, com pH entre 5,0 e 5,5 (EMBRAPA¹¹; GREAVES¹⁷).

P. caribaea var. *bahamensis* ocorre em regiões com temperatura média anual entre 22 e 26°C (EMBRAPA¹¹). Em Nassau (Bahamas), em 44 anos, a máxima registrada foi de 30,9°C e a mínima de 15,1°C. A precipitação média anual varia de 1.000 a 1.500 mm, com períodos secos de dois a cinco meses. Os solos são de baixa fertilidade, rasos e de fácil drenagem. Ao contrário das outras duas variedades, esta pode ser encontrada em solos com pH até 8,5 (LAMB²¹; EMBRAPA¹¹; GREAVES¹⁷).

Sendo extensa a área de ocorrência de *P. caribaea* var. *hondurensis*, uma maior variação climática pode ser observada. A temperatura média anual situa-se entre 21 e 27°C (EMBRAPA¹¹). O

clima é mais variável no interior de Belize, onde nos vales de Mountain Pine Ridge, a temperatura pode atingir 5°C (janeiro) e chegar a 37°C no mês mais quente (maio). A precipitação é bastante variável. No extremo sul da área de sua ocorrência (Nicarágua), a precipitação média anual chega a ser maior do que 4.000 mm, em contraste com os 600 mm no interior de Honduras (LAMB²¹). O regime de chuvas é periódico e, em alguns locais, podem ocorrer períodos secos de até seis meses. Os solos são de baixa fertilidade, bem drenados e geralmente com pH entre 5,0 e 5,5 (EMBRAPA¹¹; LAMB²¹; GREAVES¹⁷).

2.1.2 *Pinus oocarpa* Schiede

P. oocarpa tem uma extensa distribuição natural (Figura A2). No México ele é encontrado desde a latitude 27°N, ocorrendo de forma mais ou menos contínua através da América Central até 12°40'N em León, Nicarágua (GREAVES¹⁷; STYLES³⁰). A espécie ocorre em altitudes que variam de 600 a 2.400 m, mas a maioria dos povoamentos encontram-se entre 700 e 1.500 m de altitude (GREAVES¹⁷). A temperatura média anual situa-se entre 13 e 21°C, a média das máximas do mês mais quente entre 20 e 30°C e a média das mínimas do mês mais frio entre 8 e 16°C (EMBRAPA¹¹). Em grande parte da área de ocorrência natural, a precipitação média anual está entre 700 e 1.500 mm, ocorrendo em muitas localidades, um período contínuo de até seis meses com médias de precipitação mensal inferiores a 50 mm (KEMP²⁰). Os solos são de baixa fertilidade, de fácil drenagem e pH neutro ou ácido (GREAVES¹⁷; EMBRAPA¹¹).

2.1.3 *Pinus tecunumanii* (Schw.) Eguiluz & Perry

Este táxon, inicialmente descrito como *P. tecunumani*, n.sp., por Schwerdtfeger em 1953, vem desde então, gerando inúmeros estudos taxonômicos. Uma nova descrição por Eguiluz e Perry em 1983, classifica como *Pinus tecunumanii* (Schw.) Eguiluz et Perry, sp. nov., as ocorrências coletadas nas montanhas centrais da Guatemala, complementadas com amostras obtidas em El Salvador e Honduras (EGUILUZ & PERRY¹⁰).

Outros estudos taxonômicos e de procedências (BARNES & STYLES³; STYLES²⁹; McCARTER & BIRKS²⁴; BIRKS & BARNES⁷), concluíram que o táxon referido como *P. tecunumanii* por Eguiluz & Perry, bem como as ocorrências de *P. oocarpa* var. *ochoterenae* Mart. no sul do México (Chiapas e Oaxaca) e *P. oocarpa* em Belize (Mountain Pine Ridge) e na Nicarágua (Camelias, Rafael e Yucul) seriam mais adequadamente classificadas como *Pinus patula* Schiede & Deppe ssp *tecunumanii* (Eguiluz & Perry) Styles.

P. tecunumanii tem portanto uma distribuição desde o sul do México até a Nicarágua, entre latitudes aproximadas de 12°30'N e 17°30'N. Sua faixa altitudinal é muito ampla, ocorrendo desde 400 m de altitude em Belize até 2.700 m na Guatemala. A temperatura média anual da área de ocorrência na Guatemala, segundo EGUILUZ & PERRY é de 14°C, com média mínima de 10°C e máxima de 18°C, com geadas em altitudes acima de 2.000 m¹⁰. Em Mountain Pine Ridge (Belize) há um distinto período de inverno, com temperaturas mínimas de até 4,5°C (LAMB²¹). A precipitação média anual varia entre 1.400 e 2.500 mm. Esta espécie normalmente ocorre em solos mais ricos e

profundos de vales elevados e planaltos, no entanto árvores de bons fenótipos foram encontradas em solos argilosos e pobres em matéria orgânica (STYLES²⁹; EGUILUZ & PERRY¹⁰)

2.2 VARIAÇÃO ENTRE ESPÉCIES E PROCEDÊNCIAS DE PINHEIROS TROPICAIS

Os ensaios com pinheiros tropicais instalados em muitos países e localidades têm demonstrado expressivas variações entre espécies e também entre procedências (SLEE & NIKLES²⁷; LAMB²¹; GREAVES¹⁷).

2.2.1 Crescimento e Forma da Arvore

As três variedades de *P. caribaea* têm apresentado desempenho bastante similar nas diferentes localidades de sua implantação. *P. caribaea* var. *hondurensis* destaca-se das outras duas variedades pelo mais rápido crescimento, apresentando porém forma pior. *P. caribaea* var. *caribaea*, de modo geral, apresenta o crescimento mais lento e a melhor forma entre as três variedades (SLEE & NIKLES²⁷; LAMB²¹; GREAVES¹⁷).

A avaliação das três variedades em 16 ensaios da série de testes internacionais de procedências de pinheiros tropicais coordenados pelo Commonwealth Forestry Institute (CFI), entre idades de 4 anos e 9 meses e 8 anos e 9 meses, revelaram diferenças significativas. *P. caribaea* var. *hondurensis* foi superior às variedades *bahamensis* e *caribaea* para a produtividade, em todas as localidades (GIBSON et al.¹⁴).

Das três variedades, *P. caribaea* var. *hondurensis*

apresenta as maiores diferenças entre procedências, tanto para as características de crescimento quanto para a forma (GREAVES¹⁷). Esta variedade é a que apresenta a área de ocorrência natural mais extensa e climaticamente mais diversificada.

Algumas procedências de *P. caribaea* var. *hondurensis*, nos testes internacionais de procedências do CFI, foram consistentes em seu comportamento relativo em diferentes condições ambientais. As procedências mais promissoras foram Alamicamba (Nicarágua), Karawala (Nicarágua) e Brus Lagoon (Honduras), todas da região litorânea e Poptun (Guatemala), Culmi (Honduras) e Santa Clara (Nicarágua) das regiões mais altas e secas do interior. As procedências Santos e Melinda, ambas de Belize, da costa norte, foram de crescimento lento (GREAVES¹⁸). Os resultados do trabalho de GIBSON et al. também revelaram diferenças significativas entre as procedências da variedade *hondurensis*. As procedências de mais rápido crescimento volumétrico coincidiram na sua maioria com as apresentadas por GREAVES¹⁸. Das procedências mais produtivas, três foram da costa da Nicarágua (Laguna el Pinar, Alamicamba e Karawala), uma de origem insular de Honduras (Guanaja) e o restante do interior, sendo três de Honduras (Potosi, Briones e Culmi), uma da Nicarágua (Santa Clara), uma de Belize (Mountain Pine Ridge) e uma da Guatemala (Poptun). As procedências menos produtivas foram em ordem decrescente, Kuakil (Nicarágua), Melinda (Belize), Rio Coco (Nicarágua), Los Limones (Honduras) e Santos (Belize)¹⁴. Brus Lagoon, apresentada por GREAVES¹⁸ como de crescimento vigoroso e, considerada portanto uma

procedência promissora, revelou-se entretanto nesse estudo, como uma procedência de lento crescimento em volume, em decorrência de seu lento crescimento em diâmetro (GIBSON et al.¹⁴).

As diferenças na produção volumétrica, segundo resultados do trabalho de GIBSON, citado por GIBSON et al., começaram a se tornar significativas quando as árvores atingiram a altura média de 12 m. Assim, esta característica pode assumir importância maior no final da rotação, evidenciando os riscos da seleção juvenil¹⁴.

A forma da árvore assume uma importância maior para *P. caribaea* var. *hondurensis*, já que das três variedades, é a que apresenta a pior forma, sendo esta característica extremamente variável. Já a variedade *caribaea* apresenta excelente forma e uniformidade nesta característica. A variedade *bahamensis* apresenta também boa forma, porém com menos uniformidade (GREAVES¹⁷; WIERSUM³¹). A ocorrência de "foxtail", observada quando a espécie é plantada fora de seu ambiente natural, é bastante variável entre as três variedades, sendo que *P. caribaea* var. *hondurensis* apresenta a maior incidência. *P. caribaea* var. *caribaea* raramente apresenta esta característica, enquanto que a variedade *bahamensis* é de comportamento intermediário e mais próximo da variedade típica (WIERSUM³¹). Na revisão de GREAVES, a frequência de "foxtail" para *P. caribaea* var. *hondurensis* foi mais alta para as procedências

GIBSON, G. L. Genotype - environment interaction in *Pinus caribaea*. Commonwealth Forestry Institute, Oxford University, 1982. 112p.

de crescimento mais rápido da região litorânea de sua área de ocorrência natural, especialmente Karawala e Alamicamba e um pouco mais baixa para Brus Lagoon. A procedência Poptun, do interior, também apresentou frequência alta de "foxtail", embora de modo geral, as procedências do interior tenham apresentado menores incidências do que as procedências costeiras. Apesar da maior frequência de "foxtail", as procedências Karawala e Alamicamba (ambas da Nicarágua) foram apontadas apresentando boa forma. A procedência Santos (Belize) apresentou fustes inclinados e levemente sinuosos e Rio Coco (Nicarágua), fustes tortuosos com alta proporção de "foxtail". A procedência Potosi (Honduras) apresentou árvores de forma ruim e uma tendência moderada para a ocorrência de "foxtail"¹⁸. Embora a forma da árvore da variedade *hondurensis* seja ruim, a existência de variação entre procedências e mesmo entre árvores de uma mesma procedência, permite que sejam conduzidos trabalhos de seleção e melhoramento (SLEE & NIKLES²⁷; GREAVES¹⁷).

A alta variabilidade de *P. oocarpa*, relatada em muitos trabalhos, pode ser em parte atribuída a procedências que hoje são reconhecidas como de outro táxon.

As procedências mais promissoras de *P. oocarpa* reveladas pelos testes internacionais de procedências coordenados pelo CFI, foram, para os diferentes países, Yucul, Camélias e Rafael, todas da Nicarágua e Mountain Pine Ridge de Belize. Esses ensaios revelaram a superioridade das procedências Yucul e Camélias em crescimento e forma da árvore, enquanto que a procedência Mountain Pine Ridge de Belize, embora fosse também

de rápido crescimento, apresentou forma inferior em relação às outras duas. As procedências do centro de Honduras apresentaram comportamento médio a superior para crescimento e forma da árvore (GREAVES¹⁷; KAGEYAMA¹⁹). Essas quatro procedências (Yucul, Camelias, Rafael e Mountain Pine Ridge) hoje são consideradas como *P. tecunumanii* por vários autores ou como *P. patula* subsp *tecunumanii* pelo Oxford Forestry Institute.

A avaliação dos danos de furacões (fortes ventos e chuvas) em procedências de *P. caribaea* e *P. oocarpa* em ensaios instalados em Porto Rico, aos cinco e seis anos, revelaram que as procedências de *P. caribaea* foram mais resistentes ao vento. Dos danos observados (inclinação provocada pelo vento), 22% ocorreram para *P. caribaea* e 52% para *P. oocarpa*. Em termos de mortalidade, 2% para *P. caribaea* e 13% para *P. oocarpa*. Para *P. caribaea* não houve associação entre a ocorrência de "foxtail" e a quebra ou inclinação do fuste (LIEGEL²²). As procedências de *P. oocarpa* aqui referidas incluem as que hoje são consideradas como procedências de *P. tecunumanii*. As procedências litorâneas de *P. caribaea* var. *hondurensis* são, na média, mais resistentes ao vento do que as procedências do interior (NIKLES et al.²⁵).

2.2.3 Densidade Básica da Madeira

A densidade básica da madeira é considerada a mais importante característica para a avaliação da qualidade da madeira (ZOBEL & TALBERT³⁷). Esta variável assume importância devido principalmente a sua correlação com as propriedades físicas e os índices de rendimento celulósico da madeira

(AMARAL et al.¹). Aceita como o melhor índice de qualidade da madeira, sob forte controle genético, ela vem ocupando papel de importância dentro dos programas de melhoramento genético florestal (BARRICHELO et al.⁴; BRASIL⁸; FONSECA & KAGEYAMA¹³; ZOBEL & TALBERT³⁷).

O alto potencial dos pinheiros tropicais como matéria-prima industrial ou energética, tem motivado trabalhos para definir espécies ou procedências mais adequadas para gerar ganhos econômicos mais expressivos. Avaliações de diversos ensaios coordenados pelo Commonwealth Forestry Institute têm fornecido resultados da variação entre espécies e procedências para esta característica.

Os valores da densidade da madeira das procedências de *P. caribaea* aos seis anos, em Jari no Brasil, situado a 1' ao sul do Equador e com altitude de 76 m, revelaram os seguintes resultados: a procedência Manoel de *P. caribaea* var. *caribaea* apresentou a densidade mais alta; o grupo de procedências de *P. caribaea* var. *hondurensis* apresentou densidade intermediária e a procedência Andros de *P. caribaea* var. *bahamensis* apresentou a mais baixa densidade. Uma comparação entre as quatro procedências mais densas de *P. caribaea* var. *hondurensis* (Guanaja, Culmi, Santa Clara e Alamicamba), com as quatro piores (Mountain Pine Ridge, Brus Lagoon, Poptun e Santos), revelou uma diferença de 2,2 toneladas métricas por ha/ano (WOESSNER³²).

Foram efetuados estudos da variação entre procedências para volume e densidade da madeira de *P. caribaea*, *P. oocarpa* e *P. tecunumanii* em ensaios no Brasil (Agudos), em Porto Rico e

em Zâmbia. No Brasil, na localidade de Agudos, SP, situado a 22°22'S, altitude de 550 m e precipitação média anual de 1.300 mm, aos sete anos após o plantio, as procedências Camélias, Mt. Pine Ridge e Rafael de *P. tecunumanii* foram superiores às procedências de *P. oocarpa* em volume sem casca e índice de matéria seca (WRIGHT et al.³⁴). Em Porto Rico, na localidade de Anasco, situado a 18°20'N, altitude de 175 m e precipitação média anual de 2.090 mm, aos cinco anos e oito meses, procedências de *P. tecunumanii* foram superiores em volume sem casca e índice de matéria seca às procedências de *P. caribaea* e *P. oocarpa* (WRIGHT et al.³⁵). Em Zâmbia, em locais de ensaio localizados a 13°00'S, com altitude de 1.300 m e precipitação média anual de 1.174 a 1.273 mm, foram avaliados *P. caribaea* aos sete anos e dois meses e *P. oocarpa* e *P. tecunumanii* aos seis anos e três meses. A procedência Andros de *P. caribaea* var. *bahamensis* apresentou uma das mais baixas densidades, assim como o mais baixo volume. Entre as procedências de *P. caribaea* var. *hondurensis*, Alamicamba (Nicarágua) apresentou uma das mais baixas densidades e baixo volume e Santa Clara (Nicarágua), um dos mais altos volumes e densidade. Entre as procedências de *P. tecunumanii*, Camélias (Nicarágua) apresentou a mais alta densidade (WRIGHT et al.³³).

Os resultados da densidade básica da madeira devem ser considerados juntamente com os do crescimento volumétrico, para se ter a expressão do ganho real de produtividade.

2.3 INTERAÇÕES GENÓTIPO X AMBIENTE

De forma simples, interação genótipo x ambiente

significa que a performance relativa de clones, famílias, procedências ou espécies diferem quando são crescidos em ambientes diferentes. Assim, a implantação de testes genéticos em mais de um ambiente assume importância, pois é a única forma de reconhecer o efeito das interações genótipo x ambiente (ZOBEL & TALBERT³⁷). Muitos fatores podem causar interações procedência x ambiente, desde delineamentos experimentais inadequados a preferências genuínas de procedências por ambientes específicos (MATHESON & RAYMOND²³).

Foram encontradas interações das procedências de *P. caribaea* com os locais de ensaio para altura, diâmetro, área basal, volume e densidade em diferentes localidades (MATHESON & RAYMOND²³). VAN WYK, citado por MATHESON & RAYMOND, encontrou entre procedências de *P. caribaea* var. *hondurensis* plantadas numa localidade mais alta (1.000 m), que Mountain Pine Ridge, Santa Clara e Alamicamba foram as melhores em crescimento em altura e numa altitude mais baixa (65 m), Poptun, Mountain Pine Ridge e Ilha Guanaja foram as de melhor desempenho. Em Sri Lanka, VIVEKANANDAN, citado por MATHESON & RAYMOND encontrou *P. caribaea* var. *bahamensis* superando *P. caribaea* var. *hondurensis* em altas altitudes (1.000 e 1.250 m), mas a mais baixa altitude (25 m) perdia essa vantagem²³.

WYK, G. van. International provenance trials of *Pinus caribaea* Morelet in the Republic of South Africa. Proc. IUFRO Symp. Brisbane, Australia. Vol. 1, 434-437, 1977.

VIVEKANANDAN, K. Third year results of the *Pinus caribaea* Morelet international provenance trials in Sri Lanka. Proc. IUFRO Symp. Brisbane, Australia. Vol. 1, 438-444, 1977.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho faz parte de um estudo, iniciado pelo PRODEPEF-Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal, sobre a introdução de espécies e procedências de pinheiros tropicais, coordenado pelo Commonwealth Forestry Institute, cujos ensaios hoje estão sob a responsabilidade da EMBRAPA.

3.1 CARACTERÍSTICAS DOS LOCAIS DE ORIGEM DAS SEMENTES

As sementes foram fornecidas pelo Commonwealth Forestry Institute da Universidade de Oxford, em outubro de 1972, como parte do programa de testes internacionais de procedências de pinheiros tropicais. O material utilizado nos ensaios foi constituído por uma procedência de *Pinus caribaea* var. *caribaea*, uma procedência de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, nove procedências de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, cinco procedências de *Pinus oocarpa* e três procedências de *Pinus tecunumanii* (Figura A3), que foram consideradas até recentemente como procedências de *Pinus oocarpa*. Os lotes de sementes originalmente designados como *Pinus oocarpa* são considerados neste trabalho como *Pinus tecunumanii*, apesar das divergências quanto à sua nomenclatura taxonômica. Como testemunha foi utilizado *Pinus elliottii* var. *elliottii* de procedências brasileiras (Capão Bonito e Araquari). A tabela 1 apresenta os dados relativos às espécies e procedências testadas.

TABELA 1. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS E PRECIPITAÇÃO DOS LOCAIS DE ORIGEM DAS ESPÉCIES E PROCEDÊNCIAS TESTADAS

TRAT.	ESP.	PROCEDENCIA	PAIS	LAT(N)	LONG(W)	ALT(m)	PREC(mm)
19/71	Pcc	Los Palacios	Cuba	22°34'	83°12'	50	1.000
69	Pcb	Andros	Bahamas	24°30'	78°20'	10	1.650
K20	Pch	Alamicamba	Nicarágua	13°34'	84°17'	25	2.900
K22	Pch	Rio Coco	Nicarágua	14°45'	83°55'	70	2.800
K23	Pch	Brus Lagoon	Honduras	15°45'	84°40'	10	2.800
K24	Pch	Ilha Guanaja	Honduras	16°27'	85°54'	75	2.300
K25	Pch	Poptun	Guatemala	16°20'	89°29'	500	1.700
K54	Pch	Briones	Honduras	15°34'	86°44'	600	1.000
K60	Pch	Potosi	Honduras	15°20'	88°25'	650	1.200
K61	Pch	Santa Clara	Nicarágua	13°48'	86°12'	700	1.500
K64	Pch	Santos	Belize	17°30'	88°30'	80	2.000
K11	Po	El Conocaste	Guatemala	15°10'	89°21'	650	1.900
K15	Po	Maraquito	Honduras	14°30'	86°50'	1.000	1.200
K28	Po	Pueblo Caido	Guatemala	15°12'	89°18'	800	1.900
K36	Po	Zamorano	Honduras	13°58'	86°59'	1.000	1.100
K43	Po	Lagunilla	Guatemala	14°42'	89°57'	1.300	950
K2	Pt	Camelias	Nicarágua	13°46'	86°18'	1.000	1.500
K42	Pt	Yucul	Nicarágua	12°55'	85°47'	900	1.400
K49	Pt	Mt. Pine Ridge	Belize	17°00'	88°55'	400	1.600
0	Pe	Araquari	Brasil	26°30'	49°00'	50	1.827
97	Pe	Capão Bonito	Brasil	23°57'	48°30'	647	1.405

onde: Pcc = *Pinus caribaea* var. *caribaea*
Pcb = *Pinus caribaea* var. *bahamensis*
Pch = *Pinus caribaea* var. *hondurensis*
Po = *Pinus oocarpa*
Pt = *Pinus tecunumanii*
Pe = *Pinus elliottii* var. *elliottii*

3.2 CARACTERÍSTICAS DOS LOCAIS DE EXPERIMENTAÇÃO

Os ensaios foram instalados em três locais (Figura A4): Agudos, SP, localizado, segundo GOLFARI et al., na 12ª região bioclimática do Brasil; Capão Bonito, SP, na quarta região e Araquari, SC na segunda região¹⁶.

As características geográficas e climáticas dos locais de experimentação estão apresentadas na tabela 2.

TABELA 2. DADOS GEOGRAFICOS E CLIMATICOS DOS LOCAIS DE EXPERIMENTAÇÃO

DADOS (unidades)	AGUDOS ¹	CAPAO BONITO ²	ARAQUARI ³
Latitude(S)	22°20'	23°54'	26°30'
Longitude(W)	48°50'	48°30'	49°00'
Altitude(m)	550	675	50
Temp. média anual(°C)	21,1	18,9	20,6
Precipitação(mm)	1.300	1.405	1.827

¹GREAVES¹⁷ e BERTOLANI & NICOLIELO⁶

²ARAUJO²

³GREAVES¹⁷ e GOLFARI¹⁵

3.3 CARACTERISTICAS DOS ENSAIOS

As mudas foram produzidas no viveiro de Capão Bonito, após semeadura em recipientes entre os dias 29 e 31 de maio de 1974. Os ensaios foram instalados em 1975. Foram efetuadas as práticas usuais de manutenção nos dois primeiros anos (capina, roçada, coroamento), e roçada por ocasião das medições a partir de 1979.

3.3.1 Agudos

O ensaio foi instalado na Fazenda Monte Alegre (Freudenberg) em 6 de maio de 1975. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições e 14 tratamentos. As parcelas foram constituídas por 49 plantas (7 x 7), utilizando-se somente as 25 plantas (5 x 5) centrais para as medições. O espaçamento adotado foi de 3 m x 3 m. O experimento foi instalado com três linhas de bordadura no mesmo espaçamento e plantadas em apenas dois lados. A vegetação

original era de Cerrado e o solo arenoso e profundo. O experimento situa-se em área de topografia plana.

3.3.2 Capão Bonito

O ensaio foi instalado em janeiro de 1975 na Floresta Nacional de Capão Bonito. Foi utilizado o delineamento de blocos ao acaso com cinco repetições e 20 tratamentos. Cada parcela foi constituída por 49 plantas (7 x 7), sendo utilizadas para as medições as 25 plantas (5 x 5) centrais. Foi plantada uma bordadura de *Pinus elliottii*, com três linhas, no espaçamento de 3 m x 3 m, idêntico ao das parcelas experimentais. O relevo local é suavemente ondulado e o solo é caracterizado como Latossolo Vermelho.

3.3.3 Araquari

O ensaio foi instalado de 31 de janeiro a 4 de fevereiro de 1975. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com duas repetições e 14 tratamentos. As parcelas foram constituídas por 49 plantas (7 x 7), sendo utilizadas para as medições as 25 plantas (5 x 5) centrais. O espaçamento utilizado foi de 3 m x 3 m. Uma bordadura, no mesmo espaçamento, com três linhas de *Pinus elliottii* foi plantada em apenas dois lados. A área experimental é plana e os solos são arenosos e profundos.

A tabela 3 apresenta os tratamentos utilizados em cada área experimental. Nas figuras A1, A2 e A3 estão localizadas as procedências testadas nos ensaios.

TABELA 3. TRATAMENTOS UTILIZADOS EM CADA LOCAL

TRAT.	ESP.	AGUDOS	C.BONITO	ARAQUARI
19/71	Pcc	x	x	x
69	Pcb	x	x	x
K20	Pch	x	x	x
K22	Pch	x	x	x
K23	Pch	x	x	x
K24	Pch	x	x	x
K25	Pch	x	x	x
K54	Pch	x	x	x
K60	Pch	x	x	x
K61	Pch	x	x	x
K64	Pch	x	x	x
K11	Po		x	
K15	Po	x	x	
K28	Po	x	x	x
K36	Po		x	
K43	Po		x	
K2	Pt		x	x
K42	Pt	x	x	
K49	Pt		x	
0	Pe			x
97	Pe		x	

onde: Pcc = *Pinus caribaea* var. *caribaea*
Pcb = *Pinus caribaea* var. *bahamensis*
Pch = *Pinus caribaea* var. *hondurensis*
Po = *Pinus oocarpa*
Pt = *Pinus tecunumanii*
Pe = *Pinus elliottii* var. *elliottii*

3.4 COLETA DE DADOS

Os dados de campo apresentados neste trabalho foram coletados de maio de 1988 a janeiro de 1989. Em Agudos, as medições de DAP e altura foram feitas em maio de 1988, quando o experimento completou 13 anos de plantio. A avaliação da forma e coleta de amostras de madeira foram feitas em novembro de 1988. Em Capão Bonito, tanto as medições de DAP e altura como a avaliação da forma e coleta de amostras de madeira foram efetuadas em dezembro de 1988 e janeiro de 1989, ao completar

14 anos de plantio. Em Araquari, todos os dados foram coletados em outubro de 1988, ou seja, aos 13 anos e 9 meses após o plantio.

Para as medições de altura total (H) foi usado o hipsômetro de Blume-Leiss e para o diâmetro à altura do peito (DAP) foi usada uma suta. As amostras de madeira para a determinação da densidade básica foram retiradas na altura do peito (1,30 m), utilizando-se um trado (sonda de Pressler) de 12 mm em cinco árvores por tratamento, entre as dominantes e co-dominantes.

Considerando os problemas de forma apresentados pelos pinheiros tropicais, foram avaliadas sete características: retidão do fuste, bifurcação, "foxtail", inclinação do fuste, quebra do fuste, ângulo de inserção dos galhos e diâmetro dos galhos.

3.5 AVALIAÇÃO DA FORMA DA ARVORE

A avaliação das várias características, referentes à forma das árvores, foi efetuada por um método subjetivo, utilizando uma escala de notas de 1 a 10.

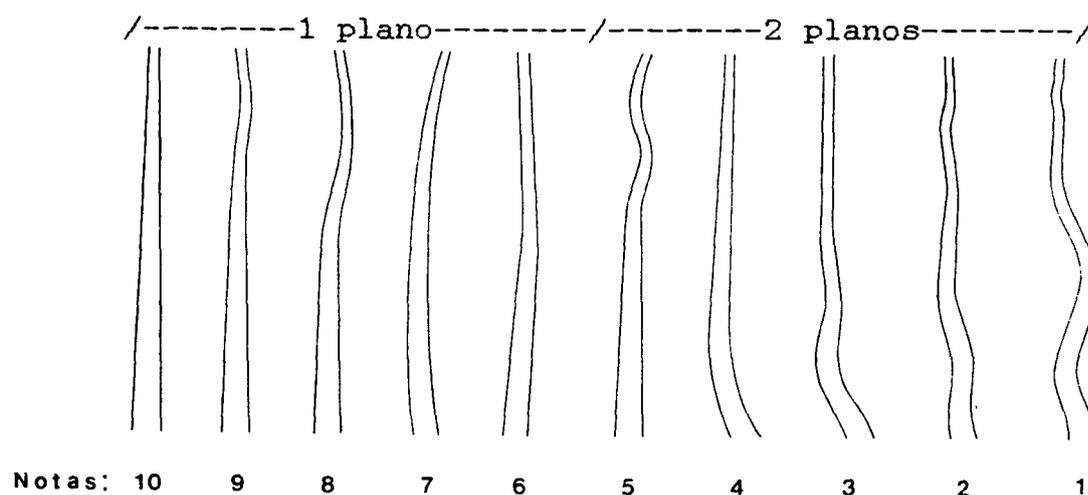
3.5.1 Retidão do Fuste

Esta característica, ilustrada na figura 1 foi avaliada segundo o critério a seguir:

- a) nota 10: fuste reto em toda a sua extensão;
- b) nota 9: fuste reto na sua primeira metade e com leve tortuosidade (um plano) na parte superior;
- c) nota 8: fuste reto na sua primeira metade e com

- tortuosidade mais acentuada (um plano) na parte superior;
- d) nota 7: fuste com leve inclinação ou curvatura em toda sua extensão (um plano);
- e) nota 6: fuste com leve inclinação nas duas metades (um plano), com direções de inclinação ligeiramente diferentes;
- f) nota 5: fuste reto na sua primeira metade e tortuoso na parte superior (dois planos);
- g) nota 4: fuste com leve tortuosidade na primeira metade (dois planos) e reto na parte superior;
- h) nota 3: fuste tortuoso na sua primeira metade (dois planos) e reto na parte superior;
- i) nota 2: fuste com pequena tortuosidade em toda a sua extensão (dois planos);
- j) nota 1: fuste com acentuada tortuosidade em toda a sua extensão (dois planos).

FIGURA 1. CRITÉRIO ADOTADO NA AVALIAÇÃO DA RETIDÃO DO FUSTE



3.5.2 Bifurcação

Avaliada segundo o critério a seguir:

- a) nota 10: fuste sem bifurcações em toda a sua extensão;
- b) nota 8: fuste com uma bifurcação na metade superior;
- c) nota 5: fuste com mais de uma bifurcação na metade superior;
- d) nota 3: fuste com uma bifurcação na metade inferior;
- e) nota 1: fuste com bifurcações na metade superior e inferior.

3.5.3 "Foxtail"

Avaliado segundo o critério a seguir:

- a) nota 10: todos os internódios com comprimento inferior a 2 metros;
- b) nota 8: internódios com comprimento entre 2 e 4 metros;
- c) nota 6: internódios com comprimento entre 4 e 6 metros;
- d) nota 3: internódios com comprimento entre 6 e 8 metros;
- e) nota 2: internódios com comprimento entre 8 e 10 metros;
- f) nota 1: internódios com comprimento superior a 10 metros.

3.5.4 Inclinação do Fuste

Avaliada segundo o critério a seguir:

- a) nota 10: fuste sem inclinação;
- b) nota 8: fuste com ângulo de inclinação inferior a 10° ;
- c) nota 5: fuste com ângulo de inclinação entre 10° e 20° ;
- d) nota 3: fuste com ângulo de inclinação entre 20° e 30° ;
- e) nota 1: fuste com ângulo de inclinação entre 30° e 45° .

O ângulo considerado tem como referência o ângulo entre o fuste e o eixo vertical.

3.5.5 Quebra do Fuste

Avaliada segundo o critério a seguir:

- a) nota 10: fuste inteiro;
- b) nota 8: quebra do fuste em altura maior do que 10 metros;
- c) nota 5: quebra do fuste em altura entre 5 e 10 metros;
- d) nota 3: quebra do fuste em altura entre 2 e 5 metros;
- e) nota 1: quebra do fuste em altura menor do que 2 metros.

3.5.6 Ângulo de Inserção dos Galhos

Avaliado segundo o critério a seguir:

- a) nota 10: ângulo de inserção dos galhos entre 90° e

60°;

b) nota 7: ângulo de inserção dos galhos entre 60 e 45°;

c) nota 3: ângulo de inserção dos galhos entre 45 e 30°;

d) nota 1: ângulo de inserção dos galhos inferior a 30°.

O ângulo considerado tem como referência o eixo vertical.

3.5.7 Diâmetro dos Galhos

Avaliado segundo o critério a seguir:

a) nota 10: galhos com diâmetro inferior a 2 centímetros;

b) nota 8: galhos com diâmetro entre 2 e 4 centímetros;

c) nota 4: galhos com diâmetro entre 4 e 6 centímetros;

d) nota 2: galhos com diâmetro entre 6 e 8 centímetros;

e) nota 1: galhos com diâmetro superior a 8 centímetros.

Na avaliação, tanto do ângulo de inserção como do diâmetro dos galhos, foi utilizado um galho representativo da copa, expresso pelo mais vigoroso, situado no terço médio da copa viva. O diâmetro dos galhos foi avaliado a 10 cm de distância do ponto de inserção do galho no fuste.

3.6 DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA

Foi utilizado o método adaptado por FOELKEL et al.¹², denominado "método do máximo teor de umidade". Este método faz

uso de uma balança com precisão de 1 mg, fonte de vácuo e estufa controlada a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$.

O procedimento consiste em emergir aproximadamente 25 g da amostra em água até a saturação completa; pesar as amostras saturadas, após a remoção da água superficial com papel absorvente (PU) e secar em estufa até um peso constante para a determinação do peso seco (PS).

A densidade básica da madeira é dada pela expressão:

$$DB = \frac{1}{PU/PS - 0,346}$$

onde: DB = densidade básica;
 PU = peso das amostras saturadas;
 PS = peso absolutamente seco das amostras.

3.7 ANALISES ESTATISTICAS

3.7.1 Análise das Características por Local de Ensaio

As análises foram feitas em duas etapas. Primeiramente foi efetuada a análise entre as espécies. Como o número de procedências é diferente para cada espécie, foi considerada a média das procedências da espécie. As variedades de *Pinus caribaea* foram consideradas como se fossem espécies distintas dado a notória variação entre elas. Na segunda etapa foi efetuada a análise das procedências dentro das espécies.

Foram feitas análises para as características de crescimento, características de forma e a densidade básica da madeira. O modelo matemático das análises de variância efetuadas foi:

$$Y_{ij} = m + t_i + b_j + e_{ij} \text{ (STEEL \& TORRIE}^{28}\text{)}$$

onde: Y_{ij} = observação do tratamento i no bloco j ;
 m = média geral;
 t_i = efeito do tratamento i ;
 b_j = efeito do bloco j ;
 e_{ij} = erro experimental.

A comparação entre as médias dos tratamentos foi feita pelo teste de Tukey. A comparação entre a testemunha e os demais tratamentos foi feita pelo teste de Dunnett.

3.7.2 Análise Conjunta das Características

A análise conjunta das características para os três locais de ensaio, foi efetuada para as nove procedências de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

A análise efetuada segue o seguinte modelo matemático:

$$x_{ij} = u + L_i + T_j + u_{ij} + e_{ij} \quad (\text{COCHRAN \& COX}^9)$$

onde: x_{ij} = média observada do tratamento j no local i ;
 u = média geral;
 L_i = efeito do local i ;
 T_j = efeito do tratamento j ;
 u_{ij} = efeito da interação tratamento x local;
 e_{ij} = erro experimental.

Os valores esperados dos quadrados médios com número diferente de repetições segue o esquema a seguir (COCHRAN & COX⁹):

FV	E (QM)
Tratamentos	$V_e^2 + r_1 V_u^2 + (\sum r_i) \Sigma(T_j - T)^2 / (t-1)$
Trat. x locais	$V_e^2 + r_2 V_u^2$
Erro combinado	V_u^2

onde: $r_1 = \Sigma r_i^2 / \Sigma r_i$ $r_2 = \frac{1}{(l-1)} (\Sigma r_i - r_1)$

V_e^2 = variância do erro

V_u^2 = variância da interação

l = nº de locais

t = nº de tratamentos

r_i = nº de repetições do tratamento i

O teste F para tratamentos foi efetuado segundo a expressão abaixo:

$$F = \frac{s_t^2 + (k-1) s_e^2}{k \cdot s_{t1}^2}$$

onde: s_t^2 = QM do tratamento

k = r_1/r_2

s_e^2 = QM do resíduo ponderado

s_{t1}^2 = QM do resíduo da interação

3.7.3 Associação do Desempenho das Procedências de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *Pinus oocarpa* com os Locais de Origem das Sementes

Para o estudo do grau de associação dos fatores latitude, altitude e precipitação dos locais de origem, com as

características de crescimento, forma e densidade básica da madeira, foram preliminarmente elaborados diagramas dispersos. Para todas as características foram estimadas regressões por meio da análise de variância (COCHRAN & COX⁹).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS POR LOCAL DE ENSAIO

4.1.1 Altura Total entre Espécies e Variedades

A variação da altura total pode ser observada pelas médias das espécies e variedades testadas nos três locais, apresentadas na tabela 4. Em Agudos observou-se a menor média geral, que não pode ser comparada diretamente com as de Capão Bonito e Araquari, tendo em vista ser referente à medição aos 13 anos, enquanto que nos outros locais, as medições são respectivamente aos 14 anos e 13 anos e 9 meses.

Pinus elliottii, testado em Capão Bonito e Araquari (Tabela 4), destacou-se pelo seu menor crescimento. Em Capão Bonito essa inferioridade foi significativa ao nível de 1% pelo teste de Tukey, na comparação com cada uma das outras cinco espécies ou variedades testadas. Em Araquari foi detectada apenas uma diferença ao nível de 5% pelo teste de Dunnett, na comparação com *Pinus tecunumanii*.

Nos três locais, *P. tecunumanii* se destacou com o maior crescimento em altura. O crescimento desta espécie (procedências Camélias e Yucul, ambas da Nicarágua e Mt. Pine Ridge de Belize) também foi superior em diferentes condições ecológicas, em vários países, na comparação com procedências de *Pinus oocarpa* (GREAVES¹⁷). Este bom crescimento de *P. tecunumanii* vem despertando o interesse dos silvicultores por

TABELA 4. MÉDIAS DE ALTURA TOTAL E DAP DAS ESPÉCIES E VARIEDADES TESTADAS EM AGUDOS, SP, AOS 13 ANOS, EM CAPÃO BONITO, SP, AOS 14 ANOS E EM ARAQUARI, SC, AOS 13 ANOS E 9 MESES APÓS O PLANTIO

	ALTURA TOTAL (m)						DAP (cm)					
	AGUDOS		C.BONITO		ARAQUARI		AGUDOS		C.BONITO		ARAQUARI	
Pcc	18,18	b B	19,62	c B	18,28		22,22	b B	26,33	a A	26,46	ab AB
Pcb	18,14	b B	20,17	bc B	21,21		22,79	b AB	25,90	a AB	27,54	a A
Pch	18,55	b B	20,76	b B	21,14		24,66	ab AB	26,78	a A	27,53	a A
Po	18,96	b AB	20,82	b B	18,56		23,82	ab AB	24,08	b B	22,96	bc AB
Pt	20,89	a A	22,88	a A	22,57		25,95	a A	27,40	a A	27,65	a A
Pe	-		17,82	d C	16,14	+	-		21,82	c C	21,00	c B
Média												
geral	18,94		20,34		19,65		23,89		25,38		25,52	
F	11,18		42,60		4,29		7,07		35,46		18,85	
Prob.	0,01		0,01		0,07		0,01		0,01		0,01	
CV(%)	3,59		2,79		8,31		4,68		3,07		3,63	

onde: Pcc = *Pinus caribaea* var. *caribaea*

Pcb = *Pinus caribaea* var. *bahamensis*

Pch = *Pinus caribaea* var. *hondurensis*

Po = *Pinus oocarpa*

Pt = *Pinus tecunumanii*

Pe = *Pinus elliottii*

As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% (letras minúsculas) e 1% (letras maiúsculas)

+ = significativo ao nível de 5% pelo teste de Dunnett em comparação com Pt

As probabilidades menores que 0,01 foram arredondadas para 0,01

esta espécie.

No teste de Araquari, mesmo sendo observada uma amplitude entre médias da ordem de 6,43 m (Tabela 4) entre *P. elliottii* e *P. tecunumanii*, superando a amplitude observada em Capão Bonito, uma diferença significativa entre médias só foi detectada pelo teste F ao nível de 6,87%, devido à fragilidade do ensaio, com apenas duas repetições.

Em Araquari, além de *P. tecunumanii*, destacaram-se com os maiores crescimentos, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *hondurensis*. O rápido crescimento de *P. tecunumanii* nesta localidade, representado apenas pela procedência Camélias da Nicarágua revela que esta introdução é promissora para a região. *P. caribaea* var. *bahamensis*, apresentou também um bom crescimento, estando representado apenas pela procedência Andros das Bahamas. Essa origem tem grande similaridade de condições geográficas e climáticas, especialmente altitude e precipitação com o local de ensaio. Representada pela média de nove procedências, a variedade *hondurensis*, apresentou também um bom crescimento.

Em Araquari, com crescimento inferior a *P. tecunumanii*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *hondurensis*, estão *P. oocarpa* (procedência Pueblo Caido-Guatemala), *P. caribaea* var. *caribaea* (procedência Los Palacios-Cuba) e *P. elliottii* (procedência Araquari-Brasil).

Em Agudos, o maior crescimento foi de *P. tecunumanii* (procedência Yucul-Nicarágua), enquanto que *P. oocarpa* apresentou um crescimento intermediário. Nas condições de Agudos, *P. oocarpa*, representado pelas procedências Maraquito

(Honduras) e Pueblo Caído (Guatemala), apresentou um crescimento em altura maior do que as variedades de *P. caribaea*, diferentemente do que foi observado em Araquari. Por outro lado, em relação às outras duas variedades, *P. caribaea* var. *bahamensis* apresentou um crescimento mais lento em Agudos e mais rápido em Araquari.

Em Capão Bonito, *P. tecunumanii*, representado pela média das procedências Camelias, Yucul e Mt. Pine Ridge apresentou excelente crescimento em altura, enquanto que *P. oocarpa*, representado pela média de cinco procedências, e *P. caribaea* var. *hondurensis*, representado pela média de nove procedências, apresentaram um crescimento intermediário em relação às demais. *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* tiveram um crescimento mais lento que as demais espécies e variedades, superando apenas *P. elliotii*.

4.1.2 DAP entre Espécies e Variedades

A análise desta característica revelou diferenças significativas entre médias para os três locais (Tabela 4).

P. tecunumanii apresentou um padrão de crescimento em diâmetro similar ao do crescimento em altura, ou seja, nos três locais, teve o maior crescimento diamétrico em relação às demais espécies. Por outro lado, *P. elliotii* apresentou o menor crescimento diamétrico, tanto em Capão Bonito como em Araquari.

No teste de Agudos, as espécies que apresentaram os três melhores crescimentos em altura (*P. tecunumanii*, *P. oocarpa* e *P. caribaea* var. *hondurensis*) foram também as de melhor

crescimento em diâmetro. Em Capão Bonito, *P. oocarpa* apresentou o segundo melhor crescimento em altura, porém, o pior crescimento diamétrico entre os pinheiros tropicais. Em Araquari, o padrão de crescimento diamétrico das espécies foi similar ao do crescimento em altura.

4.1.3 Índice de Volume entre Espécies e Variedades

As diferenças entre médias para o índice volumétrico (DAP ao quadrado x altura total) das espécies e variedades testadas nos três locais são apresentadas na tabela 5. Foram detectadas diferenças estatisticamente significativas ao nível de 1% para esta característica, nos três locais. *P. tecunumanii* destacou-se com o maior crescimento em volume nos três locais. *P. elliottii*, testado em Capão Bonito e Araquari, apresentou o menor crescimento volumétrico. Estes resultados evidenciam a potencialidade dos pinheiros tropicais nas regiões onde *P. elliottii* é amplamente utilizado em plantios comerciais.

No teste de Agudos, *P. tecunumanii*, representado pela procedência Yucul, apresentou o maior crescimento em volume, seguido por *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. oocarpa*. As variedades *bahamensis* e *caribaea* tiveram baixo crescimento em volume.

No teste de Capão Bonito, *P. tecunumanii*, representado pela média das procedências Camélias, Yucul e Mt. Pine Ridge, teve o maior crescimento volumétrico. As três variedades de *P. caribaea* apresentaram uma posição intermediária, e *P. oocarpa*, pelo lento crescimento diamétrico, foi superior apenas a *P. elliottii* em volume.

TABELA 5. MÉDIAS DE D^2H ($m^3/ARVORE$) DAS ESPÉCIES E VARIEDADES TESTADAS EM AGUDOS, SP, AOS 13 ANOS, EM CAPÃO BONITO, SP, AOS 14 ANOS E EM ARAQUARI, SC, AOS 13 ANOS E 9 MESES APOS O PLANTIO

	D^2H ($m^3/ARVORE$)		
	AGUDOS	C.BONITO	ARAQUARI
Pcc	0,933 b B	1,419 bc BC	1,363 ab
Pcb	0,977 b B	1,428 bc BC	1,705 a
Pch	1,177 ab AB	1,590 b AB	1,718 a
Po	1,144 b AB	1,294 c C	1,139 ab
Pt	1,502 a A	1,824 a A	1,862 a
Pe	-	0,877 d D	0,768 b
Média			
geral	1,147	1,406	1,426
F	9,08	42,70	10,66
Prob.	0,01	0,01	0,012
CV(%)	13,01	7,71	12,69

onde: Pcc = *Pinus caribaea* var. *caribaea*

Pcb = *Pinus caribaea* var. *bahamensis*

Pch = *Pinus caribaea* var. *hondurensis*

Po = *Pinus oocarpa*

Pt = *Pinus tecunumanii*

Pe = *Pinus elliottii*

As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% (letras minúsculas) e 1% (letras maiúsculas)

As probabilidades menores que 0,01 foram arredondadas para 0,01

O desempenho das espécies e variedades dos pinheiros tropicais em Agudos e Capão Bonito é similar, com exceção de *P. oocarpa* que teve um desempenho bom em Agudos e ruim em Capão Bonito. Nos dois locais, *P. tecunumanii* e *P. caribaea* var. *hondurensis* constituíram as melhores opções para a produção volumétrica.

No teste de Araquari, *P. tecunumanii* com o maior crescimento volumétrico, foi seguido por *P. caribaea* var. *hondurensis*. Um bom desempenho foi também apresentado por *P. caribaea* var. *bahamensis* que, ao contrário do desempenho nos outros dois locais, onde foi de crescimento volumétrico mais lento, próximo à variedade típica, em Araquari, apresentou crescimento mais rápido, próximo à variedade *hondurensis*. *P. oocarpa* apresentou menor crescimento volumétrico entre os pinheiros tropicais.

4.1.4 Forma da Arvore entre Espécies e Variedades

Na análise das características de forma, foi excluído *P. elliottii*, que foi utilizado como testemunha do potencial de crescimento dos pinheiros tropicais em Capão Bonito e Araquari.

No teste de Agudos, foram detectadas diferenças estatisticamente significativas entre espécies e variedades em bifurcação, "foxtail", diâmetro dos galhos e soma das características de forma (Tabelas 6, 7 e 9). No teste de Capão Bonito, foram constatadas diferenças estatisticamente significativas em todas as características de forma (Tabelas 6, 7, 8 e 9), enquanto que, no de Araquari, foram detectadas diferenças estatisticamente significativas apenas em

TABELA 6. MÉDIAS DE RETIDAÇÃO DO FUSTE E BIFURCAÇÃO DAS ESPÉCIES E VARIEDADES TESTADAS EM AGUDOS, SP, AOS 13 ANOS, EM CAPÃO BONITO, SP, AOS 14 ANOS E EM ARAQUARI, SC, AOS 13 ANOS E 9 MESES APOS O PLANTIO

	RETIDAÇÃO DO FUSTE			BIFURCAÇÃO		
	AGUDOS	C.BONITO	ARAQUARI	AGUDOS	C.BONITO	ARAQUARI
Pcc	4,06	3,83 a A	4,55	9,81 a A	9,26 a A	9,63 a
Pcb	3,18	3,59 ab AB	4,30	9,24 ab AB	8,88 a A	7,28 b
Pch	2,71	2,70 c B	3,41	9,41 a AB	8,78 a A	8,44 ab
Po	3,37	3,11 abc AB	2,86	7,92 c C	7,05 b B	7,74 b
Pt	3,94	3,04 bc AB	3,94	8,32 bc BC	7,44 b B	8,84 ab
Média geral	3,45	3,25	3,81	8,94	8,28	8,39
F	2,36	6,18	3,68	13,09	27,17	10,61
Prob.	0,11	0,01	0,12	0,01	0,01	0,02
CV(%)	20,98	12,55	13,29	4,88	5,04	4,77

onde: Pcc = *Pinus caribaea* var. *caribaea*

Pcb = *Pinus caribaea* var. *bahamensis*

Pch = *Pinus caribaea* var. *hondurensis*

Po = *Pinus oocarpa*

Pt = *Pinus tecunumanii*

As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% (letras minúsculas) e 1% (letras maiúsculas)

As probabilidades menores que 0,01 foram arredondadas para 0,01

TABELA 7. MÉDIAS DE "FOXTAIL" E INCLINAÇÃO DO FUSTE DAS ESPÉCIES E VARIEDADES TESTADAS EM AGUDOS, SP, AOS 13 ANOS, EM CAPÃO BONITO, SP, AOS 14 ANOS E EM ARAQUARI, SC, AOS 13 ANOS E 9 MESES APÓS O PLANTIO

	"FOXTAIL"			INCLINAÇÃO DO FUSTE		
	AGUDOS	C.BONITO	ARAQUARI	AGUDOS	C.BONITO	ARAQUARI
Pcc	9,85 a AB	9,74 a AB	10,00 a A	8,64	8,49 ab	8,82
Pcb	9,18 b BC	8,93 b C	9,66 a AB	8,16	8,58 ab	8,59
Pch	8,80 b C	9,03 b BC	9,11 b B	8,08	8,38 b	8,20
Po	10,00 a A	10,00 a A	9,88 a AB	8,39	8,74 a	8,02
Pt	10,00 a A	9,95 a A	10,00 a A	8,11	8,71 a	8,26
Média						
geral	9,57	9,53	9,73	8,28	8,58	8,38
F	22,27	14,73	20,66	2,63	4,74	1,72
Prob.	0,01	0,01	0,01	0,09	0,011	0,31
CV(%)	2,42	3,13	1,19	3,52	1,81	4,20

onde: Pcc = *Pinus caribaea* var. *caribaea*

Pcb = *Pinus caribaea* var. *bahamensis*

Pch = *Pinus caribaea* var. *hondurensis*

Po = *Pinus oocarpa*

Pt = *Pinus tecunumanii*

As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% (letras minúsculas) e 1% (letras maiúsculas)

As probabilidades menores que 0,01 foram arredondadas para 0,01

TABELA 8. MÉDIAS DE QUEBRA DO FUSTE E ÂNGULO DE INSERÇÃO DOS GALHOS DAS ESPÉCIES E VARIEDADES TESTADAS EM AGUDOS, SP, AOS 13 ANOS, EM CAPÃO BONITO, SP, AOS 14 ANOS E EM ARAQUARI, SC, AOS 13 ANOS E 9 MESES APOS O PLANTIO

	QUEBRA DO FUSTE			ÂNGULO DE INSERÇÃO DOS GALHOS		
	AGUDOS	C.BONITO	ARAQUARI	AGUDOS	C.BONITO	ARAQUARI
Pcc	10,00	9,98 a A	10,00	7,12	7,86 a	7,17
Pcb	9,93	9,87 ab A	10,00	7,10	7,45 ab	7,04
Pch	9,96	9,72 ab A	9,66	7,02	7,19 b	7,02
Po	9,87	9,46 b A	9,78	7,37	7,53 ab	7,05
Pt	9,89	8,62 c B	9,86	7,20	7,52 ab	7,14
Média geral	9,93	9,53	9,86	7,16	7,51	7,09
F	0,84	21,20	1,56	1,12	2,39	0,45
Prob.	0,53	0,01	0,34	0,39	0,09	0,77
CV(%)	1,13	2,77	1,68	3,56	4,57	1,98

onde: Pcc = *Pinus caribaea* var. *caribaea*

Pcb = *Pinus caribaea* var. *bahamensis*

Pch = *Pinus caribaea* var. *hondurensis*

Po = *Pinus oocarpa*

Pt = *Pinus tecunumanii*

As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% (letras minúsculas) e 1% (letras maiúsculas)

As probabilidades menores que 0,01 foram arredondadas para 0,01

TABELA 9. MÉDIAS DE DIÂMETRO DOS GALHOS E SOMA DAS CARACTERÍSTICAS DE FORMA DAS ESPÉCIES E VARIEDADES TESTADAS EM AGUDOS, SP, AOS 13 ANOS, EM CAPÃO BONITO, SP, AOS 14 ANOS E EM ARAQUARI, SC, AOS 13 ANOS E 9 MESES APOS O PLANTIO

	DIÂMETRO DOS GALHOS			SOMA DAS CARACTERÍSTICAS DE FORMA		
	AGUDOS	C.BONITO	ARAQUARI	AGUDOS	C.BONITO	ARAQUARI
Pcc	8,80 a A	9,51 a A	7,87	58,29 a A	58,66 a A	58,05 a
Pcb	7,95 ab AB	9,27 ab AB	7,92	54,74 b AB	56,58 b AB	54,80 ab
Pch	7,52 b B	8,58 c C	7,63	53,50 b B	54,38 c C	53,47 ab
Po	7,94 ab AB	9,29 ab AB	7,46	54,87 b AB	55,17 bc BC	52,78 b
Pt	7,82 b AB	9,04 b B	7,76	55,28 b AB	54,33 c C	55,82 ab
Média geral	8,01	9,14	7,73	55,34	55,83	54,98
F	5,69	22,12	0,12	8,04	22,50	6,38
Prob.	0,01	0,01	0,96	0,01	0,01	0,05
CV(%)	4,99	1,83	9,86	2,27	1,54	2,12

onde: Pcc = *Pinus caribaea* var. *caribaea*

Pcb = *Pinus caribaea* var. *bahamensis*

Pch = *Pinus caribaea* var. *hondurensis*

Po = *Pinus oocarpa*

Pt = *Pinus tecunumanii*

As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% (letras minúsculas) e 1% (letras maiúsculas)

As probabilidades menores que 0,01 foram arredondadas para 0,01

bifurcação, "foxtail" e soma das características de forma (Tabelas 6, 7 e 9).

P. tecunumanii, apesar de se destacar nos três locais com maior crescimento em volume, em Capão Bonito apresentou uma significativa susceptibilidade à quebra do fuste. Essa característica influenciou em parte outras características relativas à forma, reduzindo sua qualidade. Em muitos casos, após a quebra do fuste houve o desenvolvimento de ramos laterais como novas guias, provocando bifurcações e deformações do fuste. Apesar disso, foram observados indivíduos com boa retidão do fuste. Assim, apesar de ser considerada uma espécie com boa retidão de fuste em Agudos e Araquari, ela merece atenção, visando detectar futuros problemas. Para *P. tecunumanii*, quanto à ocorrência de bifurcação, como consequência parcial da quebra do fuste, além de ser estatisticamente significativa em Capão Bonito, também o foi em Agudos e Araquari. Quanto ao "foxtail", não foi detectada a sua ocorrência em Agudos e Araquari, e uma baixíssima incidência em Capão Bonito. O ângulo de inserção dos galhos de *P. tecunumanii* nos três locais foi maior do que a média das espécies enquanto que o diâmetro de seus galhos foi maior que o da média das espécies em Agudos e Capão Bonito.

A soma geral de pontos referentes à forma de fuste e da copa de *P. tecunumanii* foi maior que a da média das espécies apenas em Araquari.

Apesar do bom crescimento em volume nos três locais, *P. caribaea* var. *hondurensis* apresentou o fuste mais tortuoso entre as espécies, com exceção de *P. oocarpa* em Araquari. *P.*

P. caribaea var. *hondurensis* teve maior ocorrência de "foxtail" em Agudos e Araquari, o menor ângulo de inserção dos galhos nos três locais e o maior diâmetro dos galhos em Agudos e Capão Bonito. Na soma total dos pontos das características de forma, *P. caribaea* var. *hondurensis* ficou, nos três locais, abaixo da média das espécies e variedades testadas. Entretanto, a ampla distribuição natural da variedade *hondurensis* poderá permitir a seleção de procedências mais adequadas para cada região.

P. caribaea var. *caribaea* que apresentou o menor crescimento em volume entre os pinheiros tropicais, superando apenas *P. oocarpa* em Capão Bonito e Araquari, destacou-se pela melhor retidão do fuste nos três locais. Essa mesma tendência tem sido observada em outros estudos (GREAVES¹⁷, BERTOLANI & NICOLIELO⁶). Essa variedade foi também a melhor, nos três locais, em outras características de forma, como, menor ocorrência de bifurcações e de quebra do fuste, apresentando também galhos mais finos em Agudos e Capão Bonito. Esta variedade apresentou, também, uma baixa frequência de "foxtail" em Agudos e Capão Bonito e nenhum "foxtail" em Araquari, bem como fustes menos inclinados em Agudos e Araquari. Assim, na soma das características de forma, *P. caribaea* var. *caribaea*, foi a melhor das espécies e variedades nos três locais.

P. caribaea var. *bahamensis* apresentou uma boa retidão do fuste em Araquari e Capão Bonito, sendo superado nestas duas localidades somente por *P. caribaea* var. *caribaea*. Em Agudos, a variedade *bahamensis* apresentou fustes mais tortuosos, sendo melhor apenas que *P. caribaea* var.

hondurensis. Em Araquari, *P. caribaea* var. *bahamensis* apresentou a maior incidência de bifurcações. Esta variedade apresentou também altas incidências de "foxtail" em Agudos e Capão Bonito, à semelhança da variedade *hondurensis*. Quanto aos galhos, a variedade *bahamensis* apresentou um ângulo de inserção mais agudo que a média das espécies nos três locais, embora os galhos tenham sido sempre mais finos que na variedade *hondurensis*. Na soma de pontos de todas as características de forma, a variedade *bahamensis* apresentou-se em terceiro lugar em Araquari, depois de *P. caribaea* var. *caribaea* e *P. tecunumanii*. Em Capão Bonito ela ficou em segundo lugar, depois de *P. caribaea* var. *caribaea*, enquanto que, em Agudos, ela ficou em penúltimo lugar, superando somente *P. caribaea* var. *hondurensis*.

P. oocarpa foi a espécie de menor crescimento volumétrico e de pior forma geral em Araquari. As incidências de bifurcações em Agudos e Capão Bonito foram altas como em *P. tecunumanii*, e só inferiores às de *P. caribaea* var. *bahamensis* em Araquari. Em Agudos, no conjunto das características de forma, *P. oocarpa* ficou na terceira posição, depois de *P. caribaea* var. *caribaea* e *P. tecunumanii*, enquanto que em Capão Bonito, ele ficou em posição inferior às variedades *caribaea* e *bahamensis*. *P. oocarpa* em Araquari, um local de baixa altitude, teve um péssimo desempenho tanto em crescimento quanto à forma.

4.1.5 Densidade Básica da Madeira entre Espécies e Variedades

Diferenças estatisticamente significativas entre espécies e variedades, quanto à densidade básica da madeira,

foram detectadas nos testes de Capão Bonito e Araquari (Tabela 10). Houve uma inversão na hierarquia da densidade básica da madeira entre espécies e variedades plantadas em Capão Bonito em relação às plantadas em Araquari. *P. oocarpa* apresentou a mais alta densidade da madeira em Capão Bonito enquanto que em Araquari, ele foi a de mais baixa densidade. *P. caribaea* var. *bahamensis* apresentou a mais alta densidade em Araquari e a menor em Capão Bonito. Isto ocorreu também com as demais espécies, conforme mostra a tabela 10. As espécies e variedades em Agudos apresentaram posições relativas similares às verificadas em Capão Bonito.

P. tecunumanii, que apresentou o maior crescimento em volume nos três locais, apresentou, também, a mais alta densidade da madeira em Agudos, a segunda mais alta em Capão Bonito e a segunda mais baixa densidade em Araquari, depois de *P. oocarpa*.

Isto demonstra que os maiores crescimentos volumétricos não estão necessariamente associados à baixa densidade básica da madeira. Isto foi constatado também em outros trabalhos com espécies do gênero *Pinus* (ZOBEL & TALBERT³⁷; GIBSON et al.¹⁴).

4.1.6 Altura Total entre Procedências

4.1.6.1 *Pinus caribaea* var. *hondurensis*

As nove procedências de *P. caribaea* var. *hondurensis* apresentaram diferenças estatisticamente significativas tanto em Agudos como em Capão Bonito, o mesmo

TABELA 10. MÉDIAS DE DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA DAS ESPÉCIES E VARIEDADES TESTADAS EM AGUDOS, SP, AOS 13 ANOS, EM CAPÃO BONITO, SP, AOS 14 ANOS E EM ARAQUARI, SC, AOS 13 ANOS E 9 MESES APÓS O PLANTIO

	DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA		
	AGUDOS	C.BONITO	ARAQUARI
Pcc	0,405	0,371 b B	0,411 ab
Pcb	0,403	0,357 b B	0,431 a
Pch	0,418	0,394 b B	0,390 ab
Po	0,434	0,433 a A	0,367 b
Pt	0,437	0,432 a A	0,381 ab
Média geral	0,420	0,397	0,392
F	1,45	13,24	2,93
Prob.	0,23	0,01	0,03
CV(%)	7,62	7,70	8,64

onde: Pcc = *Pinus caribaea* var. *caribaea*

Pcb = *Pinus caribaea* var. *bahamensis*

Pch = *Pinus caribaea* var. *hondurensis*

Po = *Pinus oocarpa*

Pt = *Pinus tecunumanii*

As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% (letras minúsculas) e 1% (letras maiúsculas)

As probabilidades menores que 0,01 foram arredondadas para 0,01

não ocorrendo em Araquari (Tabela 11).

A análise da associação entre a altura total e os dados geográficos e precipitação dos locais de origem das procedências de *P. caribaea* var. *hondurensis* testadas em Agudos, é apresentada na tabela 12. Foi detectada uma tendência associativa entre a altura total e a latitude dos locais de origem das sementes, porém com baixo coeficiente de determinação. Entre altura total e altitude dos locais de origem, houve uma tendência linear de associação positiva, enquanto que entre altura total e precipitação média anual dos locais de origem, houve uma tendência linear negativa. (Tabela 12)

Em Capão Bonito, evidenciaram-se as mesmas tendências observadas em Agudos (Tabela 13), enquanto que em Araquari, não se evidenciou nenhuma tendência associativa entre as características e os dados geográficos e precipitação (Tabela 14).

Considerando os resultados de Agudos e Capão Bonito, verificou-se que as procedências de maior crescimento como Santa Clara (Nicarágua), Potosi (Honduras), Briones (Honduras) e Poptun (Guatemala), são de altitudes mais elevadas, entre 500 e 700 m, e de locais com precipitações anuais mais baixas, entre 1.000 e 1.700 mm. Dentre as procedências de altitudes mais baixas e precipitações anuais mais altas, sobressaíram-se a procedência Alamicamba (Nicarágua) como a melhor do grupo em Agudos e a procedência Ilha Guanaja (Honduras) em Capão Bonito.

As três procedências de menor crescimento tanto em

TABELA 11. MÉDIAS DE ALTURA TOTAL E DAP DAS PROCEDÊNCIAS DE *Pinus caribaea* var. *hondurensis* TESTADAS EM AGUDOS, SP, AOS 13 ANOS, EM CAPÃO BONITO, SP, AOS 14 ANOS E EM ARAQUARI, SC, AOS 13 ANOS E 9 MESES APOS O PLANTIO

	ALTURA TOTAL(m)			DAP(cm)		
	AGUDOS	C.BONITO	ARAQUARI	AGUDOS	C.BONITO	ARAQUARI
K20	18,87 abc	20,68 abc AB	20,78	25,18	26,59 ab	25,18
K22	17,50 c	19,91 bc AB	20,62	24,82	25,93 ab	26,54
K23	17,82 abc	20,09 abc AB	21,70	24,03	25,62 b	27,21
K24	18,38 abc	21,08 abc AB	20,22	24,61	26,71 ab	27,67
K25	19,36 ab	21,25 ab AB	20,07	24,93	26,76 ab	26,94
K54	19,03 abc	21,39 ab AB	21,95	25,61	27,44 ab	29,14
K60	18,87 abc	21,45 a A	22,23	24,63	26,96 ab	29,14
K61	19,45 a	21,46 a A	21,99	24,08	28,49 a	28,54
K64	17,68 bc	19,57 c B	20,76	24,01	26,48 ab	27,42
Média geral	18,55	20,76	21,15	24,66	26,78	27,53
F	4,02	5,03	0,98	0,80	2,10	2,89
Prob.	0,01	0,01	0,51	0,61	0,06	0,08
CV(%)	3,95	3,52	5,55	5,01	4,82	3,88

onde: K20 = Alamicamba (N) N = Nicarágua
 K22 = Rio Coco (N) H = Honduras
 K23 = Brus Lagoon (H) G = Guatemala
 K24 = Ilha Guanaja (H) B = Belize
 K25 = Poptun (G)
 K54 = Briones (H)
 K60 = Potosi (H)
 K61 = Santa Clara (N)
 K64 = Santos (B)

As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% (letras minúsculas) e 1% (letras maiúsculas)

As probabilidades menores que 0,01 foram arredondadas para 0,01

TABELA 12. ASSOCIAÇÃO DO DESEMPENHO DAS PROCEDÊNCIAS DE *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, EM AGUADOS, SP, COM OS DADOS AMBIENTAIS DOS LOCAIS DE ORIGEM DAS SEMENTES

	LATITUDE			ALTITUDE			PRECIPITAÇÃO		
	F(1)	b	r ²	F(1)	b	r ²	F(1)	b	r ²
H	4,47†	-0,2164	0,13	19,37**	0,0019	0,60	12,29**	-0,0006	0,38
DAP	0,38ns	-0,1061	0,06	0,23ns	0,0003	0,04	0,26ns	-0,0001	0,04
D ² H	0,52ns	-0,0162	0,05	1,44ns	0,0001	0,14	1,32ns	-0,0000	0,13
RF	0,72ns	-0,0391	0,03	2,14ns	-0,0003	0,08	3,01+	0,0001	0,11
B	2,71ns	-0,1327	0,38	0,80ns	0,0003	0,11	0,26ns	-0,0001	0,04
FO	2,88+	0,1269	0,05	33,36**	0,0018	0,55	40,62**	-0,0008	0,67
Q	7,25†	-0,0289	0,61	1,64ns	0,0001	0,14	0,09ns	-0,0000	0,01
I	0,05ns	-0,0111	0,01	0,20ns	0,0001	0,04	0,13ns	-0,0000	0,02
AG	0,59ns	0,0229	0,05	1,47ns	-0,0001	0,14	1,41ns	0,0001	0,13
DG	1,78ns	-0,1094	0,18	5,56†	0,0008	0,56	2,85ns	-0,0002	0,29
SF	1,35ns	-0,1713	0,04	18,18**	0,0026	0,58	14,49**	-0,0010	0,46
DB	2,30ns	0,0060	0,39	0,00ns	-0,0000	0,00	0,24ns	-0,0000	0,04

- (1) + = significativo ao nível de 10%
 † = significativo ao nível de 5%
 ** = significativo ao nível de 1%
 ns = não significativo

onde: H = altura total; DAP = diâmetro à altura do peito; D²H = DAP ao quadrado x H;
 RF = retidão do fuste; B = bifurcação; FO = "foxtail"; Q = quebra do fuste;
 I = inclinação do fuste; AG = ângulo de inserção dos galhos; DG = diâmetro dos galhos;
 SF = soma das características de forma; DB = densidade básica da madeira;
 F = F da regressão; r² = coeficiente de determinação; b = coeficiente angular

TABELA 13. ASSOCIAÇÃO DO DESEMPENHO DAS PROCEDÊNCIAS DE *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, EM CAPÃO RONITO, SP, COM OS DADOS AMBIENTAIS DOS LOCAIS DE ORIGEM DAS SEMENTES

	LATITUDE			ALTITUDE			PRECIPITAÇÃO		
	F(1)	b	r ²	F(1)	b	r ²	F(1)	b	r ²
H	3,90+	-0,1800	0,10	25,68**	0,0019	0,64	18,56**	-0,0007	0,46
DAP	1,95ns	-0,2250	0,12	10,74**	0,0022	0,64	8,60**	-0,0008	0,51
D ² H	3,98+	-0,0415	0,12	24,19**	0,0004	0,75	18,09**	-0,0002	0,56
RF	20,95**	-0,1627	0,47	0,00ns	-0,0000	0,00	3,85+	0,0001	0,09
B	0,13ns	0,0238	0,01	4,21*	-0,0006	0,38	1,88ns	0,0002	0,17
FO	0,11ns	0,0062	0,00	6,14*	0,0006	0,29	7,65**	-0,0003	0,37
Q	0,49ns	0,0180	0,04	7,91**	-0,0003	0,61	4,39*	0,0001	0,34
I	4,30*	-0,0673	0,07	18,51**	0,0006	0,32	8,58**	-0,0002	0,15
AG	0,50ns	-0,0354	0,03	6,36*	0,0005	0,42	4,51*	-0,0002	0,30
DG	0,02ns	-0,0076	0,00	0,00ns	0,0000	0,00	0,41ns	0,0001	0,03
SF	3,09+	-0,2250	0,26	2,46ns	0,0008	0,21	0,78ns	-0,0002	0,07
DB	2,61ns	0,0063	0,25	0,01ns	0,0000	0,00	0,74ns	-0,0000	0,07

- (1) + = significativo ao nível de 10%
 * = significativo ao nível de 5%
 ** = significativo ao nível de 1%
 ns = não significativo

onde: H = altura total; DAP = diâmetro à altura do peito; D²H = DAP ao quadrado x H;
 RF = retidão do fuste; B = bifurcação; FO = "foxtail"; Q = quebra do fuste;
 I = inclinação do fuste; AG = ângulo de inserção dos galhos; DG = diâmetro dos galhos;
 SF = soma das características de forma; DB = densidade básica da madeira;
 F = F da regressão; r² = coeficiente de determinação; b = coeficiente angular

TABELA 14. ASSOCIAÇÃO DO DESEMPENHO DAS PROCEDÊNCIAS DE *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, EM ARAQUARI, SC, COM OS DADOS AMBIENTAIS DOS LOCAIS DE ORIGEM DAS SEMENTES

	LATITUDE			ALTITUDE			PRECIPITAÇÃO		
	F(1)	b	r ²	F(1)	b	r ²	F(1)	b	r ²
H	0,95ns	-0,2252	0,12	2,41ns	0,0015	0,31	1,93ns	-0,0006	0,25
DAP	1,04ns	0,2155	0,04	12,69**	0,0032	0,55	16,97**	-0,0015	0,73
D ² H	0,04ns	-0,0078	0,00	9,04*	0,0005	0,63	10,00**	-0,0002	0,70
RF	0,48ns	-0,0538	0,02	0,88ns	0,0003	0,05	0,00ns	-0,0000	0,00
B	0,01ns	0,0116	0,00	2,73ns	-0,0008	0,17	1,81ns	0,0003	0,12
FO	1,83ns	0,1423	0,13	7,04*	0,0012	0,50	12,00**	-0,0006	0,86
Q	1,18ns	0,0957	0,33	1,73ns	-0,0005	0,48	1,09ns	0,0002	0,31
I	3,52+	-0,1420	0,25	0,34ns	0,0002	0,02	0,37ns	0,0001	0,03
AG	3,20ns	0,1010	0,47	0,13ns	-0,0001	0,02	0,23ns	-0,0000	0,03
DG	0,83ns	0,0793	0,11	4,33+	-0,0008	0,56	3,51+	0,0003	0,46
SF	0,64ns	0,2341	0,08	0,16ns	-0,0005	0,02	0,05ns	0,0001	0,01
DB	0,56ns	0,0030	0,07	0,06ns	-0,0000	0,01	0,15ns	0,0000	0,02

- (1) + = significativo ao nível de 10%
 * = significativo ao nível de 5%
 ** = significativo ao nível de 1%
 ns = não significativo

onde: H = altura total; DAP = diâmetro à altura do peito; D²H = DAP ao quadrado x H;
 RF = retidão do fuste; B = bifurcação; FO = "foxtail"; Q = quebra do fuste;
 I = inclinação do fuste; AG = ângulo de inserção dos galhos; DG = diâmetro dos galhos; SF = soma das características de forma; DB = densidade básica da madeira;
 F = F da regressão; r² = coeficiente de determinação; b = coeficiente angular

Agudos como em Capão Bonito foram Brus Lagoon (Honduras), Rio Coco (Nicarágua) e Santos (Belize), todas de baixa altitude.

Em Araquari, apesar de não ter sido possível detectar diferenças estatisticamente significativas entre as procedências de *P. caribaea* var. *hondurensis*, as três de maior crescimento estão entre as de maior crescimento nos outros dois locais (Potosi, Honduras; Santa Clara, Nicarágua e Briones, Honduras). A procedência Poptun (Guatemala), que se incluía entre as de maior crescimento em Agudos e Capão Bonito, apresentou o menor crescimento em altura em relação às demais procedências testadas em Araquari.

4.1.6.2 *Pinus oocarpa*

Para as cinco procedências testadas em Capão Bonito foram detectadas diferenças estatisticamente significativas no crescimento em altura (Tabela 15).

As regressões na análise de variância efetuadas entre altura total e os dados geográficos e precipitação dos locais de origem das sementes, revelaram uma tendência linear negativa para a latitude, uma tendência linear positiva para a altitude e uma tendência linear negativa para a precipitação (Tabela 16).

As procedências de crescimento mais lento em altura foram El Conocaste (Guatemala) e Pueblo caído (Guatemala) que, em comparação com as demais, têm origem em local de maior latitude, baixa altitude e precipitação anual elevada. As procedências de maior crescimento foram Lagunilla (Guatemala), Maraquito (Honduras) e Zamorano (Honduras), de latitudes

TABELA 15. MÉDIAS DE ALTURA TOTAL (H), DAP E D^2H DAS PROCEDÊNCIAS DE *Pinus oocarpa* TESTADAS EM CAPÃO BONITO, SP, AOS 14 ANOS APOS O PLANTIO

TRAT.	H(m)	DAP(cm)	$D^2H(M^3/ARV.)$
K11	19,66 b	23,59	1,212
K15	21,21 a	24,07	1,297
K28	20,86 ab	24,14	1,328
K36	21,09 ab	24,36	1,317
K43	21,29 a	24,36	1,318
Média			
geral	20,82	24,10	1,294
F	3,71	0,41	0,84
Prob.	0,02	0,80	0,52
CV(%)	3,72	4,53	8,93

onde: K11 = El Conocaste (Guatemala)

K15 = Maraquito (Honduras)

K28 = Pueblo Caído (Guatemala)

K36 = Zamorano (Honduras)

K43 = Lagunilla (Guatemala)

As médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% (letras minúsculas)

As probabilidades menores que 0,01 foram arredondadas para 0,01

TABELA 16. ASSOCIAÇÃO DO DESEMPENHO DAS PROCEDÊNCIAS DE *Pinus oocarpa*, EM CAPAO BONITO, SP, COM OS DADOS AMBIENTAIS DOS LOCAIS DE ORIGEM DAS SEMENTES

	LATITUDE			ALTITUDE			PRECIPITAÇÃO		
	F(1)	b	r ²	F(1)	b	r ²	F(1)	b	r ²
H	5,10†	-0,7668	0,34	10,08††	0,0022	0,68	8,65††	-0,0011	0,58
DAP	0,64ns	-0,3834	0,39	1,08ns	0,0010	0,65	0,90ns	-0,0005	0,54
D ² H	0,54ns	-0,0373	0,16	1,32ns	0,0001	0,39	0,80ns	-0,0000	0,24
RF	19,77††	-0,8280	0,81	17,26††	0,0016	0,71	22,68††	-0,0010	0,93
B	0,66ns	0,2157	0,02	31,23††	-0,0031	0,80	17,94††	0,0013	0,46
Q	5,22†	0,5819	0,94	1,99ns	-0,0007	0,36	3,96+	0,0006	0,71
I	0,29ns	-0,0942	0,16	1,27ns	0,0004	0,73	1,12ns	-0,0002	0,64
AG	3,91+	0,2994	0,65	3,02+	-0,0005	0,50	3,72+	0,0003	0,62
DG	0,14ns	-0,0557	0,02	4,37+	-0,0006	0,51	1,75ns	0,0002	0,21
SF	0,09ns	0,1191	0,05	13,17††	-0,0030	0,71	6,92†	0,0012	0,37
DB	0,49ns	-0,0101	0,22	0,22ns	-0,0000	0,01	0,17ns	-0,0000	0,07

- (1) + = significativo ao nível de 10%
 † = significativo ao nível de 5%
 †† = significativo ao nível de 1%
 ns = não significativo

onde: H = altura total; DAP = diâmetro à altura do peito; D²H = DAP ao quadrado x H;
 RF = retidão do fuste; B = bifurcação; FO = "foxtail"; Q = quebra do fuste;
 I = inclinação do fuste; AG = ângulo de inserção dos galhos; DG = diâmetro dos galhos;
 SF = soma das características de forma; DB = densidade básica da madeira;
 F = F da regressão; r² = coeficiente de determinação; b = coeficiente angular

menores, altitudes mais elevadas e precipitações anuais mais baixas.

4.1.6.3 *Pinus tecunumanii*

Quanto às três procedências de *P. tecunumanii* testadas em Capão Bonito, não foram detectadas diferenças estatisticamente significativas no crescimento em altura (Tabela 17). A procedência Yucul (Nicarágua) apresentou uma média ligeiramente superior em relação às outras duas.

TABELA 17. MÉDIAS DE ALTURA TOTAL (H), DAP, D^2H DAS PROCEDÊNCIAS DE *Pinus tecunumanii* TESTADAS EM CAPÃO BONITO, SP, AOS 14 ANOS APOS O PLANTIO

TRAT.	H(m)	DAP(cm)	$D^2H(M^3/ARV.)$
K2	22,60	27,08	1,778
K42	23,27	28,73	2,048
K49	22,77	26,39	1,647
Média			
geral	22,88	27,40	1,824
F	0,49	1,55	1,55
Prob.	0,63	0,27	0,27
CV(%)	4,85	7,90	20,18

onde: K2 = Camélias (Nicarágua)
 K42 = Yucul (Nicarágua)
 K49 = Mt. Pine Ridge (Belize)

4.1.7 DAP entre Procedências

4.1.7.1 *Pinus caribaea* var. *hondurensis*

Quanto ao DAP, diferenças entre procedências desta variedade só foram detectadas em Capão Bonito e Araquari, respectivamente ao nível de 6,48% e 7,75% (Tabela 11).

As análises de regressões efetuadas entre o DAP e os dados geográficos e precipitação evidenciaram, tanto para Capão Bonito como para Araquari, uma tendência linear positiva entre o DAP e a altitude dos locais de origem das sementes e uma tendência linear negativa entre o DAP e a precipitação dos mesmos locais (Tabelas 13 e 14). Já para Agudos não foi detectada nenhuma tendência (Tabela 12).

Em Capão Bonito as procedências apresentaram um crescimento em DAP com tendências similares às do crescimento em altura. Os maiores DAPs foram das procedências de altitudes mais elevadas e precipitações anuais mais baixas. Entre elas, sobressaíram-se as procedências Santa Clara (Nicarágua), Briones (Honduras), Potosi (Honduras) e Poptun (Guatemala). As procedências Rio Coco (Honduras) e Brus Lagoon (Honduras), de altitudes mais baixas e precipitações anuais mais elevadas, tiveram os menores crescimentos em DAP (Tabela 11).

Em Araquari, onde se constataram as mesmas tendências associativas entre o DAP e os dados geográficos e precipitação, destacaram-se as procedências Briones (Honduras), Potosi (Honduras) e Santa Clara (Nicarágua) com os maiores crescimentos em DAP. A procedência Poptun (Guatemala) apresentou um crescimento inferior ao do seu grupo. Entre as

procedências de baixa altitude e precipitação anual mais alta, os piores crescimentos foram apresentados pelas procedências Alamicamba (Nicarágua) e Rio Coco (Honduras).

4.1.7.2 *Pinus oocarpa* e *Pinus tecunumanii*

Para *P. oocarpa*, as médias das procedências testadas em Capão Bonito não apresentaram diferenças estatisticamente significativas e nenhuma tendência associativa entre o DAP e latitude, altitude e precipitação (Tabelas 15 e 16).

Quanto às procedências de *P. tecunumanii*, também não foram detectadas diferenças estatisticamente significativas entre suas médias para o crescimento diamétrico (Tabela 17).

4.1.8 Índice de Volume entre Procedências

4.1.8.1 *Pinus caribaea* var. *hondurensis*

As nove procedências de *P. caribaea* var. *hondurensis* testadas nos três locais, apresentaram diferenças estatisticamente significativas para esta característica somente em Capão Bonito (Tabela 18).

O estudo da associação dos dados ambientais dos locais de origem com o crescimento em volume, em Capão Bonito, evidenciaram uma tendência linear positiva para a altitude e uma tendência linear negativa para latitude e precipitação (Tabela 13).

No teste de Araquari, embora não tenham sido detectadas diferenças estatisticamente significativas entre as nove procedências para o crescimento em volume, foi evidenciada uma

TABELA 18. MÉDIAS DE D^2H ($m^3/ARVORE$) DAS PROCEDÊNCIAS DE *Pinus caribaea* var. *hodurensis* TESTADAS EM AGUDOS, SP, AOS 13 ANOS, EM CAPAD BONITO, SP, AOS 14 ANOS E EM ARAQUARI, SC, AOS 13 ANOS E 9 MESES APÓS O PLANTIO

	D^2H ($m^3/ARVORE$)		
	AGUDOS	C. BONITO	ARAQUARI
K20	1,234	1,531 ab AB	1,494
K22	1,131	1,448 b B	1,548
K23	1,077	1,393 b B	1,695
K24	1,197	1,608 ab AB	1,641
K25	1,257	1,613 ab AB	1,586
K54	1,346	1,688 ab AB	1,960
K60	1,093	1,692 ab AB	1,986
K61	1,184	1,872 a A	1,902
K64	1,073	1,466 b AB	1,653
Média			
geral	1,177	1,590	1,718
F	1,32	4,02	1,79
Prob.	0,28	0,01	0,21
CV(%)	13,71	10,48	11,34

onde: K20 = Alamicamba (N) N = Nicarágua
 K22 = Rio Coco (N) H = Honduras
 K23 = Brus Lagoon (H) G = Guatemala
 K24 = Ilha Guanaja (H) B = Belize
 K25 = Poptun (G)
 K54 = Briones (H)
 K60 = Potosi (H)
 K61 = Santa Clara (N)
 K64 = Santos (B)

As médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%

As probabilidades menores que 0,01 foram arredondadas para 0,01

tendência linear positiva desta característica com a altitude e um tendência linear negativa com a precipitação (Tabela 14).

No teste de Agudos, não foram detectadas diferenças significativas entre médias e nenhuma tendência associativa (Tabelas 18 e 12). Os três maiores crescimentos em volume foram apresentados pelas procedências Briones, Poptun e Alamicamba.

Em Capão Bonito e Araquari, os maiores crescimentos em volume foram de procedências de altitudes mais elevadas e de precipitações anuais mais baixas. A procedência Santa Clara destacou-se em Capão Bonito pelo seu maior crescimento volumétrico, seguida pelas procedências Potosi, Briones e Poptun. As procedências Santos, Rio Coco e Brus Lagoon, de altitudes mais baixas e precipitações anuais mais elevadas, apresentaram os menores volumes.

4.1.8.2 *Pinus oocarpa* e *Pinus tecunumanii*

As cinco procedências de *P. oocarpa* testadas em Capão Bonito não apresentaram diferenças estatisticamente significativas para o crescimento em volume (Tabela 15). Também não foi evidenciada nenhuma tendência associativa entre esta característica e os dados ambientais dos locais de origem (Tabela 16).

As três procedências de *P. tecunumanii* testadas em Capão Bonito também não apresentaram diferenças estatisticamente significativas para essa característica. O maior crescimento volumétrico foi apresentado pela procedência Yucul (Tabela 17).

4.1.9 Forma da Arvore entre Procedências

4.1.9.1 *Pinus caribaea* var. *hondurensis*

No teste de Agudos, a análise das características de forma das procedências de *P. caribaea* var. *hondurensis* revelou diferenças estatisticamente significativas somente em duas das sete características avaliadas (retidão do fuste e "foxtail"). Também foi estatisticamente significativa a soma das características de forma (Tabelas 19, 20, 21 e 22).

As tendências associativas mais significativas entre as características estudadas em Agudos e os dados geográficos e precipitação dos locais de origem foram observadas na incidência de "foxtail" e na soma das características de forma (Tabela 12). Apesar da regressão revelar uma tendência linear entre a retidão do fuste e a precipitação na origem ao nível de 10%, o seu coeficiente de determinação foi baixo. As procedências Briones (Honduras), Poptun (Guatemala) e Alamicamba (Nicarágua), que tiveram os mais rápidos crescimentos em volume, também apresentaram boa retidão do fuste. A procedência Potosi (Honduras), embora com bom crescimento volumétrico, obteve a nota mais baixa quanto à retidão do fuste de todas as procedências testadas. Quanto ao "foxtail", constatou-se uma tendência linear positiva em relação à altitude e uma tendência linear negativa em relação à precipitação. As procedências de maiores altitudes e precipitações anuais mais baixas que foram Briones (Honduras), Poptun (Guatemala), Potosi (Honduras) e Santa Clara (Nicarágua), apresentaram uma menor incidência de "foxtail". As

TABELA 19. MÉDIAS DE RETIDÃO DO FUSTE E BIFURCAÇÃO DAS PROCEDÊNCIAS DE *Pinus caribaea* var. *hondurensis* TESTADAS EM AGUDOS, SP, AOS 13 ANOS, EM CAPÃO BONITO, SP, AOS 14 ANOS E EM ARAQUARI, SC, AOS 13 ANOS E 9 MESES APOS O PLANTIO

	RETIDÃO DO FUSTE			BIFURCAÇÃO		
	AGUDOS	C. BONITO	ARAQUARI	AGUDOS	C. BONITO	ARAQUARI
K20	2,99 a	3,13 a A	3,20	9,60	8,89	9,31
K22	2,86 a	2,82 ab AB	3,58	9,64	9,05	7,44
K23	2,72 ab	2,80 ab AB	3,61	9,18	8,79	9,11
K24	2,61 ab	2,38 b B	2,84	9,17	8,89	8,40
K25	2,95 a	2,87 ab AB	3,98	9,10	8,19	8,24
K54	2,99 a	2,85 ab AB	3,44	9,48	8,79	8,36
K60	2,04 b	2,30 b B	2,77	9,90	8,75	7,86
K61	2,63 ab	2,87 ab AB	3,96	9,46	8,53	8,36
K64	2,60 ab	2,29 b B	3,34	9,18	9,12	8,89
Média geral	2,71	2,70	3,41	9,41	8,78	8,44
F	3,33	5,55	2,40	0,90	1,37	1,94
Prob.	0,01	0,01	0,12	0,54	0,25	0,18
CV(%)	12,17	10,55	11,52	6,13	6,10	7,11

onde: K20 = Alamicamba (N) N = Nicarágua
 K22 = Rio Coco (N) H = Honduras
 K23 = Brus Lagoon (H) G = Guatemala
 K24 = Ilha Guanaja (H) B = Belize
 K25 = Poptun (G)
 K54 = Briones (H)
 K60 = Potosi (H)
 K61 = Santa Clara (N)
 K64 = Santos (B)

As médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% (letras minúsculas) e 1% (letras maiúsculas)
 As probabilidades menores que 0,01 foram arredondadas para 0,01

TABELA 20. MÉDIAS DE "FOXTAIL" E INCLINAÇÃO DO FUSTE DAS PROCEDÊNCIAS DE *Pinus caribaea* var. *hondurensis* TESTADAS EM AGUDOS, SP, AOS 13 ANOS, EM CAPÃO BONITO, SP, AOS 14 ANOS E EM ARAQUARI, SC, AOS 13 ANOS E 9 MESES APOS O PLANTIO

	"FOXTAIL"			INCLINAÇÃO DO FUSTE		
	AGUDOS	C. BONITO	ARAQUARI	AGUDOS	C. BONITO	ARAQUARI
K20	7,74 bc BC	9,07	8,46	8,20	8,35 a	8,26
K22	8,80 ab ABC	8,50	8,45	8,07	8,23 ab	8,32
K23	7,43 c C	8,46	8,66	7,88	8,44 a	8,56
K24	9,02 ab AB	9,43	9,22	7,92	7,74 b	7,53
K25	9,40 a A	9,19	9,14	8,26	8,74 a	8,26
K54	9,51 a A	9,16	9,94	8,11	8,59 a	7,80
K60	9,31 a A	9,19	9,44	7,94	8,24 ab	8,24
K61	9,20 a AB	9,33	9,35	8,18	8,75 a	8,70
K64	8,77 ab ABC	8,99	9,34	8,22	8,30 a	8,08
Média						
geral	8,80	9,10	9,11	8,09	8,38	8,19
F	7,55	2,61	1,75	0,67	7,16	1,74
Prob.	0,01	0,03	0,22	0,72	0,01	0,22
CV(%)	6,09	5,24	5,84	4,36	3,10	4,68

onde: K20 = Alamicamba (N) N = Nicarágua
 K22 = Rio Coco (N) H = Honduras
 K23 = Brus Lagoon (H) G = Guatemala
 K24 = Ilha Guanaja (H) B = Belize
 K25 = Poptun (G)
 K54 = Briones (H)
 K60 = Potosi (H)
 K61 = Santa Clara (N)
 K64 = Santos (B)

As médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%

As probabilidades menores que 0,01 foram arredondadas para 0,01

TABELA 21. MÉDIAS DE QUEBRA DO FUSTE E ÂNGULO DE INSERÇÃO DOS GALHOS DAS PROCEDÊNCIAS DE *Pinus caribaea* var. *hondurensis* TESTADAS EM AGUDOS, SP, AOS 13 ANOS, EM CAPÃO BONITO, SP, AOS 14 ANOS E EM ARAQUARI, SC, AOS 13 ANOS E 9 MESES APOS O PLANTIO

	QUEBRA DO FUSTE			ÂNGULO DE INSERÇÃO DOS GALHOS		
	AGUDOS	C.BONITO	ARAQUARI	AGUDOS	C.BONITO	ARAQUARI
K20	9,96	9,82	9,44	7,11	6,90	7,00
K22	10,00	9,86	9,82	7,00	7,04	6,82
K23	9,97	9,71	10,00	7,07	7,24	6,89
K24	9,92	9,87	9,87	6,93	6,97	7,06
K25	9,93	9,63	9,64	7,18	7,06	7,06
K54	10,00	9,77	9,52	6,92	7,20	7,00
K60	9,97	9,59	9,50	7,03	7,35	7,00
K61	10,00	9,58	9,41	6,76	7,72	6,92
K64	9,86	9,82	9,78	7,00	7,24	7,48
Média						
geral	9,96	9,74	9,66	7,00	7,19	7,02
F	1,49	1,62	0,44	1,34	1,90	0,85
Prob.	0,21	0,16	0,86	0,27	0,10	0,59
CV(%)	0,77	2,12	4,62	3,05	5,56	4,08

onde: K20 = Alamicamba (N) N = Nicarágua
 K22 = Rio Coco (N) H = Honduras
 K23 = Brus Lagoon (H) G = Guatemala
 K24 = Ilha Guanaja (H) B = Belize
 K25 = Poptun (G)
 K54 = Briones (H)
 K60 = Potosi (H)
 K61 = Santa Clara (N)
 K64 = Santos (B)

As probabilidades menores que 0,01 foram arredondadas para 0,01

TABELA 22. MÉDIAS DE DIÂMETRO DOS GALHOS E SOMA DAS CARACTERÍSTICAS DE FORMA DAS PROCEDÊNCIAS DE *Pinus caribaea* var. *hondurensis* TESTADAS EM AGUDOS, SP, AOS 13 ANOS, EM CAPÃO BONITO, SP, AOS 14 ANOS E EM ARAQUARI, SC, AOS 13 ANOS E 9 MESES APÓS O PLANTIO

	DIÂMETRO DOS GALHOS			SOMA DAS CARACTERÍSTICAS DE FORMA		
	AGUDOS	C.BONITO	ARAQUARI	AGUDOS	C.BONITO	ARAQUARI
K20	7,72	8,49	7,84	53,34 ab AB	54,65	53,51
K22	7,20	8,65	7,78	53,58 ab AB	54,15	52,22
K23	7,22	8,98	7,89	51,46 b B	54,41	54,72
K24	7,22	8,40	7,68	52,78 ab AB	53,67	52,59
K25	8,00	9,03	7,92	54,83 a A	54,70	54,23
K54	7,66	8,65	7,53	54,68 a A	55,02	53,57
K60	7,73	8,33	7,16	53,90 ab AB	53,76	51,98
K61	7,83	8,50	7,10	54,06 a AB	55,28	53,80
K64	7,15	8,23	7,74	52,79 ab AB	54,00	54,64
Média geral	7,53	8,58	7,63	53,49	54,40	53,47
F	1,24	1,78	0,96	3,95	1,47	0,93
Prob.	0,32	0,12	0,52	0,01	0,21	0,54
CV(%)	7,81	5,33	5,77	1,98	1,88	2,78

onde: K20 = Alamicamba (N) N = Nicarágua
 K22 = Rio Coco (N) H = Honduras
 K23 = Brus Lagoon (H) G = Guatemala
 K24 = Ilha Guanaja (H) B = Belize
 K25 = Poptun (G)
 K54 = Briones (H)
 K60 = Potosi (H)
 K61 = Santa Clara (N)
 K64 = Santos (B)

As médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% (letras minúsculas) e 1% (letras maiúsculas)
 As probabilidades menores que 0,01 foram arredondadas para 0,01

duas procedências com maior ocorrência de "foxtail" foram Brus Lagoon (Honduras) e Alamicamba (Nicarágua), de altitudes mais baixas e precipitações mais elevadas. Quanto à somatória das características de forma, com uma tendência linear positiva em relação à altitude e uma tendência linear negativa em relação à precipitação, as procedências que se destacaram como melhores foram Poptun (Guatemala), Briones (Honduras) e Santa Clara (Nicarágua). Estas procedências são de altitude mais elevada e precipitação anual mais baixa que as demais.

No teste de Capão Bonito, as análises referentes às características de forma revelaram diferenças estatisticamente significativas entre procedências para retidão do fuste, "foxtail" e inclinação do fuste (Tabelas 19 e 20).

As tendências associativas mais significativas em Capão Bonito (Tabela 13), entre as características e os dados ambientais dos locais de origem, foram observadas entre: a retidão do fuste e a latitude e entre "foxtail" e a precipitação (ambas com tendência linear negativa); a quebra do fuste e a altitude (tendência linear negativa); quebra do fuste e precipitação (tendência linear positiva); e inclinação do fuste e altitude (tendência linear positiva).

A procedência que apresentou melhor retidão do fuste foi Alamicamba (Nicarágua), seguida de Santa Clara (Nicarágua), ambas de baixa latitude. O coeficiente de determinação de 47% para a regressão entre retidão do fuste e latitude não explicou a boa retidão do fuste da procedência Poptun (Guatemala) de latitude maior. Quanto ao "foxtail", as procedências de menor incidência desta característica foram Ilha Guanaja (Honduras),

Santa Clara (Nicarágua), Potosi (Honduras), Poptun (Guatemala), Briones (Honduras). As procedências de baixas altitudes e que apresentaram menores problemas com relação à quebra do fuste foram as de Ilha Guanaja (Honduras), Rio Coco (Nicarágua), Alamicamba (Nicarágua) e Santos (Belize). Quanto ao conjunto das características de forma, as melhores procedências foram Santa Clara (Nicarágua), Briones (Honduras), Poptun (Guatemala) e Alamicamba (Nicarágua).

Em Araquari, não foram detectadas diferenças estatisticamente significativas entre as procedências de *P. caribaea* var. *hondurensis* para nenhuma das características avaliadas (Tabelas 19, 20, 21 e 22).

4.1.9.2 *Pinus oocarpa*

P. oocarpa apresentou, em Capão Bonito, diferenças estatisticamente significativas nas características de forma entre as procedências, apenas quanto à retidão do fuste, bifurcação e na somatória de pontos de todas as características de forma (Tabela 23). A associação das características de forma com latitude, altitude e precipitação revelou entre a retidão do fuste e latitude, assim como a precipitação, uma tendência linear negativa. Entre a retidão do fuste e a altitude houve uma tendência linear positiva (Tabela 16).

A procedência de fuste mais reto foi Zamorano (Honduras), seguida de Lagunilla (Guatemala) e Maraquito (Honduras) que são todas de menor latitude, maior altitude e baixa precipitação nos locais de origem. Quanto à bifurcação, foi evidenciada a tendência de uma maior ocorrência de

TABELA 23. MÉDIAS DE RETIDÃO DO FUSTE (RF), BIFURCAÇÃO (B), INCLINAÇÃO DO FUSTE (I), QUEBRA DO FUSTE (Q), ÂNGULO DE INSERÇÃO DOS GALHOS (AG), DIÂMETRO DOS GALHOS (DG), SOMA DAS CARACTERÍSTICAS DE FORMA (SS) E DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA (DB) DAS PROCEDÊNCIAS DE *Pinus oocarpa* TESTADAS EM CAPÃO BONITO, SP, AOS 14 ANOS APOS O PLANTIO

TRAT.	RF	B	I	Q	AG	DG	SS	DB
K11	2,53 c B	7,69 a A	8,60	9,69	7,84	9,35	55,69 a	0,442
K15	3,26 abc AB	7,19 a A	8,86	9,43	7,41	9,38	55,53 a	0,440
K28	2,69 bc AB	7,42 a A	8,66	9,81	7,57	9,37	55,52 a	0,416
K36	3,59 a A	7,37 a A	8,70	9,03	7,36	9,43	55,48 a	0,439
K43	3,45 ab AB	5,58 b B	8,86	9,36	7,48	8,90	53,62 b	0,428
Média								
geral	3,10	7,05	8,73	9,46	7,53	9,29	55,17	0,433
F	6,09	9,70	0,44	1,39	1,50	2,12	4,64	0,560
Prob.	0,01	0,01	0,78	0,28	0,25	0,13	0,011	0,70
CV(%)	13,70	8,58	4,60	6,15	4,59	3,61	1,64	7,59

onde: K11 = El Conocaste (Guatemala)

K15 = Maraquito (Honduras)

K28 = Pueblo Caído (Guatemala)

K36 = Zamorano (Honduras)

K43 = Lagunilla (Guatemala)

As médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% (letras minúsculas) e 1% (letras maiúsculas)

As probabilidades menores que 0,01 foram arredondadas para 0,01

bifurcações quanto maior a altitude e menor a precipitação anual no local de origem das sementes. As duas procedências com menor incidência de bifurcações foram El Conocaste (Guatemala) e Pueblo Caído (Guatemala), de altitudes mais baixas e precipitações mais altas, seguidas de Zamorano (Honduras) e Maraquito (Honduras) de altitude e precipitação intermediárias. A procedência Lagunilla (Guatemala) de altitude elevada e precipitação mais baixa, apresentou a maior incidência de bifurcações.

As procedências de *P. oocarpa* testadas em Capão Bonito não apresentaram problemas de "foxtail". Quanto à soma das características de forma foi detectada uma tendência linear positiva nessa variável, em função da precipitação e uma tendência linear negativa em relação à altitude na origem. A nota mais baixa para a forma geral da árvore foi observada na procedência Lagunilla (Guatemala), que é originária de uma região com a menor precipitação anual e maior altitude. As demais, foram da melhor para a pior: El Conocaste (Guatemala), Maraquito (Honduras), Pueblo Caído (Guatemala) e Zamorano (Honduras).

4.1.9.3 *Pinus tecunumanii*

Entre as procedências de *P. tecunumanii* testadas em Capão Bonito, foram detectadas diferenças estatisticamente significativas quanto à retidão do fuste, inclinação do fuste, quebra do fuste e na soma das características de forma (Tabela 24). A procedência Mt. Pine Ridge (Belize) apresentou o fuste mais tortuoso. Quanto à inclinação do fuste, a procedência Mt.

TABELA 24. MÉDIAS DE RETIDÃO DO FUSTE (RF), BIFURCAÇÃO (B), "FOXTAIL" (FO), INCLINAÇÃO DO FUSTE (I), QUEBRA DO FUSTE (Q), ÂNGULO DE INSERÇÃO DOS GALHOS (AG), DIÂMETRO DOS GALHOS (DG), SOMA DAS CARACTERÍSTICAS DE FORMA (SS) E DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA (DB) DAS PROCEDÊNCIAS DE *Pinus tecunumanii* TESTADAS EM CAPÃO BONITO, SP, AOS 14 ANOS APÓS O PLANTIO

TRAT.	RF	B	FO	I	Q	AG	DG	SS	DB
K2	3,34 a	7,40	9,93	8,92 a	9,05 a	7,58	8,87	55,08	0,416
K42	3,42 a	7,70	10,00	8,74 ab	8,25 b	7,65	9,03	54,80	0,435
K49	2,35 b	7,22	9,92	8,49 b	8,56 ab	7,32	9,23	53,09	0,446
Média geral	3,04	7,44	9,95	8,71	8,62	7,52	9,04	54,32	0,432
F	9,79	0,44	1,49	5,60	6,02	1,03	0,77	3,71	0,99
Prob.	0,01	0,66	0,28	0,03	0,03	0,40	0,50	0,07	0,60
CV(%)	13,97	11,07	0,82	2,34	4,28	5,10	5,13	2,30	7,80

onde: K2 = Camélias (Nicarágua)

K42 = Yucul (Nicarágua)

K49 = Mt. Pine Ridge (Belize)

As médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%

As probabilidades menores que 0,01 foram arredondadas para 0,01

Pine Ridge foi significativamente pior que a procedência Camélias (Nicarágua), e quanto à quebra do fuste, a procedência Yucul foi significativamente pior que a procedência Camélias. Na soma das características de forma a procedência Camélias (Nicarágua) foi superior às outras duas.

4.1.10 Densidade Básica da Madeira entre Procedências

A análise da densidade básica das procedências de *P. caribaea* var. *hondurensis* não revelou diferenças estatisticamente significativas em nenhum dos locais testados (Tabela 25).

O estudo da associação entre a densidade básica da madeira e os dados geográficos e climáticos também não revelou nenhuma tendência associativa conforme Tabelas 12, 13 e 14.

Entre as procedências de *P. oocarpa* e *P. tecunumanii* testadas em Capão Bonito também não foram constatadas diferenças estatisticamente significativas (Tabelas 23 e 24). Nenhuma tendência associativa entre a densidade básica da madeira e os dados geográficos e climáticos foi verificada, conforme a Tabela 16.

4.2 ANÁLISE CONJUNTA DAS CARACTERÍSTICAS DAS PROCEDÊNCIAS DE *Pinus caribaea* VAR. *hondurensis*

Os resultados da análise conjunta das características em estudo envolvendo os três locais são apresentados na Tabela 26.

Foram detectadas diferenças estatisticamente significativas entre procedências para cinco das 11 características analisadas: altura total, D^2H , retidão do

TABELA 25. MÉDIAS DE DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA DAS PROCEDÊNCIAS DE *Pinus caribaea* var. *hodurensis* TESTADAS EM AGUDOS, SP, AOS 13 ANOS, EM CAPÃO BONITO, SP, AOS 14 ANOS E EM ARAQUARI, SC, AOS 13 ANOS E 9 MESES APOS O PLANTIO

	DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA		
	AGUDOS	C.BONITO	ARAQUARI
K20	0,396	0,364	0,379
K22	0,409	0,394	0,403
K23	0,436	0,400	0,398
K24	0,420	0,419	0,369
K25	0,417	0,377	0,403
K54	0,428	0,406	0,373
K60	0,409	0,398	0,397
K61	0,418	0,395	0,385
K64	0,427	0,401	0,404
Média			
geral	0,418	0,395	0,390
F	0,74	1,30	0,93
Prob.	0,65	0,28	0,51
CV(%)	7,54	7,90	8,22

onde: K20 = Alamicamba (N) N = Nicarágua
 K22 = Rio Coco (N) H = Honduras
 K23 = Brus Lagoon (H) G = Guatemala
 K24 = Ilha Guanaja (H) B = Belize
 K25 = Poptun (G)
 K54 = Briones (H)
 K60 = Potosi (H)
 K61 = Santa Clara (N)
 K64 = Santos (B)

As probabilidades menores que 0,01 foram arredondadas para 0,01

TABELA 26. RESULTADOS DA ANÁLISE CONJUNTA DAS CARACTERÍSTICAS DE *Pinus caribaea* var. *hondurensis*

CARACTERÍSTICAS	FONTES DE VARIAÇÃO		
	LOCAIS	PROCEDÊNCIAS	LOCAIS X PROC.
Altura total	77,90**	4,95**	1,17ns
DAP	31,37**	1,63ns	1,43ns
D ² H	60,16**	2,90**	1,40ns
Retidão do fuste	25,83**	5,46**	1,36ns
Bifurcação	13,92**	0,80ns	1,55ns
"Foxtail"	1,69ns	4,16**	1,84*
Quebra do fuste	13,21**	1,18ns	0,90ns
Inclinação do fuste	5,92**	3,17**	1,38ns
Ângulo de inserção do galhos	2,48ns	0,66ns	0,98ns
Diâmetro dos galhos	49,22**	1,73ns	0,63ns
Soma das características de forma	4,79*	1,55ns	1,51ns

onde: ** = significativo ao nível de 1%

* = significativo ao nível de 5%

ns = não significativo

fuste, "foxtail" e inclinação do fuste. Quanto aos três locais foram detectadas diferenças estatisticamente significativas para altura total, DAP, D²H, retidão do fuste, bifurcação, quebra do fuste, inclinação do fuste, diâmetro dos galhos e soma das características de forma. As diferenças entre locais, que foram as que em maior número se evidenciaram, podem ser em parte atribuídas, no caso das características de crescimento, às diferentes idades de avaliação. Além disto, os fatores geográficos e climáticos são distintos de um local para outro.

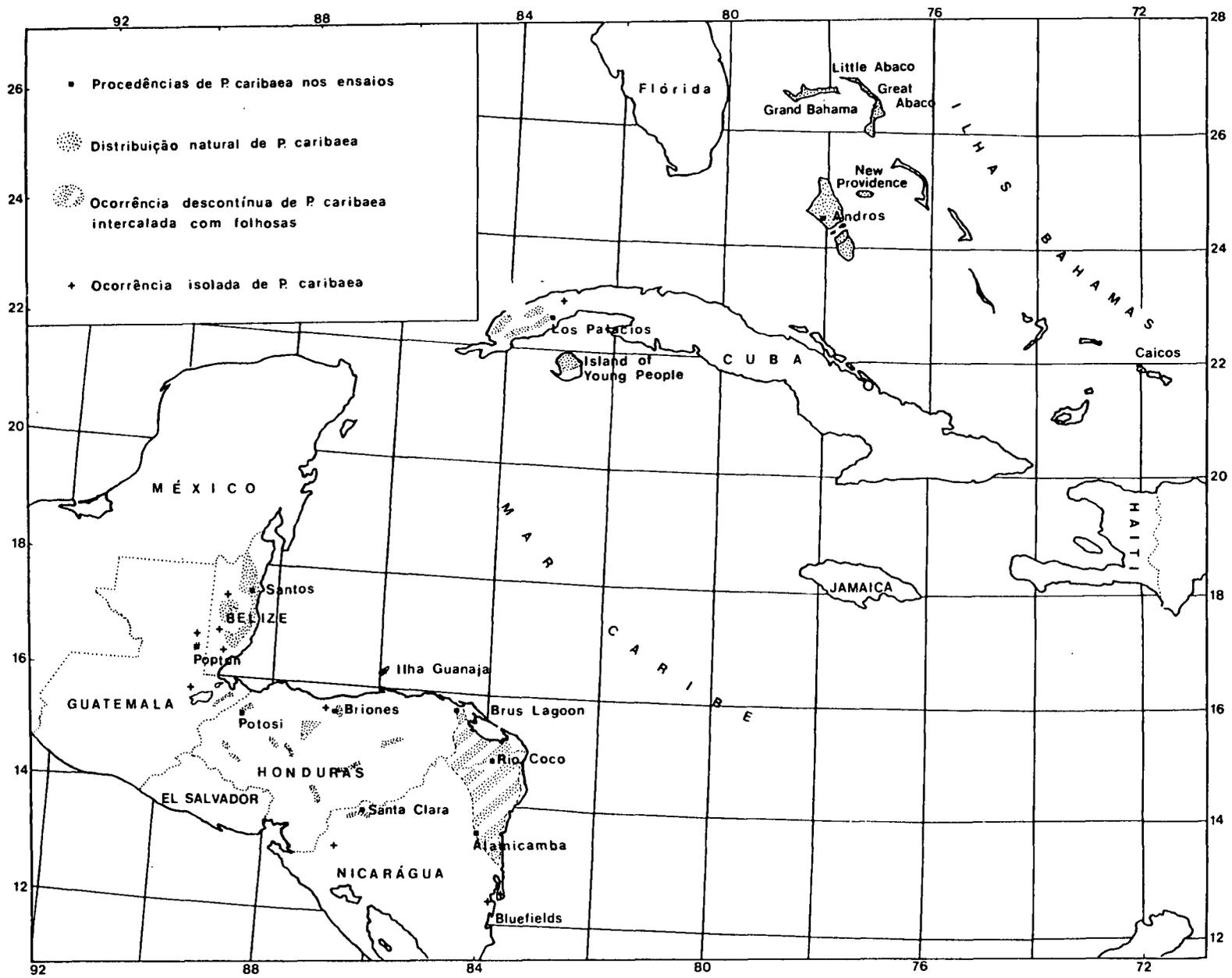
Não foi detectada interação das características em estudo com os locais de ensaio, a não ser para o "foxtail".

5 CONCLUSOES

- 1 Os pinheiros tropicais apresentam um grande potencial em algumas regiões sub-tropicais do Brasil, onde não são tradicionalmente plantados, como em Capão Bonito e Araquari e onde podem ter produtividade superior a *Pinus elliottii*.
- 2 *Pinus tecunumanii* é, entre os pinheiros tropicais avaliados, o de maior potencialidade, podendo ser plantado com a vantagem de um maior crescimento volumétrico em relação às demais espécies e variedades, nas três regiões bioclimáticas representadas por Agudos, Capão Bonito e Araquari.
- 3 *P. tecunumanii*, embora demonstre uma tendência a apresentar fustes retos, possui galhos grossos. Em regiões sujeitas a fortes ventos, pode sofrer danos como a quebra do fuste, sendo este um fator importante a ser considerado na escolha de locais para o estabelecimento de plantações com a espécie.
- 4 *P. caribaea* var. *hondurensis* destaca-se com um bom crescimento volumétrico nos três locais, porém apresenta problemas em sua forma. Em Capão Bonito e Araquari, as procedências de altitudes mais elevadas e de precipitações anuais mais baixas tendem a apresentar maiores crescimentos em volume.

- 5 Procedências de *P. caribaea* var. *hondurensis* originárias de sítios do interior com altitudes mais elevadas e precipitações mais baixas, nos três locais, tendem a apresentar maior incidência de "foxtail". Em Capão Bonito, procedências provenientes de menor latitude tendem a apresentar fustes mais retos, enquanto que as de maior altitude e menor precipitação tendem a apresentar maior índice de quebra do fuste.
- 6 *P. caribaea* var. *bahamensis* destacou-se em Araquari com boa produção volumétrica, boa forma e a mais alta densidade da madeira entre os pinheiros tropicais testados, revelando-se uma espécie promissora para a região.
- 7 *P. oocarpa*, que em Agudos, apresenta uma boa forma e um dos maiores crescimentos volumétricos, inferior somente a *P. tecunumanii*, destacou-se tanto em Capão Bonito como em Araquari com o menor crescimento em volume entre os pinheiros testados.
- 8 A densidade básica da madeira é uma característica cuja interação genótipo x ambiente deve ser considerada, tendo em vista a inversão de comportamento das espécies e variedades em Capão Bonito e Agudos em relação a Araquari.

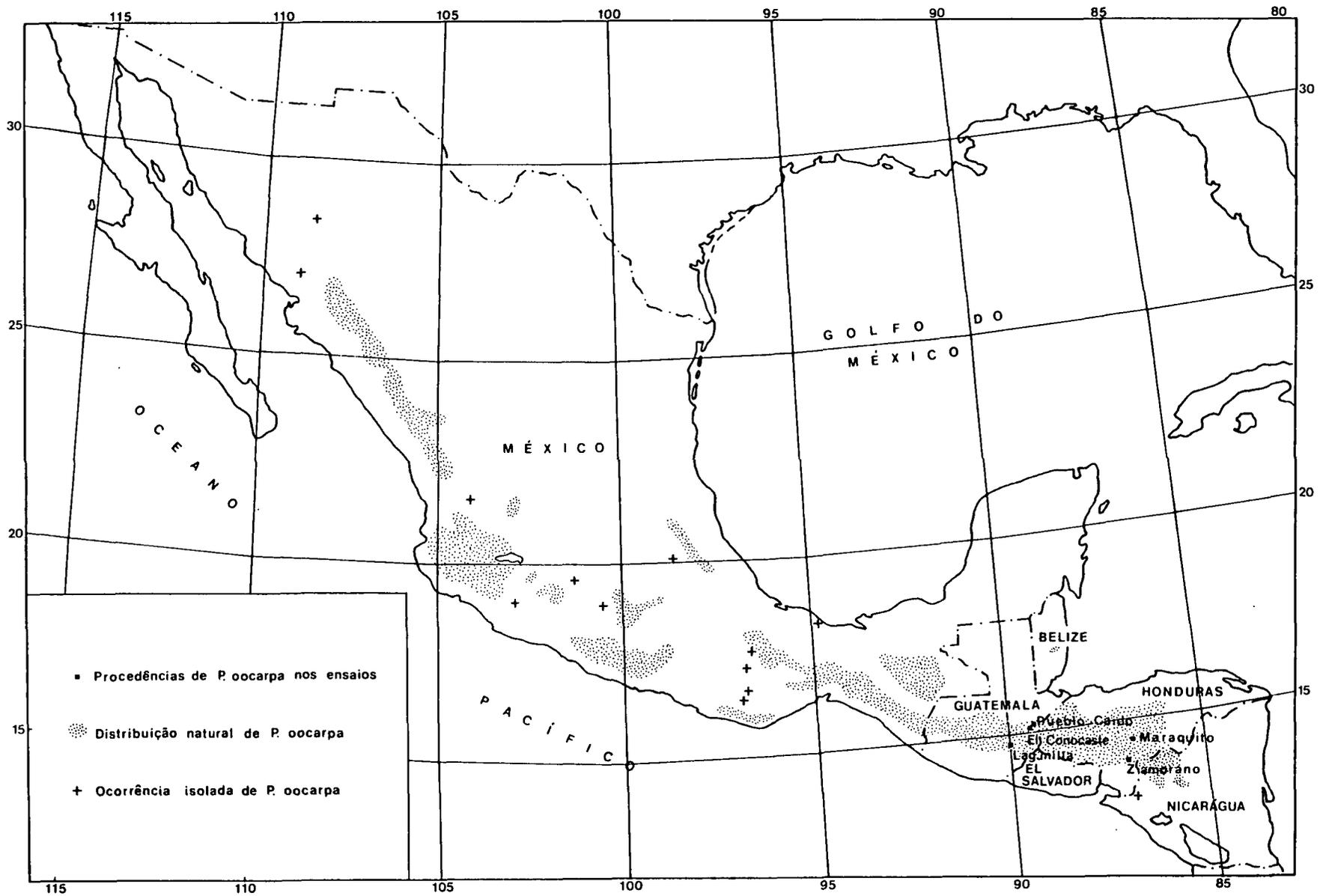
ANEXOS



FONTE: Adaptado de LAMB, A.F.A., 1973.

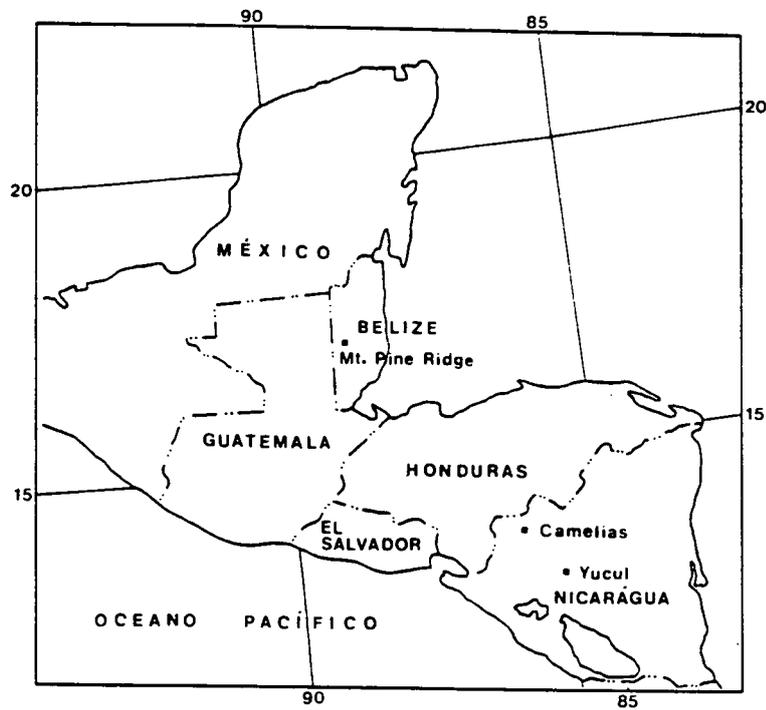
FIGURA A1. DISTRIBUIÇÃO NATURAL DE *Pinus caribaea*

FIGURA A2. DISTRIBUIÇÃO NATURAL DE *Pinus oocarpa*



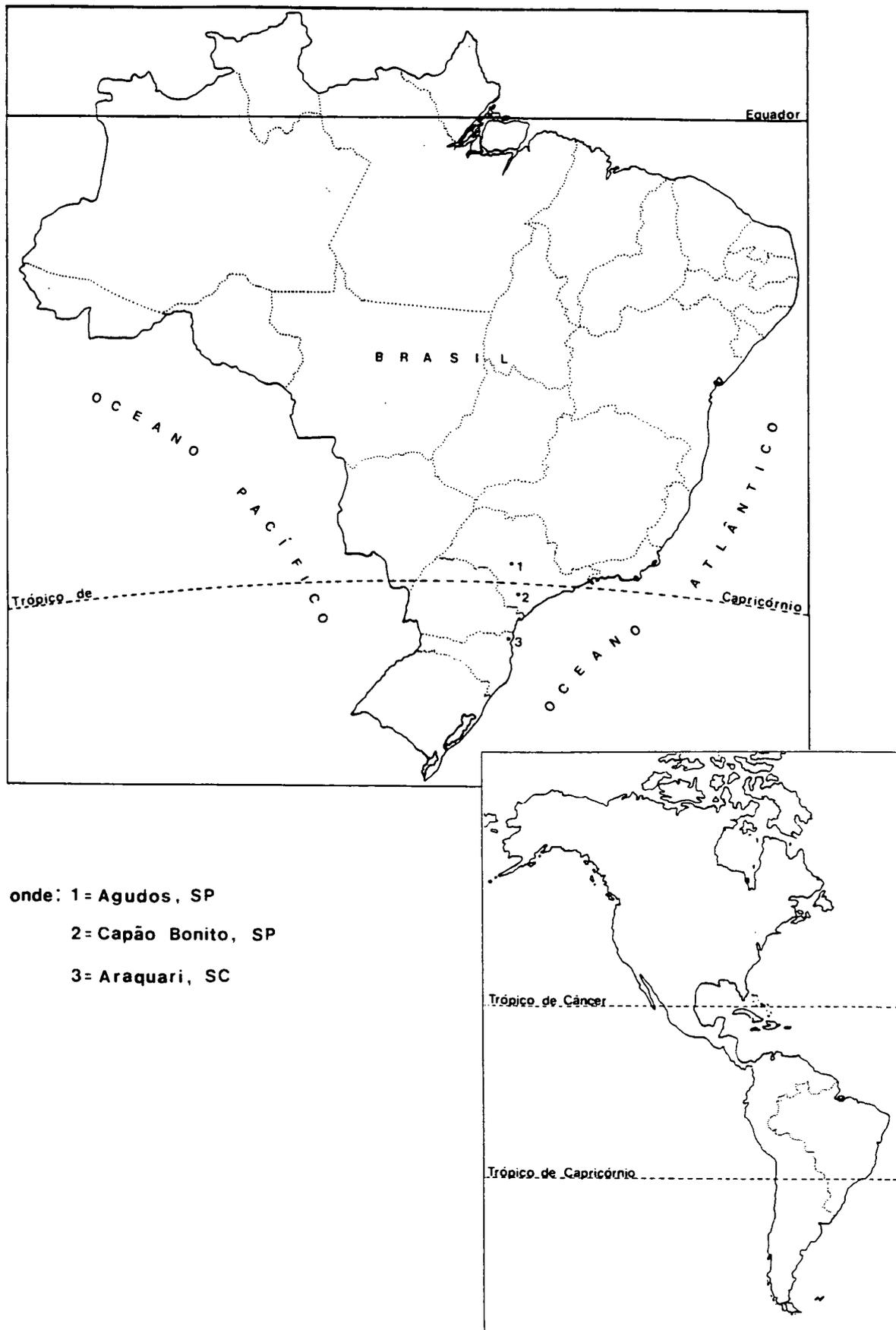
FONTE: Adaptado de GREAVES, A., 1980.

FIGURA A3. PROCEDENCIAS DE *Pinus tecunumanii* INCLUIDAS NOS ENSAIOS



onde: • = Procedências de *P. tecunumanii* nos ensaios

FIGURA A4. LOCAIS DE EXPERIMENTAÇÃO



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1 AMARAL, A.C.; FERREIRA, M.; COUTO, H.T.Z. do. Métodos de avaliação da densidade básica da madeira de populações de pinheiros tropicais. IPEF, Piracicaba, n.15, p.47-67, 1977.
- 2 ARAUJO, A.J. de. **Early results of provenance studies of loblolly and slash pines in Brazil.** Michigan, 1980. 115p. Tese (Doutorado) - Michigan State University.
- 3 BARNES, R.D.; STYLES, B.T. The closed-cone pines of Mexico and Central America. **Commonwealth Forestry Review**, Oxford, v.62, n.2, p.81-84, 1983.
- 4 BARRICHELO, L.E.G.; BRITO, J.O.; MIGLIORINI, A.J. Estudo da variação longitudinal da densidade básica de *Eucalyptus* spp. **Silvicultura**, São Paulo, n.28, p.726-731, 1983.
- 5 BERTOLANI, F. Programas em andamento e problemas básicos em florestas implantadas de pinheiros tropicais. **Silvicultura**, São Paulo, v.8, n.29, p.1-4, 1983.
- 6 BERTOLANI, F.; NICOLIELO, N. **Comportamento e programa de melhoramento genético dos pinus tropicais na região de Agudos-SP, Brasil.** Brasília, 1977. 19p. (Comunicação Técnica, 18).
- 7 BIRKS, J.S.; BARNES, R.D. Multivariate analysis of data from international provenance trials of *Pinus oocarpa*/*Pinus patula* subspecies *tecunumanii*. **Commonwealth Forestry Review**, Oxford, v.64, n.4, p.367-374, 1985.
- 8 BRASIL, M.A.M. **Densidade básica e características das fibras de madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden aos 3 anos de idade.** Piracicaba, 1976. 126p. Tese (Doutorado) - ESALQ/USP.
- 9 COCHRAN, W.G.; COX, G.M. **Experimental designs.** 2.ed. New York: J. Wiley, 1957. 611p.

- 10 EGUILUZ PIEDRA, T.; PERRY, J.P.Jr. *Pinus tecunumanii*: una especie nueva de Guatemala. **Ciencia Forestal**, Mexico, v.8, n.41, p.3-22, 1983.
- 11 EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas (Curitiba, PR). **Zoneamento ecológico para plantios florestais no estado do Paraná**. Brasília: EMBRAPA - DDT, 1986. 89p. (EMBRAPA - CNPF. Documentos, 17).
- 12 FOELKEL, C.E.B.; BRASIL, M.A.M.; BARRICHELO, L.E.G. Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. **O Papel**, São Paulo, v.32, n.8, p.57-61, 1972.
- 13 FONSECA, S.M. da; KAGEYAMA, P.Y. Bases genéticas e metodologia para seleção de árvores superiores de *Pinus taeda*. **IPEF**, Piracicaba, n.17, p.35-39, 1978.
- 14 GIBSON, G.L.; BARNES, R.D.; BERRINGTON, J. Provenance productivity in *Pinus caribaea* and its interaction with environment. **Commonwealth Forestry Review**, Oxford, v.62, n.2, p.93-106, 1983.
- 15 GOLFARI, L. Coníferas aptas para reflorestamento nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. **Boletim Técnico. Brasil Florestal**, Rio de Janeiro, n.1, p.1-71, 1971.
- 16 GOLFARI, L.; CASER, R.L.; MOURA, V.P.G. **Zoneamento ecológico esquemático para o reflorestamento no Brasil; 2ª aproximação**. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1978. 66p. (ONUD/FAO/IBDF/BRA-45. Série Técnica, 11).
- 17 GREAVES, A. **Review of *Pinus caribaea* Mor and *Pinus oocarpa* Schiede international provenance trials, 1978**. Oxford: Commonwealth Forestry Institute, 1980. 89p. (CFI. Occasional Paper, 12).
- 18 _____. Revisão dos testes internacionais de procedências de *Pinus caribaea* Morelet e *Pinus oocarpa* Schiede. **Silvicultura**, São Paulo, v.8, n.29, p.13-17, 1983.
- 19 KAGEYAMA, P.Y. Melhoramento genético de pinheiros tropicais no Brasil. **Silvicultura**, São Paulo, v.8, n.29, p.17-21, 1983.

- 20 KEMP, R.H. International provenance research on central american pines. **Commonwealth Forestry Review**, Oxford, v.52, n.1, p.55-66, 1973.
- 21 LAMB, A.F.A. **Fast growing timber trees of the lowland tropics**. Oxford: Commonwealth Forestry Institute, 1973. 254p.
- 22 LIEGEL, L.H. Assessment of hurricane rain/wind damage in *Pinus caribaea* and *Pinus oocarpa*. Provenance trials in Puerto Rico. **Commonwealth Forestry Review**, Oxford, v.63, n.1, p.47-53, 1984.
- 23 MATHESON, A.C.; RAYMOND, C.A. A review of provenance x environment interaction: its practical importance and use with particular reference to the tropics. **Commonwealth Forestry Review**, Oxford, v.65, n.4, p.283-302, 1986.
- 24 McCARTER, P.S.; BIRKS, J.S. *Pinus patula* subspecies *tecunumanii*: the application of numerical techniques to some problems of its taxonomy. **Commonwealth Forestry Review**, Oxford, v.64, n.2, p.117-132, 1985.
- 25 NIKLES, D.G.; SPIDY, T.; RIDER, E.J.; EISEMANN, R.L.; NEWTON R.S.; MATTHEWS-FREDERICK, D. Variação genética em resistência ao vento entre procedências de *P. caribaea* Mor. var. *hondurensis* Barr. & Golf. em Queensland. **Silvicultura**, São Paulo, v.8, n.29, p.125-130, 1983.
- 26 REZENDE, J.L.; NEVES, A.R. Evolução e contribuição do setor florestal para a economia brasileira. In: SIMPOSIO BILATERAL BRASIL-FINLANDIA SOBRE ATUALIDADES FLORESTAIS, 1988, Curitiba. **Simpósio...** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1988. p.214-265.
- 27 SLEE, M.U.; NIKLES, D.G. **Variability of *Pinus caribaea* (Mor.) in young Queensland plantations**. Prepared for ninth Commonwealth Forestry Conference, 1968. 50p.
- 28 STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. 2.ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 633p.

- 29 STYLES, B.T. *Pinus patula* Schiede & Deppe subsp *tecunumanii* (Eguiluz & Perry) Styles. FAO Data Book on Endangered Arboreal Species and Provenances. Rome (in press)
- 30 _____. Taxonomia, variação e exploração de *Pinus caribaea* e *Pinus oocarpa* no México e América Central. *Silvicultura*, São Paulo, v.8, n.29, p.144-146, 1983.
- 31 WIERSUM, K.F. Some observations on the occurrence of foxtail in young *Pinus caribaea* plantations at Turrialba, Costa Rica. *Turrialba*, San Jose, v.23, n.3, p.362-365, 1973.
- 32 WOESSNER, R.A. Crescimento, forma e densidade da madeira do C.F.I.- Teste de procedência de *P. caribaea* aos seis anos de idade, em Jari. *Silvicultura*, São Paulo, v.8, n.29, p.155-159, 1983.
- 33 WRIGHT, J.A.; GIBSON, G.L.; BARNES, R.D. Provenance variation in stem volume and wood density of *Pinus caribaea*, *P. oocarpa* and *P. patula* ssp. *tecunumanii* in Zambia. *Commonwealth Forestry Review*, Oxford, v.65, n.1, p.33-40, 1986.
- 34 _____. Variation of stem volume and wood density of *Pinus oocarpa* and *P. patula* ssp. *tecunumanii* at Agudos, São Paulo, Brazil. *IPEF*, Piracicaba, n.32, p.21-23, 1986.
- 35 _____. Provenance variation in stem volume and wood density of *Pinus caribaea*, *P. oocarpa* and *P. patula* ssp. *tecunumanii* in Puerto Rico. *Turrialba*, San Jose, v.38, n.2, p.123-126, 1988.
- 36 WRIGHT, J.W. *Introduction to forest genetics*. New York: Academic Press, 1976. 463p.
- 37 ZOBEL, B.S.; TALBERT, J. *Applied forest tree improvement*. New York: J. Wiley, 1984. 505p.