CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA ANATÔMICA DA MADEIRA,
FENOLOGIA E RELAÇÕES COM A ATIVIDADE CAMBIAL DE ÁRVORES
DE TECA (*Tectona grandis*) - VERBENACEAE.

NARCISO DA SILVA CARDOSO

Engenheiro - Operacional

Modalidade Indústria da Madeira

Orientador: Prof. Dr. MÁRIO TOMAZELLO FILHO

Dissertação apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de
Mestre em Ciências Florestais.

PIRACICABA

Estado de São Paulo

Maio - 1991

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCAP/USP

Cardoso, Narciso da Silva

C268c Caracterização da estrutura anatômica da madeira,
fenologia e relações com a atividade cambial de árvo-
res de teca (Tectona grandis L.f) - Verbenaceae, Pi-
racicaba, 1991.
117p, ilustr.

Diss. (Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Madeira de teca - Anatomia 2. Teca - Crescimen-
to - Taxa 3. Teca - Fenologia 4. Teca - Idade 5. Te-
ca - Produto derivado - Anatomia I. Escola Superior
de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

CDD 634.97338

CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA ANATÔMICA DA MADEIRA,
FENOLOGIA E RELAÇÕES COM A ATIVIDADE CAMBIAL DE ÁRVORES
DE TECA (*Tectona grandis*) - VERBENACEAE.

NARCISO DA SILVA CARDOSO

APROVADA EM: 05/07/91

Comissão Julgadora

Prof. Dr. Mário Tomazello Filho

ESALQ/USP

Prof. Dr^a. Verônica Angyalossy Alfonso

IB/DB/USP

Dr. João Peres Chimelo

IPT

Prof. Dr. Mário Tomazello Filho
Orientador

Aos meus pais

Geraldo e Adelina (in memoriam) que,
com amor, muito se privaram pela
educação de seus filhos.

Aos meus irmãos

Osvaldo e Antonio (in memoriam),
Júlia, Maria Luiza, Vanderlei,
Darnelio e Pascoal,

ofereço.

À minha esposa MARIA DE FÁTIMA,
pelo amor e compreensão nas horas de
dificuldade e de ausência,

aos meus filhos
LOUSIANE MARTINS,
NARCISO JUNIOR,
MYRCIA LOURDES MARTINS e
JEAN MICHAEL MARTINS,

dedico este trabalho

A G R A D E C I M E N T O S

O autor expressa sinceros agradecimentos a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para realização deste trabalho, em especial:

Ao Instituto de Tecnologia da Amazônia - UTAM, pela liberação para realizar o curso de Pós-Graduação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior - CAPES, por conceder bolsa de estudo através do Programa Institucional de Capacitação de Docentes - PICD, coordenado pela Universidade do Amazonas;

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP), em especial ao Departamento de Ciências Florestais - DCF, pela oferta do curso;

Ao Prof. Dr. Antonio Natal Gonçalves, pelo summary e a Bibliotecária Marialice Poggiani, pela revisão das citações bibliográficas;

Ao Leonardo Martins do Canto, pelos serviços prestados concernentes às mensurações anatômicas;

Aos funcionários DCF/IPEF, em especial a Milton C. Ribeiro e Luis Eduardo Facco, do setor de computação e Maria Aparecida Rizzato, do Laboratório de Anatomia e Identificação de Madeira, pelo apoio na execução do presente trabalho;

Aos técnicos do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A - IPT, Divisão de Produtos Florestais, Textéis e Couros, Agrupamentos de Propriedades Básicas da Madeira, Laboratório de Anatomia e Identificação, em especial ao Antonio Carlos Franco Barbosa e José Fernandes, pela amizade e inestimável auxílio técnico na execução do trabalho;

Aos colegas do Curso de Pós-graduação em especial, Benedito Alisio da Silva Pereira, Anízio de

Araújo Cavalcante, Marcio Roberto Gaiotto, Jaime Tadeu França, Claudete C. do Nascimento, pela amizade, apoio e frutífera convivência;

Ao Dr. João Peres Chimelo, do Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT/SP e Dra. Verônica Angyalossy-Alfonso do Instituto de Biociências/USP, pelas sugestões prestadas na elaboração do presente trabalho;

De forma muitíssimo especial ao Prof. Dr. Mário Tomazello Filho, pela incansável e valiosa orientação inteligente, segura e eficaz, pelo empenho e pelas seguidas demonstrações de amizade, companheirismo, paciência e confiança.

S U M Á R I O

	Página
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	xi
RESUMO	xiii
SUMMARY	xv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISAO DE LITERATURA	4
2.1. Fenologia	4
2.1.1. Da fenologia e sua importância no campo florestal.....	4
2.1.2. Dos aspectos fenológicos com alguns parâmetros ambientais	5
2.2. Características gerais da teca.....	7
2.2.1. Da botânica.....	7
2.2.2. Da distribuição geográfica	8
2.2.3. Da importância econômica e aplicações da madeira.....	9
2.2.4. Dos fatores climáticos e o desenvolvimento.....	11
2.3. Atividade cambial	12
2.4. Marcação do câmbio	13
2.5. Idade e taxa de crescimento	15
2.6. Variação da estrutura anatômica e da densidade básica.....	17
3. MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1. Espécie e histórico	20
3.2. Localização, condições climáticas e solo ..	21
3.2.1. Localização	21
3.2.2. Condições climáticas	21

3.2.3. Solo	21
3.3. Caracterização das árvores	22
3.4. Fenologia	22
3.5. Caracterização anatômica da madeira	23
3.5.1. Caracterização anatômica macroscópica	23
3.5.2. Caracterização anatômica microscópica	27
3.6. Atividade cambial	29
3.7. Marcação do câmbio	31
3.8. Determinação da idade e taxa de crescimento	32
3.9. Variação da estrutura anatômica e densidade básica da madeira nos sentidos radial e longitudinal do tronco	33
3.10. Tratamento estatístico	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1. Fenologia	36
4.1.1. Folhas.....	37
4.1.1a. Água.....	39
4.1.1b. Temperatura	42
4.1.1c. Fotoperíodo	44
4.1.2. Floração.....	45
4.1.2a. Água.....	45
4.1.2b. Temperatura.....	46
4.1.2c. Fotoperíodo.....	47
4.1.3. Frutificação.....	47
4.1.3a. Água	48
4.1.3b. Temperatura.....	49
4.2. Caracterização anatômica da madeira.....	49
4.2.1. Caracterização anatômica macroscópica	49
4.2.2. Caracterização anatômica microscópica	51
4.3. Atividade cambial	59
4.3.1. Estrutura do câmbio	59

4.3.2. Periodicidade da atividade cambial .	63
4.3.3. Desenvolvimento do tecido vascular .	66
4.3.4. Atividade cambial em relação à fenologia.....	69
4.3.5. Atividade cambial em relação aos fatores climáticos.....	72
4.4. Marcação do câmbio	73
4.5. Determinação da idade e taxa de crescimento	85
4.6. Variação da estrutura anatômica e densidade básica da madeira nos sentidos radial e longitudinal do tronco	91
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	102
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	104
APÊNDICES	114

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1 . Preparo dos corpos de prova para a caracterização da estrutura anatômica e da variação da densidade básica da madeira das árvores de teca.....	26
FIGURA 2 . Curso do balanço hídrico, segundo THORNTHWAITE & MATTER (1955), para a região de Piracicaba, SP. Dados mensais médios para o período de 1959 a 1989....	39
FIGURA 3 . Curso do balanço hídrico, segundo THORNTHWAITE & MATTER (1955), para a região de Piracicaba, SP. Dados mensais médios para o período de janeiro de 1988 a dezembro de 1989.....	41
FIGURA 4 . Características anatômicas da madeira de teca.....	55
FIGURA 5 . Características anatômicas da madeira de teca.....	56
FIGURA 6 . Fotomicrografias das seções tangenciais região da camada cambial da árvore de teca.....	60
FIGURA 7 . Fotomicrografias das seções tangenciais da região da camada cambial da árvore de teca.....	61
FIGURA 8 . Fotomicrografias das seções transversais da região da camada cambial da árvore de teca.....	62
FIGURA 9 . Fotomicrografias das seções transversais da região da camada cambial da árvore de teca.....	65
FIGURA 10. Variação sazonal do número médio de células da região da camada cambial e diferenciação dos elementos do xilema e floema da árvore de teca.....	67

FIGURA 11. Fotomicrografias das secções transversais da camada cambial da árvore de teca.....	68
FIGURA 12. Fotomacrografias das secções transversais, com destaque para as cicatrizes do xilema e linha do parênquima longitudinal inicial	77
FIGURA 13. Fotomacrografias das secções transversais, com destaque para a linha do parênquima longitudinal inicial.....	78
FIGURA 14. Fotomacrografia da secção transversal, com destaque para a cicatriz do xilema e a linha do parênquima longitudinal inicial	79
FIGURA 15. Fotomicrografias das secções transversais, com destaque para o tecido de cicatrização.....	80
FIGURA 16. Fotomicrografias das secções transversais, com destaque para o tecido de cicatrização	81
FIGURA 17. Fotomicrografia da secção transversal. com destaque para os vasos de menor diâmetro.....	82
FIGURA 18. Secções transversais dos discos de madeira obtidos na altura do DAP das árvores L8-63 e L3-12, com destaque para as cicatrizes em diferentes posições do xilema.....	83
FIGURA 19. Secção transversal do disco de madeira obtido na altura do DAP da árvore L11-102, com destaque para as cicatrizes em diferentes posições do xilema.....	84

FIGURA 20. Desenho esquemático mostrando as posições das cicatrizes no xilema das árvores de teca, com destaque para o afastamento das cicatrizes.....	85
FIGURA 21. Análise do tronco da árvore de teca L8-63 (DOMINADA).....	86
FIGURA 22. Análise do tronco da árvore de teca L3-12 (CODOMINANTE).....	87
FIGURA 23. Análise do tronco da árvore de teca L11-102 (DOMINANTE).....	89
FIGURA 24. Incrementos anuais do diâmetro no DAP em (mm) árvores de teca dominada (L8-63), codominante (L3-12) e dominante (L11-102).....	90
FIGURA 25. Dimensões das fibras no sentido medula-casca, para quatro diferentes alturas do tronco das árvores de teca...	94
FIGURA 26. Dimensões das fibras no sentido medula-casca, para quatro diferentes alturas do tronco das árvores de teca...	95
FIGURA 27. Dimensões dos vasos no sentido medula-casca, para as quatro diferentes alturas do tronco das árvores de teca...	96
FIGURA 28. Variação do diâmetro interno dos vasos (μ) no lenho primaveril no sentido medula-casca, para quatro diferentes alturas do tronco das árvores de teca...	97
FIGURA 29. Fotomicrografias das secções transversais da madeira na altura do DAP, em três diferentes posições no sentido medula-casca.....	98
FIGURA 30. Variação da densidade básica no sentido medula-casca, para quatro diferentes alturas do tronco das árvores de teca...	99

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1 . Características das três árvores de teca selecionadas para o desenvolvimento do estudo.....	25
TABELA 2 . Data das coletas de amostras do lenho e casca do tronco de 2 árvores de teca da área de estudo.....	31
TABELA 3 . Médias mensais de temperatura, precipitação e comprimento do dia, para a região de Piracicaba, SP., no período de 1959 a 1989.....	36
TABELA 4 . Estádios fenológicos das árvores de teca no período de agosto de 1988 a maio de 1990.....	38
TABELA 5 . Médias e totais médios mensais e anuais para a região de Piracicaba, SP. Dados meteorológicos mensais coletados de 1988 a 1990.....	43
TABELA 6 . Valores médios quantitativos dos elementos anatômicos da madeira das três árvores de teca.....	57
TABELA 7 . Valores médios quantitativos dos elementos anatômicos das três árvores de teca e teste Tukey para as variáveis estudadas.....	58
TABELA 8 . Relação entre a fenologia, atividade cambial e a formação das camadas de crescimento.....	71
TABELA 9 . Diâmetro à altura do peito (DAP) inicial e final das árvores de teca e data das marcações da camada cambial.....	74

TABELA 10. Valores médios do comprimento, diâmetro tangencial, diâmetro do lume e espessura das paredes das fibras; comprimento e diâmetro interno dos vasos no lenho outonal e primaveril e densidade básica no sentido medula-casca e em várias alturas do tronco das árvores de teca	100
TABELA 11. Valores médios do comprimento, diâmetro tangencial, diâmetro do lume e espessura das paredes das fibras; comprimento e diâmetro interno dos vasos no lenho outonal e primaveril e densidade básica no sentido medula-casca e em várias alturas do tronco das árvores de teca (continuação)	101

CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA ANATÔMICA DA MADEIRA,
FENOLOGIA E RELAÇÕES COM A ATIVIDADE CAMBIAL DE ÁRVORES
DE TECA (*Tectona grandis* L. f.) - VERBENACEAE.

Autor : NARCISO DA SILVA CARDOSO

Orientador: PROF. DR. MARIO TOMAZELLO FILHO

RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido com árvores de teca (*Tectona grandis* L. f.), obtidas de um povoamento implantado no Campus da ESALQ, Piracicaba-SP., em fevereiro de 1959, a partir de sementes coletadas na Usina Tamoio em Araraquara-SP. Foram avaliados semanalmente estádios fenológicos (folhas, brotação, floração e frutificação) durante o período de agosto/1988 a maio/1990 e relacionados com as variações climáticas desse período.

Os resultados permitiram concluir que as árvores de teca apresentaram estádios fenológicos distintos, com a queda das folhas na estação seca (setembro-outubro), tornando-se quase que completamente desfolhadas em dezembro. A fase de brotação inicia-se no final da estação seca (meados de novembro) e o desenvolvimento do limbo foliar no período chuvoso (janeiro). A floração tem início em janeiro, atingindo o pico máximo de meados de janeiro a meados de fevereiro, quando a precipitação e a temperatura são elevadas. A frutificação inicia-se no período chuvoso e os frutos amadurecem, secam e caem das árvores no final de maio a final de novembro, quando ocorre deficit hídrico e baixa temperatura.

Foram conduzidos estudos anatômicos da madeira de três árvores de teca - dominada, codominante e dominante, demonstrando que a madeira é estruturalmente

semelhante, com diferenças de natureza quantitativa.

A atividade cambial das árvores dessa espécie foi estudada pela retirada de amostras de lenho e casca em diferentes épocas do ano no período de 1988-1990.

O câmbio, composto pelas células iniciais fusiformes e iniciais radiais, apresenta dois períodos distintos: (i) o de atividade que se inicia em meados de dezembro, declinando até o final de agosto; (ii) o de dormência durante os meses de setembro a novembro. O primeiro período é coincidente com a estação chuvosa e temperaturas elevadas, quando as árvores iniciam a brotação e o segundo com a estação seca, quando as árvores perdem suas folhas.

A formação do xilema e dos anéis de crescimento foi estudada através de incisões no câmbio das árvores, usando a técnica da "janela", permitindo determinar o período de formação do parênquima longitudinal inicial e, conseqüentemente, a idade das mesmas.

A idade e a taxa de crescimento das árvores de teca foram determinadas através da contagem e mensuração dos anéis de crescimento em discos de madeira obtidos da base do tronco das mesmas.

As variações da estrutura anatômica e da densidade básica foram estudadas no sentido medula-casca em amostras de madeira obtidas a várias alturas do tronco. De um modo geral, as dimensões de fibras e dos vasos (diâmetro) tenderam a aumentar enquanto que o comprimento dos elementos de vasos tendeu a diminuir no sentido radial até 50% do raio, vindo a aumentar ou estabilizar em direção à casca, para todas as alturas. A densidade básica da madeira para varias alturas, aumentou da medula até 50% do raio, principalmente nos discos da BASE e DAP, diminuindo em direção à casca e também ao nível de 50 e 100% da altura comercial.

CHARACTERIZATION OF THE WOOD ANATOMICAL STRUCTURE,
PHENOLOGY AND RELATIONS WITH THE CAMBIAL ACTIVITY OF
TEAK TREES (*Tectona grandis* L. f.) - VERBENACEAE.

Author: NARCISO DA SILVA CARDOSO

Adviser: Prof. Dr. MARIO TOMAZELLO FILHO

S U M M A R Y

This work was developed with *Tectona grandis* L. f. (teak) trees from a stand planted at the ESALQ campus, Piracicaba (SP.) in February 1959. The seeds were collected in Usina Tamoio, Araraquara (SP.). Phenological stages (leaf development and fall, shoot growth, flowering and fructification) were weekly evaluated from August 1988 to May 1990 and related to the climatic variations of the period.

The analysis of the results allowed to conclude that: a) The teak trees showed distinct phenological stages with the leaf fall during the dry season (September to October) becoming almost leafless in December. b) The shoot growth started at the end of the dry season (middle November) and the leaf blade developed during the rainy period (January). c) The flowering started in January and reached its maximum in middle January to the middle February, when the rain fall and the temperatures were high. d) The fructification started in the rainy period and the fruits got ripen, dry and fall from the end of May to the end of November, when occurs the water deficit and low temperatures.

Anatomical studies carried out on the wood of three teak trees - dominant, codominant and dominated demonstrated that the wood is structurally similar with quantitative differences.

The cambial activity was studied through the monthly sampling of the wood and of the bark of the trees from 1988 to 1990.

The cambium, composed by fusiform initial and radial initial cells, showed two growth period: (i) that where the activity started in the middle of December and ended in the final of August and (ii) that where occurred the dormancy, from September to November. The first period was coincident with the rainy season and high temperatures when the trees started the shoot growth. The second was coincident with the dry season when occurs the leaf fall.

The xylem and growth ring formation was studied through trunk incisions using the "window" technique. This allowed to determine the period of the initial longitudinal parenchyma formation and consequently the tree age.

The age and the growth rate of the teak trees were determined through the counting and the mensuration of the growth rings from wood discs obtained from the base of the trunks.

The variation on the anatomical structure and of the wood basic density were studied from the pith to the bark on wood samples obtained at various trunk heights. Generally, the fiber dimensions and vessel diameter showed a trend to increase while the vessel length trended to decrease until 50% of the radius and to increase or to stabilize in the bark direction for all the sampled heights. The wood basic density increased for various trunk heights from the pith to the 50% of the radius and decreased in the bark direction, mainly in the basal discs and at the DBH

1. INTRODUÇÃO

Das árvores de florestas tropicais ou subtropicais, onde o clima é mais ou menos uniforme em comparação com as regiões temperadas, pouco se conhece sobre a taxa de crescimento e a periodicidade da atividade cambial. Entretanto, pesquisas mais recentes demonstram que as árvores tropicais apresentam um crescimento intermitente (DETIENNE & MARIAUX, 1975, 1977 e DETIENNE et al., 1988).

A determinação da idade em árvores tropicais constitui um campo de estudo que vem preocupando especialistas em anatomia, ecologia, assim como na dendrocronologia em que contribui de maneira decisiva ao conhecimento da idade em espécies de climas temperados. Por outro lado, torna-se difícil aplicar estes estudos em árvores de climas tropicais e subtropicais com exatidão em relação à idade e taxa de crescimento.

A causa dessas dificuldades é que elas nem sempre demarcam com clareza os anéis de crescimento, vindo assim, inferir a sua correlação com a idade da espécie.

O meio ambiente exerce grande influência na atividade cambial e, conseqüentemente, na formação dos anéis de crescimento.

As alterações que ocorrem durante o ano, são devidas às estações climáticas, caracterizadas pelas variações de temperatura, fotoperíodo e pluviosidade, induzindo a periodicidade da atividade cambial, principalmente nas regiões temperadas.

Os fenômenos periódicos em plantas tropicais são frequentemente atribuídos aos ritmos internos ou ritmos inerentes, ou seja, mudanças que se processariam na planta independentemente dos fatores externos. Sem dúvida, este ritmo interno é facilmente reconhecido quando a periodicidade de crescimento é predominantemente controlada pelos estágios de desenvolvimento ou idade da planta.

O conhecimento da idade e taxa de crescimento de árvores tropicais ou subtropicais é de particular importância tanto às Ciências Florestais quanto à Ecologia. O desenvolvimento de esquemas viáveis para utilização das florestas, a determinação dos ciclos de cortes e a estimativa do volume a ser explorado são baseados sobre a idade e taxa de crescimento. Em Ecologia, estes aspectos são básicos para estudos de população, desenvolvimento e produção de ecossistemas. Na Dendrocronologia o estudo se volta para a avaliação do crescimento geral do tronco das árvores e dos diversos fatores que podem afetar este crescimento.

No que concerne às possíveis contribuições do estudo anatômico da madeira nesta linha de pesquisa, uma série de aspectos podem ser enumerados, tais como: estudo da periodicidade cambial; métodos de marcação do câmbio; anatomia microscópica clássica, assim como informações tecnológicas; métodos empregando energia refletida ou transmitida, como por exemplo na densitometria, na análise de imagem, etc.

Tem-se descrito que as árvores de clima tropical apresenta um ritmo contínuo de crescimento ao longo de sua vida, aumentando em diâmetro. Este ritmo é marcado no xilema pelas variações climatológicas, além do efeito dos eventos fenológicos.

O presente trabalho visa interpretar o ciclo de crescimento da espécie arbórea de teca (*Tectona grandis* L. f.), pertencente à família Verbenaceae. Para tal, serão

utilizados dados de conhecimentos disponíveis na literatura sobre as relações entre a planta e o meio ambiente, visando estudar a idade e a taxa de crescimento, bem como estudar as correlações entre os eventos fenológicos e as variações climáticas com a formação e características dos anéis de crescimento.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. FENOLOGIA

2.1.1. DA FENOLOGIA E SUA IMPORTANCIA NO CAMPO FLORESTAL

Segundo FOURNIER (1976) "fenologia" é um ramo importante da ecologia que se preocupa com as causas e as manifestações fisionômicas dos fenômenos de floração, frutificação, queda das folhas, brotamento e ramificação nas plantas. Entretanto, segundo o Comitê de Fenologia do Programa Internacional de Biologia, citado por MATTHES (1980), o termo "fenologia" é o estudo dos eventos biológicos repetitivos e das causas de sua ocorrência, em relação a forças bióticas e abióticas e da interrelação entre fases caracterizadas por eventos na mesma ou em diferentes espécies.

Para FOURNIER (1967) os estágios fenológicos de uma determinada espécie são de grande importância para o entendimento da dinâmica dessa comunidade, assim como possíveis indicadores das condições climáticas e edáficas de um ambiente.

O conhecimento periódico dos eventos fenológicos pode possibilitar melhor entendimento da vegetação indicando o seu papel nas cadeias alimentares, além de auxiliar na atividade paisagística por meio de seu destaque florístico que certas espécies apresentam durante certas épocas do ano (FOURNIER, 1974). Apesar do valor

científico e até mesmo econômico destas informações a pesquisa neste campo ainda é bastante escassa, porém tem sido considerada por alguns pesquisadores (RICHARDS, 1973; FOURNIER, 1974; TOMLINSON & LONGMAN, 1983), como de grande importância no campo sivicultural, permitindo prever épocas de reprodução e o seu ciclo de crescimento vegetativo.

2.1.2. DOS ASPECTOS FENOLÓGICOS E ALGUNS PARAMETROS AMBIENTAIS.

Webb (1968); Whitmore (1973); Hall & Swaine (1976) citados por RODRIGUES et al. (1989), relataram que os resultados dos trabalhos desenvolvidos em florestas tropicais demonstram que o clima e a biogeografia são os fatores de maior atuação na determinação regional da composição florística.

ALVIM (1965) estudando a periodicidade de crescimento de plantas tropicais, forneceu vários exemplos de mudanças rítmicas no brotamento e queda das folhas, floração e frutificação de árvores. Segundo o autor, estes eventos fisiológicos estão naturalmente relacionados entre si, e suas reações aos fatores ambientais podem ser melhor analisadas quando consideradas separadamente.

NJOKU (1963) estudando a periodicidade sazonal no crescimento e desenvolvimento de algumas árvores na Nigéria, concluiu que o ritmo periódico das árvores provavelmente pode ser devido aos fatores interno ou externo, como a precipitação, temperatura e fotoperíodo. Ressalva o autor, que a importância desses efeitos requer estudos mais aprofundados futuramente. Porém Richards (1952) citado por LIEBERMAN (1982), relata que desses fatores a umidade relativa do ar e velocidade do vento em regiões tropicais, apresentam também um importante papel nos eventos fenológicos em plantas tropicais.

O efeito desses fatores foi confirmado por

MORELLATO et al. (1989), quando estudaram comparativamente os eventos fenológicos de dois tipos de vegetação: floresta de altitude (1.170m de altitude) e floresta mesófila semi-decídua (870m de altitude) na Serra do Japi (Jundiaí-SP.).

WAREING (1956) relata que a temperatura exerce importante influência no controle periódico da abscisão foliar. O autor comenta ainda que para certas espécies à baixa temperatura no outono, pode ser mais importante para determinar o tempo da abscisão da folha do que a redução do comprimento do dia.

Pesquisas realizadas em florestas tropicais, têm mostrado que espécies com sazonalidade climática perdem suas folhas no período de estação seca, restringindo o consumo de água (ALVIM, 1965). Estes fatos foram observados por REICH & BORCHET (1984) em várias regiões da Costa Rica; por ARAÚJO (1970); PICCOLO & GREGOLIN (1980) e MONTAGNER & YARED (1983) em várias comunidades florestais do Brasil.

MORI et al. (1981) estudando a fenologia das espécies da comunidade da mata higrófila sul-baiana, em um período de seis anos, verificaram que várias espécies floresceram na primavera, quando se verifica aumento do comprimento do dia e/ou da temperatura. Acrescentam, ainda, que a maior taxa de floração ocorreu sempre nos meses de setembro, outubro ou novembro, sendo que o pico de floração na primavera (temperatura em elevação) foi significativa em comparação com qualquer outra estação do ano.

ARAÚJO (1970) trabalhando na Reserva Ducke em Manaus concluiu que a floração das espécies estudadas apresentava dominância na estação seca e sempre logo após a mudança foliar. O mesmo resultado foi encontrado por MONTAGNER & YARED (1983), quando estudaram os aspectos fenológicos de *Cordia goeldiana* (freijó) em Santarém-Pa.

JANSEN (1980) afirma que as espécies herbáceas de região seca bem acentuada, geralmente iniciam

a floração em meados da estação chuvosa, com a complementação do ciclo no fim deste período.

PICCOLO & GREGOLIN (1980), trabalhando com *Melia azedarach* no Horto Florestal "Navarro de Andrade" em Rio Claro, SP., concluíram que a frutificação da espécie é lenta e ocorre durante a estação úmida até a seca (outubro-maio). Também FALCÃO & LLERAS (1981), trabalhando com *Couma utilis* em Manaus-Am., verificaram que, tanto a floração como a frutificação, ocorreram na época mais chuvosa.

2.2. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA TECA.

2.2.1. DA BOTÂNICA.

Segundo BOR (1953) o gênero *Tectona* apresenta duas espécies; *Tectona grandis* com os ramos quadrangulares, frutificação com involúcro vasicular inflável e *T. hamiltoniana*, com os ramos com 6-8 ângulos e frutificação desprovida de involúcro vasicular inflável e porte reduzido.

A teca é uma essência florestal tropical de característica caducifolia, pertencente à família Verbenaceae (BROOKS, 1938; BOR, 1953).

Vários autores têm descrito suas características dendrométricas (BROOKS, 1938; BRUSH, 1945; DECAMPS, 1959; SAMPAIO, 1980; MIRANDA, 1988-9). Entretanto, FARMER (1972) e CHUDNOFF (1984) relataram que as árvores de teca são muito variáveis em dimensões e forma, de acordo com o local e condições de crescimento, podendo atingir altura de 40 - 45 m, fuste reto, de até 27 m e diâmetro de 0,9-2,4 m. Embora FREITAS (1963) considere que a espécie possa atingir altura de 25 - 30 m e diâmetro 0,95 m, pode atingir, em condições de solo e clima favoráveis, 50 m de altura e 1,90 m de diâmetro

Schubert (1974) citado por MATRICARDI (1988) relata que as folhas das árvores de teca são opostas, elípticas, coriáceas e ásperas ao tato, dotadas de pecíolos curtos ou ausentes com ápice e base agudas. Nos indivíduos adultos as folhas, em média, possuem 30 - 40 cm de comprimento por 25 cm de largura, enquanto que, nas árvores mais jovens, até 3 anos de idade, as folhas podem atingir o dobro dessas dimensões.

Suas flores são brancas, pequenas, com pedúnculos curtos, dispostas em inflorescências grandes e erectas, do tipo panícula. Os frutos não drupáceos de aproximadamente 1-2 cm de diâmetro, envolvidos por uma compacta e densa cobertura feltrosa, marrom, com 1 - 4 sementes no seu interior. Este conjunto está incluso em um involúcro vasicular inflável de consistência membranosa.

2.2.2. DA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

A teca cresce naturalmente na Índia peninsular, Burma, zonas ocidentais da Tailândia e Indochina. O crescimento da teca também é noticiado no hemisfério sul, em Java e em algumas ilhas do arquipélago Indonésiano, frequentemente em florestas densas e em maciços isolados de extensões consideráveis (BRUSH, 1945; DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA, 1970; MIRANDA, 1988-9). Entretanto, KAOSA-ARD (1980) acrescenta que a espécie também ocorre na região de Laos e que ela foi introduzida em Java a partir da Índia, há 400 - 600 anos atrás.

KAOSA-ARD (1980) citando vários pesquisadores relata, que tanto no Camboja como na maior parte de Laos, a distribuição natural da teca é formalmente uma outra fonte natural da espécie. Porém, certos autores por ele citado, consideram que estas regiões encontram-se provavelmente nos limites de distribuição natural da teca.

O habitat natural da teca é constituído pela

flresta seca e densa, sendo uma espécie de luz, não se desenvolvendo com vigor em condições excessivamente úmidas e muito sombreadas (DECAMPS, 1959).

2.2.3. DA IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E APLICAÇÕES DA MADEIRA.

A madeira é o principal produto da espécie *Tectona grandis* com vários usos nas regiões de ocorrência natural.

Vários autores como BROOKS (1938); D.S.I.R (1956); TITMUSS (1959); IRVINE (1961); DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA (1970); FARMER (1972); MELLO (1963) comentam sobre a importância econômica da madeira de teca sobre suas qualidades e propriedades físico-mecânicas. Em linhas gerais, a madeira de teca possui valor comercial elevado e propriedades tais como: grande estabilidade dimensional, densidade relativamente baixa, boa resistência mecânica, durabilidade natural elevada, devido a presença de óleo-resina; resistência a fungos e cupins, não racha e nem empena facilmente.

A madeira de teca é muito utilizada, principalmente na indústria de construção naval, onde é praticamente insubstituível. Resiste à ação do sol, calor, frio, água de chuva e de mar. Apesar de ser durável, é facilmente trabalhada. É utilizada principalmente na construção de móveis, estruturas, pisos, peças torneadas, chapas, painéis sarrafeados postes, dormentes.

As suas propriedades físico-mecânicas, facilidade de secagem e estabilidade dimensional, possibilitam estabelecer essa madeira como um padrão para avaliação das madeiras de todas as outras espécies de folhosas

As qualidades da madeira de teca estão próximas às madeira de *Paratecoma peroba* (PEROBA-DE-CAMPOS,

IPÊ-PEROBA), podendo substituí-la para inúmeros usos, apresentando, porém, crescimento mais lento (DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA, 1970).

Segundo MATRICARDI (1988) a madeira de teca alcança no momento bons preços, sendo recomendada para inúmeros usos e aplicações, principalmente na construção naval, onde não é igualada por qualquer outra madeira indicada para substituí-la.

Estudos anatômicos e tecnológicos realizados por TITMUSS (1959); FREITAS (1963) demonstraram que a madeira de teca é recomendada na construção de tanques para armazenamento de ácidos e demais agentes químicos. A madeira de teca é impermeável à água pela existência de óleo-resina que a protege da oxidação quando em contacto direto com metais. Por outro lado, IRVINE (1961) preconiza que o alburno é susceptível ao ataque de coleópteros, enquanto que o cerne é muito durável, embora não imune aos térmitas e brocas marinhas.

SUDO (1963) e CHUDNNOF (1984) ao comentarem sobre a densidade básica da madeira seca, consideram-na como sendo dura e pesada, com valores variando de 0,55 - 0,68 g/cm³.

CHUDNNOF (1984) determinou a presença de sílica nessa madeira cujo o teor era acima de 1,4 %, tornando necessário o uso de ferramentas afiadas.

JANE (1956) em um amplo trabalho sobre a estrutura da madeira de coníferas e folhosas, descreveu as características gerais e anatômicas da madeira de teca. Os vasos em arranjo semi-porosos e, principalmente, a disposição do parênquima em faixas iniciais, são características marcantes da espécie. O autor relata a presença de tilos no cerne da madeira além de substâncias brancas (fosfato de cálcio) e/ou de natureza gomosa no interior dos vasos. Estas informações foram também confirmadas por KRIBBS (1959) ao descrever anatomicamente a

madeira de teca.

FREITAS (1963) e DONALDSON (1984) estudando as características anatômicas da madeira de teca verificaram a presença de raios fusionados e fibras de natureza libriforme, septadas, com 1 a 3 septos por célula e de substância oleosa no seu interior.

2.2.4. FATORES CLIMATICOS E O DESENVOLVIMENTO.

Segundo MATRICARDI (1988) na região de ocorrência natural da teca existem grandes variações climáticas, desde clima muito seco, precipitação pluviométrica abaixo de 500 mm/ano até muito úmido com precipitações superiores a 5000 mm/ano.

BROOKS (1938) e KAOSA-ARD (1980) relatam que as árvores de teca têm melhor desenvolvimento em condições de clima tropical mais úmido do que seco, com precipitação anual variando de 1250 a 3800 mm. Este fato é ratificado por SALAZAR & ALBERTIN (1974) quando estudaram o desenvolvimento das árvores de teca na Tailândia e Burma, em condições climáticas próximas às descritas por KAOSA-ARD (1980). Entretanto, as árvores de teca se desenvolvem em climas extremos, como na costa ocidental da Índia, com precipitação anual de 5080 mm e com média em regiões sujeitas à seca com 635 mm/ano.

Segundo KAOSA-ARD (1980) a temperatura é um dos fatores de maior importância, controlando a distribuição e o crescimento das plantas. Baseado em alguns autores, relata que a teca ocorre em regiões com temperaturas de até 48°C nos meses mais quentes e de 2°C para os meses mais frios.

Entretanto, Haig et al. (1958) citado por KAOSA-ARD (1980) relatam que a temperatura média mensal ideal para o desenvolvimento da teca é de 13°C a 40°C. (mes).

SALAZAR & ALBERTIN (1974) determinaram que os limites térmicos e hídricos para a teca são os seguintes:

- Limites térmicos (°C)		Comportamento da espécie
25 a 28 (média anual)		Bom
20 a 25 (média anual)		Mal
- Limites hídricos (mm)		Comportamento da espécie
Excesso	Deficiência	
100 a 1000	100 a 900	Bom
0 a 100	900 a 1700	Mal
1000 a 2000	0 a 100	Mal

2.3. ATIVIDADE CAMBIAL

É preconizado que, na maioria das angiospermas dicotiledôneas e gimnospermas, a zona cambial das árvores reativa as divisões das células, produzindo xilema e floema, após o período de dormência (KOZLOWSKI, 1971 e FAHN, 1974).

Segundo ESAU (1976), as células iniciais fusiformes dão origem os elementos dispostos axialmente e as iniciais radiais os elementos dispostos radialmente.

PEREIRA (1933) e KOGA (1982) relatam que o aumento do diâmetro das árvores decorre diretamente da sua atividade cambial sendo que o xilema de árvores jovens é constituído apenas por células funcionais, ao contrário das adultas.

BARNETT (1971) estudando a atividade do câmbio de *Pinus radiata* na Nova Zelândia, concluiu que as células cambiais permaneceram ativas durante todo o ano, embora reduzam significativamente sua atividade durante o inverno, produzindo somente células floemáticas. O autor acrescenta, ainda, que a dormência do câmbio depende de

fatores internos e externos. Por outro lado WILCOX (1962) observou que a atividade do câmbio não é contínua em toda a árvore para as espécies tropicais, podendo ser cíclica, com períodos alternados de repouso e de atividade. Com base nessas informações VENUGOPOL & KRISHNAMURTHY (1987) verificaram em espécies tropicais decíduas que o repouso do câmbio é positivamente relacionado com a abscisão das folhas e que a retomada da atividade cambial, produzindo células xilemáticas, inicia-se na presença de floração e frutificação.

Kozlowski (1962), citado, por ALVIM (1965) comenta que a maior atividade cambial é coincidente com a maior produção fotossintética.

O fotoperíodo é um dos fatores ambientais mais importantes, ao induzir ativamente o câmbio para a formação do xilema e floema secundários. A redução de sua atividade pode inibir a lignificação da parede das células, assim como a formação do tecido condutor. O fotoperíodo tende a favorecer a síntese de alguns hormônios de crescimento como o ácido indolacético (BRATISLAVA, 1969).

VILLALBA (1985) estudando a atividade cambial em *Prosopis flexuosa* concluiu que a disposição dos vasos, diâmetro e tipo de placa de perfuração simples, parecem ser adaptações da espécie à regiões de baixa precipitação e período seco prolongado. Acrescenta ainda que o câmbio produz periodicamente xilema secundário e apresenta dormência na estação seca, quando a espécie sofre abscisão das folhas.

2.4. MARCAÇÃO DO CAMBIO

MARIAUX (1983) pesquisou três diferentes técnicas para determinação da idade das árvores tropicais. O autor concluiu que é possível a determinação da idade através de medições controladas da circunferência do

tronco; através de coletas de dados em plantações cultivadas de idades conhecidas e pela análise de anéis de crescimento. WOLTER (1968) acrescenta ainda dois métodos para marcação do xilema: o radiológico usando CO_2 e o de inclinação de plântulas, induzindo a produção de lenho anormal pelo câmbio.

MCKENZIE (1972) estudando os anéis de crescimento em *Prioria copaifera*, na Costa Rica, concluiu que o parênquima terminal delimita os crescimentos anuais, demonstrado através da marcação do câmbio com finas agulhas. Por outro lado, MARIAUX (1970) e DETIENNE & MARIAUX (1976) estudando a periodicidade de crescimento de árvores tropicais africanas, pelo processo de cicatrização do câmbio, concluíram que as cicatrizes permitiram correlacionar a data da cicatrização com o de crescimento anual. DETIENNE et al. (1988) aplicando o mesmo método em espécies tropicais da África Guinéu-Congolesa e da Guiana Francesa definiram as camadas de crescimento e seus limites, possibilitando observar o ritmo da atividade cambial.

Chowdhury (1930, 1940), citado por MARIAUX (1970, 1983), estudando sistematicamente amostras de casca e lenho de algumas espécies, concluiu que a formação dos anéis anuais permitiu determinar a idade das seguintes espécies: *Pinus longifolia*, *Tectona grandis*, *Terminalia tomentosa*, *Acacia catechu*, *Bombax malabaricum*, *Cedrela toona*, *Michelia champaca*, *Albizia lebbek* e *Dalbergia sisoo*. Acrescenta, ainda, que 25% das árvores da floresta densa da Índia demarcam os anéis de crescimento, ao passo que 45% de certas espécies de climas temperados e tropicais no sul da Flórida, demarcam os anéis de crescimento pelo processo de cicatrização.

WORRES & LEUSCHNER (1987) estudando a anatomia dos anéis de crescimento e a aplicação de C_{14} , determinaram a idade de 40 espécies de floresta de várzea e

de igapó em Manaus-Am. concluíram que em Annonaceae e Lauraceae as camadas de crescimento caracterizam-se por zonas fibrosas largas e achatadas tangencialmente e para Leguminosae as zonas de crescimento são demarcadas pelo parênquima terminal, intercalando por faixas fibrosas.

FAHN et al. (1983) preconiza a existência de dois tipos de árvores tropicais: as que apresentam anéis de crescimento distintos e as outras indistintos. As primeiras, por apresentarem incrementos anuais, formando círculos concêntricos anuais com a ressalva de em algumas espécies que podem ser falsos anéis de inundações, secas, geadas, fogo, etc. As últimas, por apresentarem dimensões relativas dos elementos do xilema. Alguns autores por eles citados mostram vários exemplos de espécies tropicais com aquelas características.

2.5. IDADE E TAXA DE CRESCIMENTO

Pesquisas desenvolvidas recentemente têm demonstrado que as árvores de clima tropical apresentam crescimento intermitente (MARIAUX, 1969; DETIENNE, 1976; DETIENNE et al., 1988; VETTER & BOTOSSO, 1988).

LOJAN (1967) estudando a periodicidade de crescimento de espécies tropicais em Turrialba, na Costa Rica, verificou que as plantas decíduas apresentaram seis meses de crescimento e seis meses de repouso, enquanto que as perenifólias evidenciaram seis meses de baixo e seis de elevado crescimento.

FAHN et al. (1983) e WORBES (1989) relatam que a periodicidade de crescimento em árvores tropicais pode ser decorrente de mudanças climáticas e do fotoperíodo. Acrescentam, ainda, que os fatores endógenos inerentes à própria espécie devem controlar o ritmo de crescimento.

ALVIM (1965) e MARIAUX (1983) relatam que a

maioria das árvores tropicais não mostram claramente os anéis anuais porque o clima equatorial não apresenta estação anual que induza a dormência e, conseqüentemente, a cessação do crescimento das árvores. Por outro lado, WORBES (1989) relata que a existência de zonas de crescimento periódicas em árvores tropicais não confirmam a ocorrência de incrementos rítmicos anuais, tornando-se necessário que esta periodicidade seja investigada em espécies e locais diferentes.

Com referência à periodicidade de crescimento em árvores tropicais, pode-se distinguir dois tipos: as que exibem camadas de crescimento distintas e aquelas em que as camadas são indistintas (ALVIM, 1965). Para Mainieri (1958), citado por ALVIM (1965), 35% das espécies observadas na Amazônia mostraram nítidos anéis de crescimento, 22% apresentaram anéis pouco demarcados e 43% não possuíam anéis definidos.

Coster (1927) citado por MARIAUX (1983), estudando a idade de mais de 50 árvores tropicais de várias localidades de Java, concluiu que na maioria das espécies os anéis não demarcavam com precisão as camadas de crescimento. Porém, 8 delas apresentaram nítidas camadas concêntricas confiáveis como: *Cassia fistula*, *Pterocarpus indicus*, *Toona sureni*, *Melia azedarach*, *Homalium tomentosum*, *Lagerstroemia speciosa*, *Tectona grandis* e *Peronema canescens*.

MARIAUX (1975) estudando a dendroclimatologia do gênero *Acacia rodiana* de diferentes localidades africanas concluiu que as árvores com o diâmetro de 75 cm não tinham mais de 80 anos, enquanto que as menores diametralmente variaram entre 20 - 50 anos.

Nesta mesma linha de estudo TSCHINKEL (1966) e CARLOS (1988) verificaram, respectivamente, em *Cordia alliodora* na Costa Rica e em *Zeyhera tuberculosa* no Brasil, que os anéis de crescimento são formados anualmente.

2.6. VARIAÇÃO DA ESTRUTURA ANATÔMICA E DA DENSIDADE BÁSICA

FONSECA (1989) citando vários autores, relata que o estudo da variação dos elementos anatômicos da madeira tem como valor absoluto o conhecimento de características biométricas. Por outro lado, a variação das características biométricas está, direta ou indiretamente, relacionada com o processo biológico de formação da árvore e com a qualidade tecnológica da madeira; variam em função da idade fisiológica, da periodicidade da formação dos anéis de crescimento, da posição na árvore, dos defeitos, das condições ambientais e variabilidade genética.

TOMAZELLO FILHO (1984, 1985 e 1987) estudando a variação da estrutura anatômica em várias espécies de eucaliptos, verificou que o comprimento das fibras apresentou um modelo crescente no sentido medula-casca, acrescentando que é o mais comum para o gênero *Eucalyptus*. Entretanto, os parâmetros da largura, diâmetro do lume e espessura das paredes das fibras tendem a aumentar no sentido medula-casca, enquanto que o diâmetro tangencial dos vasos também aumenta, diminuindo assim a frequência

SANTOS & NOGUEIRA (1962) estudando a variabilidade dos elementos axiais em *Tecoma chrysothrica* concluíram que o comprimento das fibras foi significativamente variável de anel para anel, com dimensões máximas ao nível do 11^o e 12^o anéis de crescimento. O comprimento dos elementos vaso e a largura das fibras, nos diferentes anéis, não apresentaram variação significativa, ao contrário do diâmetro dos vasos.

Em análises de amostras de madeira de *Scleronema micranthum*, procedente da região amazônica, não foram observadas variações significativas para as dimensões

das fibras no sentido radial, enquanto que do diâmetro dos vasos variou (SANTOS, 1965).

CASTRO e SILVA (1986) estudando a variação da estrutura anatômica da madeira de *Andira parviflora* e *Saccoglottis guianensis*, da região amazônica, concluiu que essas espécies apresentaram um aumento no comprimento das fibras no sentido medula-casca e uma diminuição da largura das mesmas e de diâmetro dos vasos no sentido base-topo.

CHUDNOFF & TISCHLER (1963), estudando a estrutura anatômica da madeira, no sentido medula-casca de três árvores de *Eucalyptus camaldulensis*, verificaram: a) um aumento significativo no comprimento das fibras alcançando dimensões máximas com 20 anos de idade; b) um aumento no diâmetro tangencial e diminuição da frequência de vasos e c) não foram observadas diferenças significativas para a largura, diâmetro do lume e espessura da parede das fibras.

BARRICHELO et al. (1983), citando vários autores, relatam que a densidade básica da madeira e as dimensões das fibras variam acentuadamente entre e dentro de gêneros, espécies e entre árvores de uma mesma espécie, nos sentidos base-topo e medula-casca.

Segundo PANSIN & DE ZEEUW (1970), as tendências para a variação dos valores de densidade da madeira no sentido base-topo são a) decréscimo uniforme com a altura; b) decréscimo até o meio do tronco e crescimento até o topo e c) crescimento da base para o topo. Por outro lado, destacam os seguintes modelos gerais de variação dos valores de densidade: a) aumento da medula para casca; b) decréscimo nos primeiros anos e crescimento nos anos subsequentes; c) crescimento no início, próximo à medula, permanecendo a seguir, mais ou menos constante ou podendo decrescer nas posições mais próximas à casca e d) decréscimo da medula para a casca.

BRASIL & FERREIRA (1972) verificaram que em

madeira de *Eucalyptus grandis* o comprimento e espessura da parede das fibras e a densidade básica tendem a aumentar no sentido medula-casca, ao contrário do lume das fibras. Segundo os autores essas características são um fator importante da qualidade da madeira.

BRASIL et al. (1977), estudando a variação da densidade básica da madeira em diversas alturas do tronco de *Eucalyptus propinqua* aos 5 anos de idade, verificaram um modelo crescente até o meio do tronco vindo a decrescer em direção à copa.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. ESPÉCIE E HISTÓRICO

O presente estudo foi desenvolvido com árvores de teca (*Tectona grandis* L. f.), Verbenaceae, obtidas de um talhão implantado em 04 de fevereiro de 1.959, a partir de sementes coletadas na Usina Tamoio, em Araraquara, no Estado de São Paulo. O plantio foi feito em 17 linhas em nível, com um total de 552 plantas, apresentando a altura média de 30cm (MELLO, 1963).

A sobrevivência das plantas na área foi boa, constatando-se, ao fim do primeiro ano, 531 exemplares, com apenas 21 falhas, revelando um pegamento da ordem de 96,0%.

O povoamento ocupa uma área de 2.840 m², com espaçamento inicial de 3,0 m entre linhas e 1,5 m entre plantas. Essa área, com declividade média de 10%, foi previamente arada e gradeada antes do plantio das mudas (MELLO, 1963).

Atualmente a população de teca consta de 217 árvores, face ao corte de um certo número delas, atendendo a um programa de desbastes, bem como para a utilização da madeira em diversas análises e, ainda, devido ocorrência de algumas mortes.

3.2. LOCALIZAÇÃO, CONDIÇÕES CLIMÁTICAS E SOLO

3.2.1. LOCALIZAÇÃO

O talhão da teca encontra-se implantado em uma das áreas da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", em Piracicaba - SP., próximo ao Aeroporto Pedro Morganti. Limita-se com o Aeroporto e com os talhões de *Gmelina* - *Gmelina arborea* Roxb, eucalipto - *Eucalyptus* sp e *cadam* - *Antiocephalos cadamba* (Roxb.) Miq., em uma situação geográfica descrita pelo marco geodésico: latitude 22°42'30" sul e longitude 47°38'00" oeste, altitude de 546 m (OMETTO, 1989).

3.2.2. CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

Segundo os dados meteorológicos observados nos últimos 30 anos, pela Estação Meteorológica do Departamento de Física e Meteorologia da ESALQ/USP, a condição climática na região de Piracicaba caracteriza-se por apresentar verão chuvoso e inverno seco. O verão estende-se pelos meses de dezembro a março, com uma precipitação média variando em torno de 182 mm. A precipitação média no inverno (junho a outubro) é de aproximadamente 40 mm e a anual oscila em torno de 1.200 a 1.300 mm. A média das temperaturas máximas é superior a 23°C e a média das mínimas é inferior a 18°C. (OMETTO, 1989).

3.2.3. SOLO

O plantio foi executado em um solo descrito e classificado por RANZANI et al. (1966), como terra roxa estruturada, série "Luiz de Queiroz". Na classificação do Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes-ESALQ/USP

trata-se de um solo de terra roxa eutrófica e de textura argilosa.

3.3. CARACTERIZAÇÃO DAS ÁRVORES

No povoamento de teca foram selecionadas e demarcadas 20 (vinte) árvores com base na retidão do fuste e estado fitossanitário, independente de suas alturas e diâmetros. Essas árvores foram caracterizadas através da avaliação da altura (método da prancheta dendrométrica) e do diâmetro (método da suta), a saber:

DIÂMETRO À ALTURA DO PEITO (DAP): medição do diâmetro do tronco à altura de 1.30 m do solo.

ALTURA TOTAL: medição da base do tronco até o limite superior da copa da árvore.

ALTURA COMERCIAL: medição tomada da base do tronco até a primeira bifurcação do fuste principal.

ALTURA DE COPA: diferença da altura total e da comercial.

3.4. FENOLOGIA

As observações fenológicas das vinte árvores de teca selecionadas foram realizadas semanalmente, exceto quando as condições não permitiram, como nos dias chuvosos.

Essas observações foram iniciadas em 31 de agosto de 1.988 e encerradas em 28 de maio de 1.990, compreendendo um período de 21 meses e um total de 84 observações.

As observações foram feitas a olho nú e com o auxílio de um binóculo sendo considerados os seguintes estádios fenológicos;

a) DESENVOLVIMENTO DAS FOLHAS

- 1) árvores com folhas em senescência adiantada ou desfolhadas;
- 2) árvores com folhas novas em início de desenvolvimento;
- 3) árvores com parte das folhas em fase de expansão final do limbo foliar e a maioria em desenvolvimento.
- 4) árvores com folhas em fase de amarelecimento e queda.

b FLORAÇÃO

- 1) árvores com botões florais em início de desenvolvimento;
- 2) árvores com flores abertas, desenvolvidas;
- 3) árvores com estádios finais de floração.

c) FRUTIFICAÇÃO

- 1) árvores com frutos novos, na fase inicial de desenvolvimento;.
- 2) árvores com frutos em desenvolvimento;
- 3) árvores com frutos amadurecendo, maduros e/ou em queda;
- 4) árvores com frutos secos.

3.5. CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DA MADEIRA

3.5.1. CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA MACROSCÓPICA

a) OBTENÇÃO E PREPARO DOS CORPOS DE PROVA

Dentre as 20 árvores selecionadas, foram abatidas três, com base nos diâmetros médios (CODOMINANTE), mínimo (DOMINADA) e máximo (DOMINANTE), conforme características apresentadas na Tabela 1, p. 24. Dessas árvores foram coletados discos de madeira, com 4 cm de espessura, na altura do DAP (Figura 1, p. 25). Esses

discos de madeira sofreram uma pré-secagem em condições de laboratório e, em seguida, foram polidos com auxílio de uma lixa de granulação grossa (número 60) acoplada em uma lixadeira. Polimentos complementares foram feitos manualmente com lixa de granulação mais fina, de números 80, 120, 150, 220 e 400, com a finalidade de evidenciar a estrutura anatômica da madeira, incluindo os anéis de crescimento. Dos discos de madeira, foram retiradas fatias ao longo do raio, com 3 cm de largura, utilizando-se de uma serra de fita. Destas, foram obtidos corpos de prova em forma de cubo, com 1,5 cm de aresta na região de transição entre o cerne e o alburno (em torno de 50% do raio), devidamente orientados nos planos transversal e longitudinais radial e tangencial. As irregularidades da superfície dos blocos foram eliminadas em um micrótomo Jung, Modelo AG, para obtenção de cortes de madeira, sendo em seguida submetidos ao polimento em lixa d'água, de granulação muito fina (número 600) e depois em um pano de linho até a sua superfície ficar brilhante.

b) PROCEDIMENTOS PARA CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA MACROSCÓPICA

O exame macroscópico da madeira nos 3 corpos de prova, foi feito com lupa tipo conta fios, de foco fixo e 10 vezes de aumento. Os elementos anatômicos foram caracterizados de acordo com as normas da COPANT (1974).

Para a avaliação do diâmetro dos poros nos lenhos primavera e outonal e frequência dos raios, foi utilizado um filme de celulóide com escala graduada. Devido a madeira de teca apresentar anéis porosos não foi considerada a frequência dos poros, conforme recomenda o comitê da IAWA (1989).

Tabela 1. Características das três árvores de teca selecionadas para o desenvolvimento do estudo.

CARACTERÍSTICAS	ÁRVORES		
	CODOMINANTE L3(12)	DOMINADA L8(63)	DOMINANTE L11(102)
DAP (cm)	19,4	15,2	26,2
ALTURA TOTAL (m)	17,0	15,8	19,0
ALTURA COMERCIAL (m)	12,0	6,7	5,8
ALTURA DE COPA (m)	5,0	9,5	13,2

L = Corresponde ao número da linha no povoamento;

() = Corresponde ao número da árvore dentro do povoamento.

Figura 1: Preparo dos corpos de prova para a caracterização da estrutura anatômica e da variação da densidade básica da madeira das árvores de teca.

c) FOTOMACROGRAFIAS

As fotomacrografias foram obtidas na superfície transversal do corpo de prova, utilizando-se uma máquina CANNON acoplada a lupa CARL ZEISS, utilizando filme Kodak Panatomic-X, asa 32.

As fotomacrografias foram ampliadas para 10 vezes de aumento segundo COPANT (1974).

3.5.2. CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA MICROSCÓPICA

a) OBTENÇÃO E PREPARO DOS CORPOS DE PROVA

Para a descrição anatômica microscópica da madeira foram, da mesma forma, preparados corpos de prova das 3 árvores, na altura do DAP, de acordo com o item 3.5.1.

b) OBTENÇÃO DE LAMINAS PERMANENTES E MACERAÇÃO

Os corpos de prova foram submetidos à fervura em água durante uma hora, em fogo brando, para amolecimento prévio da madeira. Em seguida, foram feitos cortes nos sentidos transversal, longitudinal tangencial e radial, com a espessura de 15-20 micrômetros, utilizando um micrótomo de deslize Reichert.

Os cortes histológicos foram selecionados e clarificados com solução de hipoclorito de sódio e água destilada (1:1), ligeiramente aquecida e lavados em água corrente. Em seguida foram submetidos à desidratação através de uma série alcoólica etílica (álcool etílico mais água destilada) nas concentrações de 20, 30, 50, 70, 90 e 100%. As seções transversal e longitudinal tangencial foram coloridas com "verde rápido" em álcool etílico 100% e

a secção longitudinal radial com safranina alcoólica 50%. As demais secções não clarificadas foram desidratadas através da série alcoólica etílica, nas concentrações de 50, 70, 90 e 100% e mantidas ao natural, sem coloração. Todas as secções, após a desidratação, passaram por uma solução de álcool etílico mais butila acetato P.A. : (3:1, 1:1, 1:3) e butila acetato P.A. absoluto, antes de serem montadas em lâminas com bálsamo do Canadá. As lâminas permanentes foram montadas com secções da madeira coloridas e naturais.

Na maceração foram utilizados pequenos fragmentos de madeira com 2-4 cm de comprimento e aproximadamente 2 mm de espessura obtidos no sentido longitudinal dos corpos de prova. Solução macerante, composta por água oxigenada (30 volumes) e ácido acético glacial, na proporção 1:1, foi adicionada em tubos de ensaio, contendo os fragmentos de madeira, o suficiente para cobrir o material. Os tubos de ensaio foram vedados e mantidos em estufa a $\pm 60^{\circ}\text{C}$, durante 24 horas FRANKLIN (1946). Concluída a maceração o material foi lavado em água corrente e, em seguida, corado com safranina alcoólica 50 %. O material foi dissociado em uma gota de glicerina sobre lâminas de vidro. Com ajuda de agulhas histológicas e de uma lupa Carl-Zeiss, foram separados os elementos anatômicos e procedeu-se a montagem das lâminas para as mensurações do material dissociado.

c) PROCEDIMENTOS CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA MICROSCÓPICA

Para as medições e contagens de células, foram utilizadas as normas preconizadas pela COPANT (1974). Para efetuar as mensurações do diâmetro interno dos vasos, das pontuações intervasculares e das fibras (largura total, das paredes e do lume) foi usado um microscópico binocular

com ocular de tambor micrométrica Bausch & Lomb.

Para a obtenção da frequência, altura e largura dos raios, do comprimento das fibras e dos elementos de vasos, utilizou-se o aparelho de projeção Bausch & Lomb. As dimensões projetadas das diferentes células foram convertidas a valores reais multiplicando-se por um fator de correção igual a 0,217.

Nas avaliações foram feitas algumas alterações, a saber:

- 1 - Os diâmetros dos vasos foram mensurados excluindo-se as paredes;
- 2 - Os valores do comprimento dos elementos de vasos foram referidos em mm.

c) FOTOMICROGRAFIAS

As fotomicrografias das secções transversal e longitudinais tangencial e radial, foram obtidas em um microscópico CARL ZEISS - Modelo Jenamed 2, utilizando-se um filme Panatomic-X, asa 32. As fotomicrografias foram ampliadas para 50 vezes, segundo a norma COPANT (1974).

3.6. ATIVIDADE CAMBIAL

Para avaliar as relações entre a fenologia e a atividade cambial foram selecionadas duas árvores ao acaso dentro do talhão, com as seguintes dimensões: 23 e 27 cm de DAP, 18,0 e 16,5 m de altura total e 9,0 e 5,0 m de altura comercial.

Na altura do DAP dessas árvores foram retiradas amostras de lenho e casca medindo, aproximadamente, 10X5 cm, nos sentidos axial e radial, respectivamente, com uma serra de arco e formão.

Foram feitas 24 coletas de amostras do lenho e casca de cada árvore no período de 1988 a 1990 em

diferentes épocas, de acordo com a Tabela 2, p. 30, com observações simultâneas dos estádios fenológicos das árvores. Em seguida foram preparados corpos de prova dessas amostras de lenho e casca, para a obtenção dos cortes histológicos.

Esses corpos de prova foram mantidos em frasco de vidro contendo álcool etílico 70%, por um período de 2-4 dias. Os corpos de prova foram emblocados com parafina líquida em estufa a $\pm 40^{\circ}\text{C}$ durante 2 horas e transferidos para geladeira para a solidificação da parafina nos capilares da madeira.

Desses corpos de prova foram retirados cortes histológicos transversais, com 18 à 20 μm de espessura no micrótomo Jung. Com o micrótomo Reichert foram feitos cortes seriados do floema até as primeiras camadas do xilema, com 15 à 20 μm de espessura, para observar o arranjo das células da zona cambial. Os cortes histológicos receberam dupla coloração para evidenciar os elementos lignificados e os não lignificados da zona cambial, através da sequência: (i) clarificação com solução de hipoclorito de sódio e água destilada na proporção 1:1 por alguns minutos; (ii) lavagem em água corrente; (iii) lavagem em álcool etílico 20 e 50%; (iv) coloração com safranina alcoólica a 50%; (v) lavagem em álcool etílico 70, 90 e 100%; (vi) coloração com "verde rápido" em álcool etílico; (vii) desidratação com butila acetato - P.A. e montagem em lâminas permanentes com bálsamo do Canadá.

As análises microscópicas foram conduzidas em equipamentos descrito no item 3.5.2. Foram avaliadas as variações da atividade cambial em diferentes épocas e suas relações com os estádios fenológicos das árvores e dos fatores climáticos.

Tabela 2: Data das coletas de amostras de lenho e casca do tronco de 2 árvores de teca da área de estudo.

ANO	MES	DATA DA COLETA
1988	DEZEMBRO	23
1989	JANEIRO	13
"	FEVEREIRO	03 e 27
"	MARÇO	31
"	ABRIL	-
"	MAIO	07 e 20
"	JUNHO	10
"	JULHO	07
"	AGOSTO	18
"	SETEMBRO	08
"	OUTUBRO	07
"	NOVEMBRO	7, 18 e 30
"	DEZEMBRO	07 e 18
1990	JANEIRO	4, 21 e 31
"	FEVEREIRO	15
"	MARÇO	07
"	ABRIL	07
"	MAIO	07

3.7. MARCAÇÃO DO CAMBIO

Com o objetivo de verificar a periodicidade de formação dos anéis de crescimento e de outros aspectos anatômicos do xilema, foram feitas incisões no câmbio das 20 árvores de teca selecionadas. Foi utilizada a "técnica de janela" conforme DETIENNE & MARIAUX (1975, 1976, 1977), que consiste na abertura de uma pequena incisão na casca provocando ferimentos das células da camada cambial. Estas aberturas foram de 2 X 0,2 cm de altura e largura, respectivamente, realizadas com formão e um gabarito de folha de alumínio para padronizar as dimensões das incisões.

Para cada árvore foi determinado o valor do perímetro do tronco na altura do DAP, dividido em 3 segmentos e feita uma incisão na casca em cada segmento.

As marcas no câmbio das árvores foram feitas em diferentes épocas distanciadas de 2 cm entre si. As épocas da marcação do câmbio foram 31/8/88; 18/1/89; 18/5/89; 18/8/89 e 18/11/89. A primeira, a terceira e quarta incisões foram feitas nos períodos de precipitação pluviométrica reduzida, temperaturas mais baixas e o fotoperíodo menor (maio à agosto); a segunda incisão foi feita no período de maiores valores de precipitação pluviométrica, temperatura e fotoperíodo (janeiro); a quinta incisão foi no período de precipitação pluviométrica, temperatura e fotoperíodo em elevação (novembro).

Após 21 meses, a contar da data da primeira incisão do câmbio, foram abatidas 3 árvores (codominante; dominada e dominante), de acordo com a tabela 2 e obtidos cilindros do tronco com 80 cm de comprimento que continham os ferimentos do câmbio. A partir destes, com uma serra foram retirados discos de madeira com 4 cm de espessura de forma que em uma das faces dos discos evidenciassem as cicatrizes no xilema.

Esses discos de madeira, após prévia secagem ao ar livre por uma semana, foram polidos conforme descrito no item 3.5.1. e analisados com uma lupa CARL ZEISS de luz incidente. Para analisar as camadas de crescimento delimitadas pelas cicatrizes, foram feitos cortes histológicos conforme item 3.5.2. Desses discos e dos cortes histológicos da madeira foram obtidas fotomacro e fotomicrografias nas secções contendo as marcas das incisões no xilema secundário. Na obtenção dessas fotos foi empregada uma máquina fotográfica da marca CANNON.

3.8. DETERMINAÇÃO DA IDADE E TAXA DE CRESCIMENTO

Das três árvores abatidas, conforme item 3.5.1, foram obtidos discos de madeira da base e a cada

1,0 m até a altura do tronco atingir 7,0 cm de diâmetro. Os discos de madeira com 4,0 cm de espessura tiveram uma das faces polidas conforme item 3.5.1., visando destacar os anéis de crescimento.

Para todos os discos de madeira, foi mensurada a largura dos anéis de crescimento através da medição direta com um escalímetro e lupa da marca CARL ZEISS. Posteriormente, foram construídos os gráficos da análise do tronco visando determinar a taxa de crescimento radial das árvores. A determinação da idade das árvores foi feita através da contagem dos anéis de crescimento dos discos de madeira da base e sua posterior comparação com a data do plantio.

3.9. VARIAÇÃO DA ESTRUTURA ANATÔMICA E DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA NOS SENTIDOS RADIAL E LONGITUDINAL DO TRONCO

Dos discos de madeira coletados nas posições BASE, DAP, 50 % e 100 % da altura comercial do tronco das três árvores de teca (item 3.5.1), foram obtidos corpos-de-prova pareados em três posições no sentido medula casca, a saber:

Posição Interna - a 0 % do raio, próxima à medula;

Posição Mediana - a 50 % do raio, próxima à zona de transição do cerne/alburno;

Posição Externa - a 100 % do raio, próxima à casca.

Os corpos de prova tiveram as dimensões de 3x2x2 cm. Para o estudo da variação da estrutura anatômica foram preparadas lâminas permanentes do plano transversal e mensurado o diâmetro interno dos vasos nos lenhos outonal e primaveril de acordo com a metodologia descrita no item

3.5.2.

As dimensões das fibras e comprimento dos elementos de vaso foram obtidos através da maceração da madeira de acordo com a técnica descrita no item 3.5.2. Para a determinação da densidade básica da madeira foi adotado o método MTU- Máximo Teor de Umidade, conforme FOELKEL et al. (1982), onde os corpos de prova foram imersos em água até completa saturação, determinando-se a sua massa total. A massa absolutamente seca foi determinada após a permanência dos corpos de prova em estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ até atingir sua massa constante. A densidade básica foi determinada através da formula;

$$d_B = \frac{1}{\frac{M_t}{M_s} - 0,346} \quad (01)$$

onde,

d_B = densidade básica (g/cm^3);

M = massa total do corpo de prova, completamente saturado em água (g);

M = massa da substância madeira do corpo de prova completamente seca (g).

0,346 = Valor constante.

3.10. TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Os dados quantitativos das mensurações e contagens dos elementos anatômicos foram analisados estatisticamente.

Para verificação das variações dentro e entre as árvores determinou-se o número total (N); número de medições necessárias (Ne); valor médio (VMe); variações (valor mínimo e valor máximo); variância (Var); desvio

padrão (DP) e coeficiente de variação (CV%) das principais variáveis estudadas. Para efeito de análise fez-se a transformação dos dados para reduzir o valor do coeficiente de variação (CV%). Para as variáveis diâmetro interno de vasos nos lenhos outonal e primavera, das pontuações inter e radiovasculares; frequência em n°/mm e largura em (μ) dos raios; diâmetro tangencial (DT), do lume (DL) e espessura das paredes (EP) das fibras utilizou-se a transformação $\log(x)$. Para as variáveis comprimento dos elementos de vaso (LV) e das fibras (LF), largura e altura dos raios em número de células e densidade básica, foi utilizada a transformação $\sqrt{x}$.

Foram feitos testes de comparação de médias pelo teste Tukey a 5% de probabilidade para as variáveis estudadas.

A estimativa do número de medições necessárias para uma precisão de 95% de probabilidade, foi calculada utilizando-se a seguinte fórmula, segundo FREESE (1967).

$$Ne = \frac{t^2 \cdot S^2}{E^2} \quad (02)$$

onde,

Ne = número de medições necessárias a 95% de probabilidade;

t^2 = valor obtido na tabela;

S^2 = variância;

E^2 = erro permissível $(0,1 \times \text{média})^2$.

Os dados foram analisados nos computadores do LCF da ESALQ/USP, pelo sistema SAS (Statistical Analysis System).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. FENOLOGIA

Os resultados das observações fenológicas das 20 árvores de teca, conduzidas semanalmente no período de 31/8/88 a 28/5/90, encontram-se na Tabela 4. São apresentados, também, os valores de temperatura, precipitação, fotoperíodo, coletados no período de 1959-1989 e 1988-1990 (Tabelas 3 e 5).

Nas Figuras 2 e 3 são mostrados os cursos dos balanços hídricos normal e decendual para os períodos de 1959-1989 e 1988-1989 e a variação dos elementos climáticos, respectivamente.

Tabela 3. Médias mensais de temperatura, precipitação e comprimento do dia, para região de Piracicaba - SP, no período de 1959 a 1989

MESES	TEMPERATURA (°C)	PRECIPITAÇÃO (mm)	COMPRIMENTO DO DIA (hs)
JANEIRO	23,9	213	13,4
FEVEREIRO	24,4	181	12,6
MARÇO	23,7	137	12,2
ABRIL	21,7	71	11,5
MAIO	18,7	58	11,0
JUNHO	16,9	46	10,8
JULHO	17,4	25	10,8
AGOSTO	19,0	33	11,2
SETEMBRO	20,7	57	12,3
OUTUBRO	22,0	116	12,6
NOVEMBRO	23,0	128	13,2
DEZEMBRO	23,6	197	13,5
MÉDIA	21,3	105	12,1

FONTE: Depto. de Física e Meteorologia - ESALQ/USP, 1990.

4.1.1. FOLHAS

De acordo com a análise da Tabela 4, de agosto até final de setembro de 1988 as árvores de teca apresentaram suas folhas em fase de amarelecimento e queda (Estádio Fenológico 1). A partir deste mês as folhas mostraram senescência adiantada com desfolha parcial até o final de novembro (Estádio Fenológico 2). No começo de novembro inicia-se a brotação e o desenvolvimento do limbo foliar, que se estendeu até o final de janeiro (Estádio Fenológico 3). O desenvolvimento das folhas iniciou-se em dezembro, prolongando-se até o final de maio de 1989, período no qual as plantas encontravam-se com o limbo foliar totalmente desenvolvido (Estádio Fenológico 4). A nova fase de amarelecimento das folhas iniciou-se no mês de maio, seguindo-se com a lenta queda das folhas que se estendeu até o final de outubro (Estádio Fenológico 1). No começo do mês de outubro, iniciou-se a senescência e queda mais acentuada das folhas, com as plantas apresentando-se quase que totalmente desfolhadas até o final de dezembro (Estádio Fenológico 2). No final de novembro iniciou-se a brotação das folhas e o desenvolvimento do limbo foliar, indo até meados de janeiro de 1990 (Estádio Fenológico 3). No começo de janeiro a maioria das folhas apresentava o limbo foliar desenvolvido, prolongando-se até o final de maio (Estádio Fenológico 4). O amarelecimento das folhas (Estádio Fenológico 1) iniciou-se no mês de maio quando encerraram-se as observações de campo.

Comparando-se o desenvolvimento das folhas verificaram-se pequenas diferenças dos estádios fenológicos das árvores de teca entre o período compreendido no estudo, sendo provavelmente, devidas às variações climáticas das estações de crescimento no período.

Tabela 4 . Estádios fenológicos das arvores de Teca no período de agosto de 1988 a maio de 1990.

ESTÁDIOS		1988						1989						1990																															
FENOLÓGICOS		AGO		SET		OUT		NOV		DEZ		JAN		FEV		MAR		ABR		MAI		JUN		JUL		AGO		SET		OUT		NOV		DEZ		JAN		FEV		MAR		ABR		MAI	
FOLHA	1	: :																																											

FOLHAS: (1) Arvores com folhas em fase de amarelecimento e queda; (2) Arvores com folhas em senescencia adiantada ou desfolhada; (3) Arvores com folhas novas em inicio de desenvolvimento; (4) Arvores com a maioria das folhas desenvolvidas e parte das folhas em fase de expansao final do limbo foliar.

FLORACAO: (1) Arvores com botoes florais em inicio de desenvolvimento; (2) Arvores com flores abertas e desenvolvidas; (3) Arvores com estádios finais de floracao.

FRUTIFICACAO: (1) Arvores com frutos novos, na fase inicial de desenvolvimento; (2) Arvores com frutos em desenvolvimento; (3) Arvores com frutos amadurecendo, maduros e/ou queda; (4) Arvores com frutos secos presentes.

4.1.1a. ÁGUA

Conforme salientado anteriormente, nos dois anos de observação, a queda das folhas foi mais acentuada e restrita de setembro até o final de outubro, caracterizada pela fase final da estação seca (Figura 3).

Entretanto, houve diferenças entre o período estudado, sendo que em 1988 a queda das folhas foi mais intensa de meados de setembro a meados de outubro e, em 1989, de meados de outubro a meados de novembro (Tabela 4).

Figura 2. Curso do balanço hídrico segundo THORNTHWAITE & MATTER (1955), para a região de Piracicaba - SP. Dados mensais médios para o período de 1959 a 1989. Capacidade de armazenamento de água no solo de 150mm. FONTE: Departamento de Física e Meteorologia - ESALQ/USP, 1989.

Conforme mostra a FIGURA 3, em 1988 ocorreu deficiência hídrica de junho a outubro e no final de novembro a meados de dezembro. Por outro lado em 1989 a precipitação pluviométrica nos meses de maio a outubro evitou uma deficiência hídrica menor em relação ao ano anterior e também em relação à média dos últimos 30 anos (Figuras 2, 3 e Tabela 5). Com respeito às demais variáveis climáticas não houve variações significativas nos referidos períodos (Tabela 5).

Com respeito à fenofase 3, a emissão das folhas ocorreu sempre nos meses de novembro a meados de janeiro, quando os índices pluviométricos são crescentes (Figura 3 e Tabela 5). Além da precipitação outros fatores climáticos (temperatura, fotoperíodo, umidade relativa do ar) devem também influenciar essa fenofase das plantas de teca (Tabelas 3 e 5).

Figura 3. Curso do balanço hídrico segundo THORNTHWAITTE & MATTER (1955), para a região de Piracicaba - SP. Dados mensais médios para o período de agosto de 1988 à maio de 1990. Capacidade de armazenamento de água no solo de 150mm. FONTE: Departamento de Física e Meteorologia - ESALQ/USP, 1989.

Diversos pesquisadores trabalhando em diferentes ambientes tropicais como ALVIM (1965); PICCOLO & GREGOLIN (1980) e MORELLATO et al. (1989), no Brasil; LIEBERMAN (1982) na Africa e FRANKIE et al. (1974) na Costa Rica, observaram que as árvores de climas sazonais restringem o consumo de água pela perda de suas folhas na estação seca. Por outro lado, JACKSON (1978) reportou a ocorrência de maior queda de folhas de árvores na estação chuvosa.

Esses aspectos observados para as plantas de teca foram também verificados em trabalhos realizados em floresta tropical seca por LIEBERMAN (1982) em Ghana, que constatou uma correlação significativamente positiva entre a emissão de folhas de espécies arbóreas e a precipitação pluviométrica nos 21 dias precedentes. Entretanto, a emissão de folhas era praticamente ausente quando a precipitação era baixa. Da mesma forma ALVIM (1965) relatou que em áreas tropicais sujeitas a secas periódicas, houve correlações entre a periodicidade de crescimento das árvores e o regime de chuvas. Ao contrário, NJOKU (1963) em seu trabalho realizado em florestas da Nigéria não observou uma relação entre a emissão das folhas das espécies arbóreas e a precipitação.

4.1.1b. TEMPERATURA

Considerando a variação da temperatura no período verifica-se que as médias mais baixas ocorreram nos meses de junho e julho, com valores de 15 e 16°C para 1988 e 1989, respectivamente. As temperaturas mais elevadas ocorreram de novembro a janeiro (Tabela 5).

Relacionando as fenofases com a variação de temperatura, observa-se que nos meses mais frios as folhas estavam em fase de amarelecimento e queda (Estádio Fenológico 1). Ao contrário, no período mais quente

observou-se a emissão das folhas (Estádio Fenológico 3) (Tabelas 4 e 5).

Com base nessas observações verifica-se uma relação positiva entre a variação dos valores de temperatura e o desenvolvimento e queda das folhas de teca (Tabelas 4 e 5).

Esses resultados são coincidentes aos obtidos por MATTHES (1980) que observou, em espécies arbóreas do Bosque dos Jequitibás (Campinas-SP.) uma tendência de perda das folhas durante o período de baixa temperatura (fevereiro a agosto). Verificou, também, que a maioria das espécies iniciou a emissão das folhas durante o período de temperaturas mais elevadas.

Tabela 5. Médias e totais médios mensais e anuais para a região de Piracicaba-SP. Dados meteorológico mensais coletados no período de 1988 a 1990.

EVENTOS	1 9 8 8												ANUAIS
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
PRECIPITACAO TOTAL (mm)	185,0	328,0	194,0	140,0	104,4	27,00	0,0	0,0	4,0	197,0	86,0	200,0	1465,0
TEMPERATURA MEDIA (°C)	26,2	24,6	24,6	23,0	20,2	16,4	15,3	19,3	22,6	21,9	22,5	24,3	21,7
TEMP. MAX. MEDIA (°C)	32,4	30,3	31,2	28,6	26,4	23,9	23,5	28,6	30,7	28,6	29,1	30,1	28,6
TEMP. MIN. MEDIA (°C)	20,0	18,9	18,1	17,2	14,0	9,2	7,1	10,0	14,3	15,3	15,9	17,9	14,8

EVENTOS	1 9 8 9												ANUAIS
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
PRECIPITACAO TOTAL (mm)	370,0	298,0	99,0	103,0	33,0	47,0	85,0	32,0	36,0	46,0	100,0	195,0	1444,0
TEMPERATURA MEDIA (°C)	24,4	24,7	24,5	23,0	18,6	17,3	16,2	18,3	19,8	20,8	22,7	23,7	21,2
TEMP. MAX. MEDIA (°C)	29,8	29,9	30,7	29,6	20,6	24,1	24,2	26,6	26,0	28,6	29,2	29,7	29,9
TEMP. MIN. MEDIA (°C)	19,0	19,6	18,5	16,5	11,5	10,5	8,2	10,5	13,5	12,9	16,3	17,7	14,6

EVENTOS	1 9 9 0												ANUAIS
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
PRECIPITACAO TOTAL (mm)	270,0	145,0	240,0	37,0	47,0	-	-	-	-	-	-	-	-
TEMPERATURA MEDIA (°C)	25,6	25,4	25,0	24,1	18,3	-	-	-	-	-	-	-	-
TEMP. MAX. MEDIA (°C)	35,5	31,8	30,9	30,6	25,3	-	-	-	-	-	-	-	-
TEMP. MIN. MEDIA (°C)	19,7	18,9	19,0	17,6	11,4	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Departamento de Física e Meteorologia - ESALQ/USP. 1990.

Da mesma forma MORELLATO et al. (1989) em trabalho realizado na Serra do Japi (Jundiaí-SP.), citou que a perda das folhas das espécies estudadas aumenta durante a estação seca, período de maior deficit hídrico e temperaturas mais baixas.

Em espécies florestais de regiões tropicais da Costa Rica, ALVIM (1965) encontrou correlações positivas entre o início da emissão das folhas com a variação média da temperatura e o número de horas de insolação diárias.

4.1.1c. FOTOPERÍODO

Com relação ao fotoperíodo, nas condições de Piracicaba-SP, nos meses de maio-julho ocorrem os dias mais curtos do ano, enquanto que os mais longos de novembro a janeiro (Tabela 3). Comparando a variação do fotoperíodo com o desenvolvimento e queda das folhas de teca, pressupõe-se que o comprimento do dia provavelmente tenha influência na queda das folhas em relação aos demais fatores climáticos. Este estágio fenológico conforme discutido anteriormente, está possivelmente mais associado às influências exercidas pela precipitação e temperatura.

Esse efeito foi discutido por ALVIM (1965) ao relatar que, em latitudes com pequenas diferenças no comprimento do dia, a perda das folhas comumente ocorre quando os dias são mais curtos. Da mesma forma, foi encontrado por Olmsted (1951), citado por KRAMER & KOZLOWSKI (1960), quando trabalhou com *Acer saccharum*.

MATTHES (1980), analisando a influência fotoperiódica, observou também que a redução no comprimento do dia está relacionada com a queda das folhas nas espécies do Bosque dos Jequitibás (Campinas, SP), atuando de forma diferente para os vários grupos de espécies.

Para ALVIM (1965) e FRANKLIE et al. (1974) a periodicidade da emissão das folhas é mais evidente em

árvores de crescimento intermitente, com a precipitação, temperatura e comprimento do dia sendo os prováveis fatores que determinam a indução da emissão das folhas.

Njoku (1958); Piringer (1960); Downs (1962), citados por ALVIM (1965) e KRAMER & KOZLOWSKI (1960), relatam que o crescimento vegetativo em certas plantas de clima temperado e tropical reagem ao fotoperíodo, favorecendo o crescimento nos dias longos e reduzindo-os nos dias curtos.

4.1.2. FLORAÇÃO

Analisando a Tabela 4, verifica-se que no mês de fevereiro de 1989 as árvores apresentavam botões florais em início de desenvolvimento (Estádio Fenológico 1). A abertura e desenvolvimento das flores iniciaram em meados de fevereiro, prolongando-se até o final de março (Estádio Fenológico 2). Os estádios finais de floração foram verificados em meados de março, estendendo-se até o final de abril (Estádio Fenológico 3). No ano de 1990 os botões florais surgiram no mês de janeiro (Estádio Fenológico 1). A partir de meados de janeiro as árvores apresentavam flores abertas e desenvolvidas, prolongando-se até o final de fevereiro (Estádio Fenológico 2). Em meados de fevereiro as árvores apresentavam estádios finais de floração, prolongando-se até o final de março (Estádio Fenológico 3).

Observando o desenvolvimento das flores nas árvores, não se verificaram diferenças entre os anos de 1989 e 1990.

4.1.2a. AGUA

Pela análise da Tabela 5 observou-se que, a maior porcentagem de indivíduos com flôres, ocorreu no

período de maior precipitação pluviométrica. Provavelmente a precipitação constitui-se num dos fatores que favoreceram a floração das árvores de teca.

Com base nesse aspecto FRANKIE et al. (1974), estudando o comportamento fenológico entre floresta úmida e seca na Costa Rica, observaram que a floresta úmida apresentava dois picos de floração, sendo um na estação seca e outro na estação chuvosa, enquanto na floresta seca, dois picos foram também evidentes, um mais extenso durante a estação seca e outro no começo da estação chuvosa.

MORELLATO et al. (1989) relatam que o pico máximo de floração das espécies arbóreas da Serra do Japi (Jundiá - SP), ocorreu na estação transitória do período seco para o período úmido. Entretanto, CARVALHO (1980) em trabalho realizado na Floresta Nacional do Tapajós, citou que a floração das espécies estudadas, apresentava dominância na estação seca, contrariando as observações para as árvores de teca.

4.1.2b TEMPERATURA

A maior percentagem de árvores com flores foi observada no período de temperaturas elevadas (Tabela 5). Considerando as temperaturas do início de março de 1989 e de fevereiro de 1990, deduz-se que este fator deve induzir essa fenofase (Tabela 4).

MORELLATO et al. (1989) observando a dinâmica de floração nas espécies arbóreas na Serra do Japi (Jundiá - SP), verificaram espécies florescendo durante o ano todo. Porém, o pico máximo ocorreu em setembro-outubro, quando a temperatura é ascendente. Resultados coincidentes foram observados por MATTHES (1980), no Bosque dos Jequitibás (Campinas - SP).

4.1.2c. FOTOPERÍODO

De acordo com as Tabelas 4 e 5 verificou-se um maior número de árvores em floração de meados de fevereiro a março nos anos de 1989 e 1990, períodos com dias de maiores fotoperíodos (comprimento de dia longo). Dessa forma, provavelmente, o fotoperíodo, induz juntamente com os demais fatores climáticos, o florescimento das árvores.

Esses aspectos das plantas de teca foram também verificados por Njoku (1958), citado por NJOKOU (1963), considerando que pequenas mudanças no comprimento do dia eram suficientes para controlar a floração de certas plantas. Por outro lado, MATTHES (1980) constatou que as espécies arbóreas do Bosque dos Jequitibás (Campinas-SP), apresentaram uma floração no período de aumento do comprimento do dia. Ressalta, porém, que na maioria das espécies a indução pode ter ocorrido durante a fase transitória dos dias curtos para os longos.

4.1.3. FRUTIFICAÇÃO

Analisando a Tabela 4 verifica-se a presença de frutos secos nas árvores em agosto, com queda gradativa até novembro de 1988. Raros frutos secos foram detectados nesse mes (Estádio Fenológico 4).

Em março de 1989 iniciou-se o desenvolvimento dos frutos (Estádio Fenológico 1), prosseguindo até o final de maio (Estádio Fenológico 2). No começo de maio iniciou-se o amadurecimento dos frutos, com frutos maduros e em queda das árvores até o final de julho (Estádio Fenológico 3). Os frutos secos foram observados no início de julho até o final de novembro (Estádio Fenológico 4). Em 1990 as árvores iniciaram o desenvolvimento dos frutos em fevereiro prolongando-se até o começo de março

(Estádio Fenológico 1). De meados de fevereiro até o início de maio verificou-se o desenvolvimento dos frutos (Estádio Fenológico 2). Do início de abril até o mês de maio os frutos estavam na fase de amadurecimento, maduros e/ou caindo (Estádio Fenológico 3), quando se encerraram as observações de campo.

Comparando o desenvolvimento dos frutos, verificaram-se pequenas diferenças nos estádios fenológicos das árvores de teca no período observado (Tabela 4 e Figura 3).

4.1.3a. Água

Comparando os estádios fenológicos da frutificação das plantas com a precipitação e balanço hídrico para 1989 e 1990 (Tabelas 4, 5 e Figura 3), verificou-se que o início do desenvolvimento dos frutos coincide com os meses chuvosos. Os frutos em fase de amadurecimento, maduros e/ou caindo ocorreram na fase final do período chuvoso. E, finalmente, os frutos apresentaram-se secos e caindo lentamente nos meses com deficit hídrico (final de maio e final de novembro).

Desta maneira a espécie *Tectona grandis* parece demonstrar uma dependência de água na época da sua frutificação, além do efeito dos outros fatores bióticos

Analisando a influência da água MATTHES (1980) relatou que a maioria das espécies do Bosque dos Jequitibás (Campinas-SP), apresentou tendência na frutificação durante os meses secos com diminuição nos meses mais chuvosos. Da mesma forma MORELLATO et al. (1989) observaram na Serra do Japi (Jundiaí-SP.) um maior número de espécies em frutificação no período da precipitação pluviométrica mais alta e FRANKIE et al (1974) na Costa Rica observaram que os frutos maduros ocorreram no período seco. Estes últimos resultados são coincidentes com os

observados para as plantas de teca.

4.1.3b. TEMPERATURA

Analisando os estádios fenológicos da frutificação das árvores com a variação da temperatura para 1989 e 1990 (Tabelas 4 e 5), verifica-se que o desenvolvimento dos frutos ocorreu nos meses de alta temperatura (cerca de 24°C).

Os frutos iniciaram a fase de amadurecimento, tornaram-se maduros e/ou queda das árvores no período em que a temperatura apresentava-se em declínio (maio-julho). Nos meses de baixas temperaturas os frutos apresentaram-se secos e em queda lenta (final de maio a final de novembro) da copa das árvores.

Baseando-se nessas observações, pressupõe-se que a temperatura influencia nesse evento fenológico, além de outros fatores climáticos (Tabela 5).

4.2. CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DA MADEIRA

São apresentadas a seguir, as características gerais, macro e microscópicas da madeira das 3 árvores de teca. Os valores médios quantitativos dos elementos anatômicos da madeira são apresentados nas Tabelas 6 e 7 e Apêndices 1, 2 e 3. São apresentadas, também, as fotomacro e fotomicrografias das seções transversal, longitudinal tangencial e longitudinal radial da madeira de teca (Figuras 4 e 5).

4.2.1. CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA MACROSCÓPICA

a) CARACTERÍSTICAS GERAIS DA MADEIRA

Madeira moderadamente macia ao corte; leve

(0,50 a 0,55 g/cm³); alburno estreito, cerca de 3,0 cm (30%) de largura, de cor amarelo pardacento, bem diferenciado do cerne castanho-amarelado escuro, com reflexo dourado, largo, cerca de 6,0 cm (70%), com veios longitudinais mais escuros, passando com o decorrer do tempo para castanho-escuro; grã direita a irregular; textura média a grosseira; superfície ligeiramente áspera ao tato; rara exsudação escura e oleosa; cheiro pronunciado quando recém cortada; gosto imperceptível. Fácil de trabalhar, recebendo bom acabamento.

b) DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA DA MADEIRA

(Figura 4-A)

Poros - Distintos à simples vista, de distribuição em anéis porosos; no lenho outonal varia de pequenos a médios (11%), predominando os primeiros com (89%), no lenho primaveril de médios a grandes (21%), predominando os primeiros (79%); solitários, geminados e raramente múltiplos de 3, dispostos radialmente, predominando os solitários; maioria vazios, alguns contendo substância esbranquiçada e resina escura, ou tilos.

Linhas vasculares - Distintas à simples vista, longas e retas, vazias ou obstruídas por substância esbranquiçada ou resina oleosa escura ou ainda tilos.

Parênquima axial - Distinto à simples vista, em faixas marginais iniciais, finas, regularmente espaçadas, às vezes onduladas, concêntricas, tocando ou tangenciando os poros maiores do lenho inicial ou primaveril.

Raios - No plano transversal são visíveis à simples vista, apresentando certa uniformidade na largura e espaçamento; poucos (51%) a pouco numerosos (49%); no plano

longitudinal são visíveis só sob lente e irregularmente dispostos; no plano longitudinal radial o espelhado dos raios é bem contrastado à simples vista.

Camadas de Crescimento - Visíveis à simples vista, demarcadas pelas faixas do parênquima inicial que se associam aos anéis porosos.

4.2.2. CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA MICROSCÓPICA

(Figuras 4-B, 5-A e B).

Vasos - distribuição em anéis porosos; os de maior diâmetro tangenciam as faixas do parênquima axial inicial, de forma circular a ligeiramente ovalada; na maioria vazios, raros obstruídos por substância escurecida ou tilos; no lenho outonal de pequenos a médios 75 (41-125) μm de diâmetro, predominando os pequenos (75%); no lenho primaveril de médios a grandes, 216 (159-281) μm de diâmetro, predominando os grandes (65%); placa de perfuração simples; elementos vasculares de muito curtos a curtos, 0,29 (0,15-0,50) mm de comprimento, predominando os muito curtos (59%), com apêndices em uma ou em ambas as extremidades ou, na maioria, sem apêndices; pontuações intervasculares areoladas, de disposição alterna, contorno circular a ovalado; abertura em fendas estreitas, de muito pequena a média 6 (5-8) μm de abertura, predominando as pequenas (76%); às vezes coalescentes, envolvendo 2-3, raramente 4 pontuações.

Parênquima Axial - em faixas marginais iniciais, regularmente afastadas, às vezes aproximadas, com 2-6 células de largura, raramente 7-9 células; vasicêntrico escasso, com 1-2 células de largura, envolvendo total ou parcialmente os vasos; seriado, com 3-8 células por série, predominando as de 6 células.

Raios - Homocelulares e raramente

heterocelulares, com várias camadas de células procumbentes ao centro e uma camada de células quadradas em uma ou ambas extremidades (Figura 5-B); pouco numerosos a muito numerosos, de 10 (5-15) raios por mm, predominando os numerosos (48%); multisseriados predominantes, com 3 (2-5) células de largura, predominando os de 3 (58%) e 4 (28%) células de largura; finos a estreitos de 50 (27-80) μm de largura, predominando os estreitos (59%); com 22 (10-43) células de altura, extremamente baixos a baixos, de 0,64 (0,2-1,30) mm de altura, predominando os muito baixos (78%) (Figura 5-A); pontuações rádio-vasculares semelhantes às intervasculares, de 6 (4-7) μm de abertura, predominando as pequenas (99%).

Fibras - de natureza libriforme, pontuações simples, septadas, muito curtas (18%) a longas (13%), predominando as curtas (68%), de 1,21 (0,76-1,74) mm de comprimento; médias (100%), de 32 (23-45) μm de diâmetro, muito delgadas (3%) a muito espessas (7%), predominando as espessas (89%) e raras a delgadas (1%); de 8 (5-13) μm de espessura; lume de 23 (15-37) μm de largura.

Camadas de crescimento bem demarcadas pelas faixas de parênquima axial inicial e pelos anéis porosos (Figura 4-b).

Analisando estatisticamente os resultados, verifica-se que o teste F, para os dados dos elementos anatômicos estudados, revelou diferenças altamente significativas ao nível de 1% de probabilidade. Entretanto, resultados não significativos foram observados para as pontuações radiovasculares, largura e altura dos raios em número de células e para o diâmetro tangencial e diâmetro do lume das fibras. Esses resultados são apresentados na Tabela 6.

Na comparação dos valores médios quantitativos dos elementos anatômicos, o teste Tukey

detectou equivalência estatística entre as árvores dominada, codominante e dominante para: diâmetro dos vasos no lenho outonal, pontuação radiovascular; largura e altura dos raios em número de células e diâmetro do lume das fibras, evidenciando, entretanto, diferenças para os demais elementos anatômicos entre as árvores estudadas ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 7).

Os resultados individuais para as árvores dominada, codominante e dominante são apresentados nos Apêndices 1, 2 e 3.

Com base nos resultados da análise pode-se verificar que as características gerais da madeira de teca são aproximadamente as mesmas descritas por vários pesquisadores como JANE (1956); D.S.I.R. (1956); FREITAS (1963); MENIADO et al. (1975); CENERINI & ABBATE (1982); CHUDNOFF (1984); SUDO (1988), principalmente no que se refere à coloração da madeira e demais características

Algumas diferenças relacionadas com a densidade foram verificadas por FREITAS (1963), em Portugal, e por FARMER (1972), em Londres, com valores de densidade superiores aos obtidos no presente trabalho. Provavelmente, essas diferenças sejam devidas aos fatores ambientais, climáticos e genéticos.

A nível macroscópico, a nítida formação de anéis porosos delimitados pelo parênquima axial inicial foi também observada por TITMUSS (1959); SUDO (1963) MENIADO et al. (1975), ao contrário de CENERINI & ABBATE (1982) que não mencionaram a presença dessa característica.

A presença de poros em anéis na madeira de teca (Figura 4-A e B) também tem sido descrita por vários autores, tais como: KRIBBS (1959); FREITAS (1963); MENIADO et al. (1975); DONALDSON (1984). Ao contrário, JANE (1956) considera como madeira de "anéis semi-porosos", uma vez que os poros nem sempre são bem desenvolvidos nas camadas que delimitam os anéis de crescimento demarcadas pelas faixas

do parênquima inicial.

A nível microscópico foram, da mesma forma, verificadas semelhanças nos vasos e parênquima axial, com os resultados obtidos por FREITAS (1963) e DONALDSON (1984).

Quanto às dimensões dos elementos de vasos verifica-se que o seu comprimento médio (Tabela 6) foram próximos aos obtidos por FREITAS (1963), enquanto que DONALDSON (1984) observou elementos de vasos mais curtos.

Diferenças marcantes foram também encontradas para o diâmetro tangencial dos vasos por KRIBBS (1959), que verificou maiores valores e variações nos lenhos outonal e primaveril.

Com referência ao tipo de raio, os resultados são concordantes com os verificados por KRIBBS (1959) classificando-os como homogêneos e heterogêneos, enquanto que FREITAS (1963) e DONALDSON (1984) descreve-os como exclusivamente homogêneos (Figura 4-D).

O comprimento médio das fibras na madeira de teca em torno de 1,2mm, foi semelhante ao encontrado por FREITAS (1963). Resultados diferentes foram obtidos por INSENBERG (1951) e DONALDSON (1984), que obtiveram fibras mais longas com 1,29 e 1,30mm, respectivamente. Os valores para o diâmetro tangencial das fibras coincidem com os obtidos por INSENBERG (1952) e FREITAS (1963) e diferem dos observados por DONALDSON (1984).

A espessura média das paredes das fibras na madeira de teca foi cerca de 8 μ m, diferente da obtida por INSENBERG (1951); FREITAS (1963) e DONALDSON (1984) com valores de 4-6 μ m, respectivamente.

Figura 4. Características anatômicas da madeira de teca.

- A - Fotomacrografia da secção transversal da madeira, mostrando com destaque as linhas do parênquima inicial e anéis porosos - (setas);
- B - Fotomicrografia da secção transversal da madeira, mostrando com destaque os anéis poroso - (seta).

Figura 5. Características anatômicas da madeira de teca.

- A - Fotomicrografia da secção tangencial longitudinal da madeira, mostrando com destaque os raios - (seta);
- B - Fotomicrografia da secção longitudinal radial da madeira, mostrando com destaque as células dos raios - (seta).

Table 1 a 6. Valores medios quantitativos dos elementos anatomicos da madeira das tres arvores de teca.

ELEMENTOS		VALORES		DETERMINADOS	
ANATOMICOS		N	Ne	MEDIA E VARIAOES	VAR DP CV F
VASOS					
Comprimento (mm)		40	20	0,29 (0,15 - 0,50)	0,004 0,062 11,47 12,02 **
DIAM. INTERNO					
Lenho Outonal (u)		40	24	75 (41 - 125)	0,061 0,981 5,71 8,04 **
Lenho Primavera (u)		20	7	216 (159 - 281)	0,057 0,249 5,57 7,57 **
PONTUAOES					
Intervascular (u)		25	8	6 (4 - 8)	0,014 0,118 3,86 8,28 **
Radiovascular (u)		10	8	6 (4 - 7)	0,013 0,113 5,95 0,10 NS
PARENQ. RADIAL					
Frequencia (num./mm)		100	11	10 (5 - 15)	0,023 0,153 6,52 109,69 **
Lar. Num. de Cel.		50	14	3 (2 - 5)	0,031 0,175 9,65 1,10 NS
Largura (u)		50	26	50 (27 - 80)	0,063 0,251 6,41 4,79 **
Alt. Num. de Cel.		37	45	22 (10 - 43)	0,093 0,308 10,00 0,32 NS
Altura (mm)		50	32	0,64 (0,20 - 1,30)	0,015 0,122 15,42 5,36 **
FIBRAS					
Comprimento (mm)		50	12	1,21 (0,76 - 1,74)	0,009 0,097 8,79 8,29 **
Diam. tangencial (u)		50	6	32 (23 - 45)	0,015 0,123 3,57 0,81 NS
Diam. do Lume (u)		50	10	23 (15 - 37)	0,020 0,160 5,34 1,50 NS
Esp. das Paredes (u)		50	8	8 (5 - 13)	0,044 0,209 9,91 10,84 **

N = Numero total de medicoes. Ne = Numero de medicoes necessarias.
 VAR. = Variancia. DP = Desvio padrao. CV = Coeficiente de Variacao (%).
 ** = Significativo ao nivel de 1% de probabilidade. NS = Nao significativo.

Tabela 7. Valores medios quantitativos dos elementos anatomicos da madeira das tres arvores de teca e teste Tukey para as variaveis estudadas.

E L E M E N T O S A N A T O M I C O S	A R V O R E S														
	L8-63 (DOMINADA)			L3-12 (CODOMINANTE)			L11-162 (DOMINANTE)			S					
	UME	VAR	DP	CU	UME	VAR	DP	CU	UME		VAR	DP	CU		
V A S O S															
Comprimento (mm)	0,27	0,004	0,065	23,97 a	0,26	0,004	0,065	23,43 ab	0,34	0,005	0,073	21,39 b			
DIAM. INTERNO															
Lenho Outonal (u)	81	408	130	20,202	24,86 a	84	336	133	18,334	21,83 a	69	287	216	16,947	24,73 a
Lenho Primavera (u)	225	1074	130	32,774	14,52 b	196	456	158	21,358	10,87 a	226	796	786	28,227	12,48 c
PONTUAÇÕES															
Intervascular (u)	6,29	0,016	0,127	6,44 b	7,04	0,006	0,076	3,63 a	6,12	0,020	0,140	7,17 b			
Radiovascular (u)	5,65	0,012	0,109	5,76 a	5,85	0,014	0,116	6,06 a	5,70	0,013	0,114	6,00 a			
PAREDE. RADIAL															
Frequencia (num./mm)	10	0,160	0,126	5,37 b	11	0,018	0,136	5,45 a	0	0,036	0,189	0,65 c			
Lar. Num. de Cel.	3	0,033	0,182	10,10 a	3	0,022	0,147	7,92 a	3	0,037	0,193	10,73 a			
Largura (u)	48	53	0,072	0,268	54	40	0,035	0,198	4,69 a	48	26	0,082	0,286	7,40 b	
Alt. Num. de Cel.	21	0,081	0,235	9,36 a	22	0,077	0,277	8,91 a	22	0,118	0,344	11,16 a			
Altura (mm)	0,67	0,013	0,113	13,95 a	0,57	0,014	0,119	16,05 b	0,69	0,018	0,133	16,20 a			
FIBRAS															
Comprimento (mm)	1,30	0,039	0,198	15,23 b	1,13	0,031	0,175	15,41 b	1,26	0,068	0,262	20,79 a			
Diam. tangencial (u)	31,57	17,949	4,236	13,42 b	31,64	9,930	3,152	9,69 a	32,59	2,690	4,549	13,56 a			
Diam. do Lume (u)	23,99	19,086	4,368	18,21 a	22,68	10,640	3,262	14,38 a	24,01	19,323	4,463	18,59 a			
Esp. das Paredes (u)	7,58	2,401	1,545	20,44 b	9,16	2,688	1,640	17,90 a	8,58	3,799	1,949	22,72 a			

VM = Valor medio. VAR = Variância. DP = Desvio padrao. CV = Coeficiente de variacao (%).

Obs. Medias com a mesma letra nao diferem entre si ao nivel de 5% de probabilidade.

4.3. ATIVIDADE CAMBIAL

4.3.1. ESTRUTURA DO CAMBIO

A estrutura da região da camada cambial é apresentada através dos cortes longitudinal tangencial e transversal (Figuras 6,7 e 8).

Verifica-se que a zona do câmbio vascular não é estratificado e compõe-se de dois tipos de células as iniciais fusiformes e iniciais radiais (Figuras 6-A). As iniciais fusiformes diferenciadas em fibras septadas, alongadas verticalmente, com o comprimento médio em torno de 0,31 mm, estreitas na face radial, em média de 25 μm e lume de aproximadamente 18 μm , de extremidades afiladas e justapostas, com septos transversais (Figura 7-B). Nas paredes dessas células, com 6 μm de espessura média, verifica-se a presença de inúmeras pontuações (Figura 7-A).

As células iniciais radiais são curtas, isodiamétricas, de formato prismático, com o diâmetro médio variando de 13 a 30 μm .

As divisões periclinais das células da região da camada cambial promovem a formação do xilema, para o interior, e do floema, para o exterior, (Figura 8-A). As divisões anticlinais promovem, por sua vez, o aumento da circunferência do câmbio (Figuras 6-B). A formação do parênquima radial, do tipo multisseriado, ocorre em consequência das divisões periclinais das células iniciais radiais (Figura 8-B).

Essa estrutura do câmbio das árvores de teca é semelhante à descrita para a mesma espécie por RAO & DAVE (1981), embora tenham observado diferenças nas dimensões das suas células.

Dessa forma, supõe-se que os efeitos do ambiente e mesmo da idade das plantas influenciam as dimensões das células cambiais mantendo-se, entretanto, as

características básicas da sua estrutura.

A análise da estrutura do câmbio tem sido também, frequentemente, conduzida para diversas espécies arbóreas como *Robinia pseudoacacia* (DEER & EVERT, 1967); *Tectona grandis* (RAO & DAVE, 1981); *Gmelina arborea* (DAVE & RAO, 1982) e *Streblus asper* (AJMAL & IGBAL, 1987) entre outras.

Figura 6. Fotomicrografias das secções tangenciais da região da camada cambial da árvore de teca.

- A - Zona cambial, mostrando as células iniciais radiais irregularmente dispostas - seta;
- B - Zona cambial, mostrando as iniciais fusiformes e divisões anticlinais - seta.

Figura 7. Fotomicrografias das secções tangenciais da região da camada cambial da árvore de teca.

A - Zona cambial ativa (fevereiro), com células de paredes delgadas e numerosas pontuações - seta;

B - Zona cambial em fevereiro mostrando as iniciais fusiformes com septos transversais - seta.

Figura 8. Fotomicrografias das secções transversais da região da camada câmbial da árvore de teca:

- A - Zona cambial ativa (julho), com destaque para as divisões periclinais das células iniciais fusiformes - seta;
- B - Zona cambial dormente (setembro), com destaque os raios multisseriados e as radiais espessas das células iniciais fusiformes - setas.

4.3.2. PERIODICIDADE DA ATIVIDADE CAMBIAL

As observações conduzidas de dezembro de 1988 a maio de 1990 (Tabela 1) permitiram verificar que as células iniciais fusiformes e iniciais radiais do câmbio, variam em largura e em espessura da parede em função das condições climáticas, conforme discutido por vários autores (WILSON, 1966; SERRE, 1976; AJMAL & IGBAL, 1987).

Para a teca, o câmbio inicia sua atividade em meados de dezembro (Figura 9-A), com o pico máximo em fevereiro (Figura 9-B), declinando lentamente até atingir o período de dormência, que coincide aproximadamente com a segunda semana de setembro (Figura 8-B).

Verificaram-se nítidas alterações nas células cambiais nesses períodos: no período de maior atividade (dezembro a fevereiro), as células tem suas dimensões tangencialmente aumentadas e paredes delgadas (Figura 9-A) e, no período de dormência (setembro a novembro), as células apresentam um encurtamento das paredes tangenciais e expansão das paredes radiais, com um pronunciado espessamento da parede, principalmente a radial (Figuras 7-A e 8-B). Essas diferenças podem ser devidas ao estágio fisiológico das células nos períodos de atividade e dormência em função da disponibilidade de carboidratos e hormônios.

As alterações morfológicas das células cambiais descritas para as árvores de teca foram, da mesma forma, observadas para coníferas e folhosas, como em *Abies concolor* (WILSON, 1963), *Proustia cuneifolia* (ALJARO et al., 1972), *Tectona grandis* (RAO & DAVE, 1981) e *Gmelina arborea* (DAVE & RAO, 1982).

Os períodos de atividade (dezembro a agosto) e dormência (setembro a novembro) da camada cambial das árvores de teca foram verificadas, também, por RAO & DAVE (1981) para a espécie, DAVE & RAO (1982) em *Gmelina arborea*

e por AJMAL & IGBAL (1987) para *Streblus asper*.

Com respeito ao número de células da zona cambial verificaram-se, da mesma forma, variações significativas nos períodos estudados. No início de sua atividade (dezembro) a zona cambial possui de 5-13 camadas de células; quando a sua atividade é máxima (fevereiro) possui de 12-20 camadas (Figuras 9-A e 9-B), e quando a sua atividade é mínima (setembro a novembro) possui de 3-11 camadas (Figura 8-B).

Essas observações foram corroboradas por RAO & DAVE (1981) para as árvores da mesma espécie ao constatarem que a zona cambial apresentou de 7-24 camadas de células no período ativo, reduzindo-se para 5-10 camadas de células no período de dormência.

Embora a atividade cambial possa variar entre as árvores, não foram notadas variações significativas para as duas árvores de teca estudadas.

Figura 9. Fotomicrografias das secções transversais da região da camada cambial da árvore de teca:

- A - Zona cambial ativa (dezembro), com destaque para as células com as paredes achatadas tangencialmente, delgadas e formação do anel poroso - setas;
- B - Zona cambial ativa (fevereiro), com destaque para as células do xilema secundário imaturos, divididas por paredes anticlinais - setas.

4.3.3. DESENVOLVIMENTO DO TECIDO VASCULAR

A divisão das células cambiais e a diferenciação dos elementos vasculares do xilema e do floema das árvores de teca iniciaram-se em dezembro.

O aumento da taxa de divisão das células cambiais é rápido de dezembro a janeiro (Figura 9-A), sendo adicionadas novas células de xilema. Nas árvores de teca são formadas, a partir de dezembro, as primeiras células do parênquima axial inicial, tangenciando os vasos maiores, formando o anel poroso, imediatamente após o lenho outonal (formado por células de fibras de paredes espessas, achatadas tangencialmente e vasos de menor diâmetro) (Figura 11-A).

Após a fase de divisão celular, na fase de diferenciação, os elementos de vaso mostram-se achatados no sentido tangencial, deslocando lateralmente o parênquima radial, quando do seu desenvolvimento até atingir a forma circular final.

As células de fibra, elementos de vaso e de parênquima são produzidas somente no período em que o câmbio permanece ativo (dezembro a agosto). Nesse período as fibras apresentam lumes maiores, paredes mais delgadas e os vasos com maiores diâmetros (lenho primavera). Ao contrário, no período de declínio da atividade cambial (final de junho a agosto) as células de fibras têm lumes reduzidos, paredes espessas e achatadas tangencialmente e os vasos são de menor diâmetro nos limites da camada de crescimento (lenho outonal).

O maior número de células em diferenciação ocorre em fevereiro, com a zona cambial apresentando o número máximo de células de 12-20 (Figuras 11-B e 10). As divisões das células cambiais são mais frequentes no lado interno do câmbio proporcionando o aumento no crescimento em diâmetro do tronco.

O padrão das divisões das células cambiais e da diferenciação dos tecidos vasculares de teca, para a formação do xilema e floema são simultâneos e semelhantes aos observados para a espécie (RAO & DAVE, 1981), *Carya illinoensis* (ARTSCHWAGER, 1950) e para *Gmelina arborea* (DAVE & RAO, 1982). Não corresponde, entretanto, ao padrão observado para *Streblus asper* onde a produção do xilema é precedido do floema por aproximadamente um mês (AJMAL & IGBAL, 1987).

Figura 10. Variação sazonal do número médio de células da região da cambial e diferenciação dos elementos do xilema e floema da árvore de teca.

Figura 11: Fotomicrografias das secções transversais da região da camada cambial da árvore de teca.

- A - Xilema secundário mostrando as primeiras células formadas, com destaque para as células da faixa do parênquima longitudinal inicial tangenciando os vasos - seta;
- B - Xilema secundário com células imaturas produzidas pelas divisões periclinal e anticlinal, destacando-se o espessamento das paredes celulares - seta.

4.3.4. ATIVIDADE CAMBIAL EM RELAÇÃO À FENOLOGIA

Relacionando-se os eventos fenológicos das árvores com a atividade cambial, verifica-se que no período seco, quando as folhas estão ressequidas, em queda e os frutos em dispersão, o câmbio encontra-se em dormência (setembro a novembro) (Tabela 8).

Em seguida, no mês de novembro, as árvores iniciam a brotação, sendo que o câmbio é ativado cerca de 30 dias após (dezembro), quando as folhas estão renovadas e em fase de desenvolvimento (Tabelas 4 e 8).

Quando as árvores apresentam suas folhas com limbo totalmente expandido, flores em desenvolvimento e frutificação iniciada, verifica-se o máximo da atividade de divisões celulares na zona cambial, formando várias camadas de células do xilema (dezembro a fevereiro, com pico em fevereiro).

A partir desse período (março) as árvores de teca entram em fase final de floração, com frutos em desenvolvimento e folhas começando a amarelecer, secar e cair, quando então a atividade cambial entra em declínio até o mês de agosto. O câmbio entra em dormência em setembro, quando as divisões das suas células são reduzidas, coincidindo com a queda das folhas e dos frutos secos.

Conforme verificado, as células da zona cambial da base do tronco das árvores foram reativadas cerca de 30 dias após o início da brotação das folhas, com o máximo da atividade cambial coincidente com as folhas completamente formadas. Dessa forma, a ativação do câmbio provavelmente parece ser estimulada por hormônios, produzidos pelas gemas foliares em fase de brotação e as folhas jovens demonstrando gradativa ativação das células cambiais no sentido apical para a base do tronco das árvores pelo transporte descendente de hormônios e

carboidratos através do floema. Em determinadas espécies, como *Streblus asper*, a ativação do câmbio é mais lenta ocorrendo somente 60 dias após o início da brotação das folhas (AJMAL & IGBAL, 1987)

As relações entre a atividade cambial e a fenologia das plantas de teca foram da mesma forma observadas para a espécie por RAO & DAVE (1981) na Índia. No entanto, em *Gmelina arborea* o câmbio iniciou sua atividade no primeiro fluxo de brotação, seguido pela floração (fevereiro-março) e o maior crescimento em diâmetro aconteceu no momento em que a espécie apresentava as folhas no seu tamanho normal (agosto) (DAVE & RAO, 1982). Em árvores de *Proustia cuneifolia* o câmbio apresentou-se dormente quando a floração estava terminando, os frutos amadurecendo e desfolhada, sendo reativado quando a copa apresentava as suas folhas em fase de brotação (ALJARO et al., 1972).

Tabela 8. Relacao entre a fenologia, atividade cambial e a formacao da camada de crescimento.

MESES	FENOLOGIA	Atividade do cambio e numero de celulas na camada	Formacao da camada de crescimento
JAN.	Folhas novas em desenv. Floracao iniciando.	Ativo (6 - 11)	Linha do paren. inicial formado. Anel poroso formado.
FEV.	Folhas desenvolvidas. Flores desenvolvendo. Frutif. iniciada.	Maximo de atividade. (12 - 20)	Form. dos elemen. vasos, fibras e raios imaturos.
MAR.	Folhas desenvolvidas. Floracao terminando. Frutos desenvolvendo-se.	Ativo em declinio. (4 - 12)	Elemen. axial e radial lignificando-se.
ABR.	Folhas desenvolvidas. Final de floracao. Frutos amadurecendo.	Ativo em declinio. (8 - 11)	Elemen. axial e radial lignificando-se.
MAI.	Folhas amarelecendo. Frutos maduro	Ativo em declinio. (4 - 11)	Elemen. Axial e radial lignificando-se.
JUN.	Folhas amarelecendo. Frutos maduros, secos e caindo.	Ativo em declinio. (5 - 13)	Form. de vasos de menor diametro. Form. de fibras achatadas tangte.
JUL.	Folhas amarelecendo. Frutos maduros, secos e caindo.	Ativo em declinio. (4 - 8)	Form. de vasos de menor diametro. Form. de fibras achatadas tangte.
AGO.	Folhas amarelecendo e caindo. Frutos secos, caindo.	Ativo em declinio e/ou dormente. (4 - 9)	Form. de vasos de menor diametro. Form. de fibras achatadas tangte.
SET.	Folhas de senescencia adiantada e/o desfolhada. Frutos secos presente.	Inativo (4 - 10)	Fase final de form. do lenho outonal. Fibras achatadas tangencialmente parede espessa.
OUT.	Folhas de senescencia adiantada e/ou desfolhada. Frutos secos presente.	Inativo (3 - 6)	Lenho outonal formado.
NOV.	Arvores com desfolha. parcial e/ou desfolhada. Sinais de brotacao.	Inativo (5 - 11)	Lenho outonal formado.
DEZ.	Folhas com expansao foliar/desenvolvendo-se.	Inicio de atividade. (5 - 13)	Inicio de form. do lenho primaveril e form. da linha do parenquima inicial associado ao anel poroso.

4.3.5. ATIVIDADE CAMBIAL EM RELAÇÃO AOS FATORES CLIMATICOS.

Analisando a atividade cambial das árvores de teca com as variações climáticas do período de estudo (Tabelas 3, 5 e 8) verifica-se que:

A atividade do câmbio inicia-se a partir da segunda semana de dezembro quando os índices de precipitação e os valores de temperatura estão em elevação.

A atividade máxima do câmbio no mês de fevereiro coincide com períodos de precipitação, temperatura e fotoperíodo elevados.

A atividade do câmbio diminui a partir de março, com a gradativa diminuição da precipitação, temperatura e fotoperíodo. O câmbio entra em dormência nos meses de setembro, outubro e até novembro quando os fatores de crescimento são limitantes.

O efeito dos fatores ambientais no controle da periodicidade do câmbio tem sido observado por diversos autores. WAISEL & FAHN (1965) relatam que a temperatura é considerada como um dos principais fatores para a ativação do câmbio que, juntamente com o fotoperíodo, comanda a formação do tipo de madeira, quando nos dias longos é produzido lenho primaveril e nos curtos o lenho outonal.

Segundo KRAMER & KOZLOWSKI (1960) o crescimento das plantas parece ser, com mais frequência, limitado pela deficiência hídrica em relação a outros fatores isolados. Da mesma forma ALJARO et al. (1972) demonstraram que, para plantas de *Proustia cuneifolia*, a atividade cambial é altamente sensível às chuvas. RAO & DAVE (1981) também discutiram a atividade cambial em relação aos fatores climáticos, relatando que a disponibilidade de água no solo é um dos fatores que comandam o processo de atividade do câmbio.

4.4. MARCAÇÃO DO CÂMBIO

Todas as marcas (cicatrices) feitas no câmbio no período de agosto de 1988 a novembro de 1989, Tabela 9, ficaram bem distintas à simples vista no lenho das árvores de teca (Figuras 12, 13, 14, 18 e 19).

Na primeira cicatriz, realizada em 31 de agosto de 1988, verificou-se pela análise macro e microscópica do xilema que o câmbio se encontrava praticamente no período de dormência. Isto pode ser visualizado pela posição da cicatriz próxima à faixa do parênquima inicial (Figuras 12-A e 15-A).

Sob microscopia óptica essa cicatriz do xilema é formada por células típicas de tecido de cicatrização, conforme ESAU (1976), com células de paredes finas, diâmetro e forma variáveis, sem regularidade na sua disposição, evidenciando a presença de substância avermelhada no seu interior. No tecido de cicatrização os vasos estão ausentes. Na região periférica desse tecido os vasos têm diâmetros reduzidos em relação ao normal e as fibras possuem paredes espessas e com largura achatada tangencialmente. Verifica-se uma nítida distorção no alinhamento do parênquima radial, cujas células se interligam às do parênquima axial inicial, correspondendo ao 29^o anel de crescimento. (Figuras 12-A e 15-A).

A presença do parênquima marginal inicial, formado imediatamente após a cicatriz, indica o baixo nível de atividade do câmbio no período da cicatrização (agosto) até a sua formação (dezembro).

O câmbio no mês de agosto encontrava-se com o nível mínimo de atividade, entrando em seguida no estado de dormência, vindo a ser fisiologicamente ativado em dezembro.

Tabela 9. Diâmetro e Altura do Peito (DAP) inicial e final das árvores de teca e data das marcações da camada cambial.

numero da linha e da árvore no povoamento	DAP 31/8/88 (cm)	prim.marca 31/08/88	seg. marca 18/01/89	terc. marca 18/05/89	quart. marca 18/08/89	quint. marca 18/11/89	data do abate	diam. na data do abate
L 3 - 9	22,8	//	//	//	//	//	-	24,0
L 3 - 10	16,6	//	//	//	//	//	-	18,8
L 3 - 12 **	19,4	//	//	//	//	//	12/5/90	20,3
L 4 - 20	18,0	//	//	//	//	//	-	18,6
L 5 - 25	24,6	//	//	//	//	//	-	26,3
L 5 - 29A *	16,0	//	//	//	-	-	09/6/89	16,4
L 5 - 29	22,8	//	//	//	//	//	-	23,8
L 6 - 33	27,2	//	//	//	//	//	-	28,3
L 6 - 35	16,2	//	//	//	//	//	-	16,8
L 7 - 46	23,8	//	//	//	//	//	-	24,8
L 7 - 48	17,3	//	//	//	//	//	-	17,8
L 8 - 61	18,6	//	//	//	//	//	-	19,8
L 8 - 63 **	15,2	//	//	//	//	//	12/5/90	16,0
L 9 - 68	22,5	//	//	//	//	//	-	23,3
L 9 - 70	20,4	//	//	//	//	//	-	21,5
L 9 - 76	17,3	//	//	//	//	//	-	18,3
L10 - 92	18,8	//	//	//	//	//	-	19,8
L10 - 96	23,6	//	//	//	//	//	-	24,3
L11 - 102 **	26,2	//	//	//	//	//	12/5/90	27,4
L11 - 118	18,8	//	//	//	//	//	-	17,5

* = Árvore abatida para acompanhamento metodológico.

** = Árvores abatidas para o desenvolvimento do estudo.

A caracterização fenotípica das árvores de teca e as variações climáticas no período considerado e suas relações com atividade cambial foram descritas anteriormente nos itens 4.1 e 4.3 e nas tabelas 3, 5 e 8.

Na segunda cicatriz, realizada em 18 de janeiro de 1989, verifica-se, pela análise macro e microscópica do xilema, que o câmbio se encontrava em plena atividade. Isto pode ser visualizado pela posição da cicatriz distante cerca de 1,3 mm do parênquima longitudinal inicial (produzido em dezembro de 1988) ou da primeira cicatriz (Figuras 12-B e 20). Sob microscopia óptica verifica-se que as características das células do tecido de cicatrização são as mesmas descritas

anteriormente (Figura 15-B). Da mesma forma, a caracterização fenotípica das árvores de teca e as variações climáticas do período foram apresentadas nos itens 4.1 e 4.3 e nas tabelas 3, 5 e 8.

Na terceira cicatriz, realizada em 18 de maio de 1989, verificou-se, pela análise macro e microscópica do xilema, que o câmbio se encontrava ativo, embora em declínio. Este fato pode ser visualizado pela presença de 2 a 3 camadas de células após a cicatriz produzidas antes da formação do parênquima axial inicial em dezembro de 1989 (Figuras 13-A e 16-A).

Na quarta e quinta cicatrizes, realizadas em 18 de agosto e 18 de novembro de 1989 (Tabela 9), respectivamente, verificou-se pela análise macro e microscópica do xilema que o câmbio se encontrava em declínio (quarta cicatriz), para o estado de dormência (quinta cicatriz). Esse fato pode ser visualizado pela formação da faixa de parênquima axial inicial, correspondendo ao 30^o anel de crescimento, após as duas cicatrizes que se encontravam praticamente na mesma posição (Figuras 13-B e 14). Os tecidos de cicatrização desses ferimentos mostraram, sob microscopia, a presença de vasos de diâmetros reduzidos e vazios, dispersos entre as células do tecido de cicatrização. Esses vasos tendem a se alinhar tangencialmente, chegando a associar-se aos vasos de maiores diâmetros que formam o anel poroso. Verifica-se, também, que as substâncias avermelhadas se encontravam retidas com menor intensidade no interior dos vasos, nas células de cicatrização e nas células fibrosas, de lume achatado tangencialmente que demarcam a fase final da zona de crescimento do lenho outonal (Figuras 16-B e 17).

Da mesma forma, a caracterização fenotípica das árvores e as variações climáticas no período considerado e suas relações, com a atividade cambial foram descritas anteriormente.

A determinação da idade das árvores de teca pode ser feita através da análise da primeira e quarta cicatriz, realizadas em 31 de agosto de 1988 e 18 de agosto de 1989 e sua associação com as faixas de parênquimas longitudinal inicial formadas.

A coincidência entre as posições das cicatrizes e as faixas de parênquima inicial, permite concluir que estes são formados anualmente. A formação do parênquima inicial, resultante da atividade cambial das árvores é consequência, conforme discutido, do estágio fenológico e das variações climáticas.

O tecido de cicatrização, de natureza parenquimática, foi também observado por SHIOKURA (1988), utilizando o método de marcação do câmbio, com agulhas, em árvores de floresta natural da Tailândia e de mangue da Indonésia e Japão.

A formação de calo de cicatrização, em lesões provocadas nos troncos ou ramos de plantas de crescimento secundário, foi relatada por FAHN (1974) e ESAU (1976).

A técnica "de janela", adotada no presente trabalho e por MARIAUX (1967) para espécies tropicais africanas, permitiu relacionar as cicatrizes no xilema e a determinação da idade, através do número e da periodicidade dos anéis de crescimento.

Entretanto, os resultados evidenciaram a importância da época para aplicação dos ferimentos e consequente marcação do câmbio. A melhor época para a execução das marcas nas árvores de teca é o período seco, quando as plantas encontram-se em fase de desfolha ou desfolhadas, corroborando os trabalhos realizados por DETIENNE (1976, 1988) e VETTER & BOTOSSO (1988). Nesse período a atividade cambial é afetada pelo "stress" hídrico, registrando-se baixo ou nenhum aumento na circunferência do tronco.

Figura 12: Fotomacrografias das secções transversais, com destaque para as cicatrizes do xilema e linha do parênquima longitudinal inicial.

- A - cicatriz do primeiro ferimento (31/08/88),
câmbio na fase final de atividade - seta;
- B - cicatriz do segundo ferimento (18/01/89),
câmbio ativo - seta.

Figura 13: Fotomacrografias das secções transversais, com destaque para a linha do parênquima longitudinal inicial.

A - cicatriz do terceiro ferimento (18/05/89),
câmbio tendendo à dormência - seta;

B - cicatriz do quarto ferimento (18/08/89),
câmbio na fase final de atividade - seta.

Figura 14: Fotomacrografia da seção transversal, com destaque para a cicatriz do xilema e a linha do parênquima longitudinal inicial. Cicatriz do quinto ferimento (18/11/89), câmbio dormente - seta.

Figura 15: Fotomicrografias das seções transversais, com destaque para o tecido de cicatrização.

- A - cicatriz do primeiro ferimento (31/08/88),
câmbio na fase final de atividade - seta;
- B - cicatriz do segundo ferimento (18/01/89),
câmbio ativo - seta.

Figura 16: Fotomicrografias das secções transversais, com destaque para o tecido de cicatrização.

A - cicatriz do terceiro ferimento (18/05/89),
câmbio tendendo à dormência - seta;

B - cicatriz do quarto ferimento (18/08/89),
câmbio na fase final de atividade - seta.

Figura 17: Fotomicrografia da secção transversal, com destaque para os vasos de menor diâmetro. Cicatriz do quinto ferimento (18/11/89), câmbio dormente - seta.

Figura 18. Secções transversais dos discos de madeira obtidos na altura do DAP das árvores L8-63 e L3-12, com destaque para as cicatrizes em diferentes posições do xilema - setas.

Figura 19: Secção transversal do disco de madeira obtido na altura do DAP da árvore L11-102, com destaque para as cicatrizes em diferentes posições do xilema setas.

Figura 20. Desenho esquemático mostrando as posições das cicatrizes no xilema das árvores de teca, com destaque para o afastamento das cicatrizes.

4.5. DETERMINAÇÃO DA IDADE E TAXA DE CRESCIMENTO

Analisando macroscopicamente a secção transversal dos discos de madeira, obtidos da base do tronco das três árvores, verificou-se a presença de anéis de crescimento concêntricos demarcados por uma linha de parênquima longitudinal inicial tangenciando os poros de maiores diâmetros.

Com base nesta característica e nos resultados discutidos no item 4.4, conclui-se que os anéis de crescimento são formados anualmente. Foram contados 30 anéis de crescimento, correspondendo a idade das árvores de teca determinada pela data da implantação do povoamento.

Os dados dendrométricos das 3 árvores - dominada, codominante e dominante - são apresentados na Tabela 2. Os resultados da análise do tronco e os incrementos anuais do diâmetro dessas árvores são apresentados nas Figuras 21 a 24.

ÁRVORE L 8 - 63 (dominada) (Figura 21) - Avaliando os incrementos radiais observou-se que a árvore apresentou dois períodos distintos de crescimento. O primeiro período com elevada taxa de crescimento até o 5^o ano, com valores médios de 9 mm/ano. O segundo com redução significativa da taxa de crescimento até o 30^o ano, com valores médios de 3,4 mm/ano. No período compreendido entre os 12^o e 18^o anos observou-se um pequeno aumento na taxa de crescimento radial das árvores, provavelmente devido aos desbastes efetuados no povoamento. Entretanto, essa árvore apresentou-se sempre no padrão dominada a partir do 5^o ano. Avaliando os incrementos em altura verificou-se que a árvore de teca apresentou um período inicial de crescimento acentuado, até o 9^o ano, com valores médios de 0,72 m/ano, seguido de taxas de crescimento significativamente reduzidas do 9^o ao 16^o ano, com valores médios de 0,07 m/ano e, novamente, um acelerado aumento em altura após o

17^o ano.

Figura 21. Análise do tronco da árvore de teca L8-63 (DOMINADA).

ÁRVORE L3 - 12 (CODOMINANTE) (Figura 22) - Baseando-se nos incrementos radiais verifica-se que a árvore demonstrou dois períodos característicos de crescimento. O primeiro período com taxa de crescimento significativo até o 5^o, com valores médios de 9 mm/ano. O segundo período com incrementos menores até o 30^o ano, com valores médios de 2,4 mm/ano. Verifica-se, também, que no período compreendido do 14^o ao 23^o a árvore apresentou uma pequena redução na sua taxa de crescimento radial, com aumentos significativos do 6^o ao 13^o e do 24^o ao 30^o ano. Essas variações de crescimento em diâmetro das árvores

devem ser resposta ao programa de desbastes efetuados no povoamento. A árvore sempre apresentou o padrão de codominada a partir de seu 5^o ano de crescimento.

Figura 22. Análise do tronco da árvore de teca L3-12 (CODOMINANTE).

Avaliando os incrementos em altura verificou-se que a árvore apresentou inicialmente um período acelerado até o 6^o ano, com valores médios de 1,3 m/ano, seguindo-se taxas de crescimento significativamente reduzidas do 7^o ao 16^o ano, com valores médios de 0,53 m/ano.

ÁRVORE L11 - 102 (dominante) (Figura 24) - Observando a taxa de crescimento radial, a árvore apresentou dois períodos característicos de crescimento. O primeiro com taxas elevadas até o 4^o ano, com valores médios acerca de 9,3 mm/ano. O segundo, com redução significativa até o 30^o ano com valores em média de 3,6 mm/ano. Entre os 16^o ao 24^o ano observou-se um aumento no incremento radial, devido possivelmente aos desbastes efetuados no povoamento. Essa árvore, no entanto, apresentou sempre um padrão dominante no povoamento.

Com base nos incrementos em altura, a árvore apresentou um crescimento inicial acentuado nos primeiros 3 anos, com valores médios de 1,8 m/ano. Do 4^o ao 13^o ano, houve redução das taxas de crescimento com valores médios de 0,44 m/ano, com novo aumento significativo do 14^o ao 18^o ano, com valores médios de 1 m/ano.

Analisando conjuntamente o comportamento das três árvores de teca verificam-se diferentes padrões de crescimento (Figura 24). Os incrementos iniciais do diâmetro foram elevados para as três árvores no período inicial de crescimento, até o 5^o ano aproximadamente, com valores maiores para a árvore caracterizada como dominada. A partir dessa idade inicia-se a competição entre os diferentes indivíduos pelos fatores de crescimento (água, luz, nutrientes, etc.), estratificando-se as plantas no povoamento em três categorias: dominada, codominante e dominante. Essas observações em diâmetro podem, da mesma forma, ser aplicadas para os incrementos em altura das plantas.

Figura 23. Análise do tronco da árvore de teca L11-102 (DOMINANTE).

Figura 24. Incrementos anuais do diâmetro no DAP (mm) das árvores de teca dominada (L8-63), codominante (L3-12) e dominante (L11-102).

Resultados similares foram encontrados em plantas de *Zeyhera tuberculosa* por CARLOS (1988), que verificou incrementos radiais e longitudinais acentuados nos primeiros sete anos quando seguiu-se um período de crescimento reduzido.

Esse modelo, caracterizado por elevadas taxas iniciais de crescimento, sua redução, seguido de novo aumento após a realização de desbastes, talvez seja comum para a maioria das espécies florestais em povoamentos implantados.

Entretanto, conforme destaca WORBES (1989) poucas espécies tropicais apresentam possibilidade de

determinação de idade e taxa de crescimento, pela ausência de demarcação de anéis de crescimento no xilema. Cabe destacar a necessidade de ser assegurado que cada anel de crescimento corresponda a um ano de vida da árvore.

Nessa linha de pesquisa DETIENNE (1975); DETIENNE & MARIAUX (1977) obtiveram resultados positivos na determinação da idade e taxa de crescimento para diversas espécies africanas. Da mesma forma, espécies brasileiras também foram estudadas como *Zeyhera tuberculosa* por CARLOS (1988) e *Scleronema micranthum* por VETTER & BOTOSSO (1989), com resultados coincidentes aos verificados para as árvores de teca. Para algumas espécies, como *Turrietia utilis* na África (DETIENNE & MARIAUX, 1975), e *Ocotea rubra* na Guiana Francesa (DETIENNE et al., 1988) não se evidenciaram anéis anuais de crescimento.

4.6. VARIAÇÃO DA ESTRUTURA ANATÔMICA E DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA NOS SENTIDOS RADIAL E LONGITUDINAL DO TRONCO.

a) DIMENSÕES DAS FIBRAS

Os resultados da variação das dimensões das fibras nas três posições, no sentido medula-casca e em quatro alturas do tronco das três árvores de teca são apresentados nas Figuras 25 e 26 e Tabela 10.

Com relação ao comprimento das fibras (Figura 25-A) houve aumento no sentido medula-casca para todas as alturas, exceto para as amostras coletadas na posição 100% da altura comercial do tronco. Nas amostras obtidas na altura do DAP, os valores do comprimento das fibras na posição média (50% do raio) e próxima à casca foram praticamente os mesmos. Variações no comprimento das fibras de 0,9 a 1,26 mm foram observados nos discos de madeira de teca.

Para essa espécie, em Burma e Trinidad ISENBERG (1951) verificou variações de 0,4 a 1,6 mm, enquanto que DONALDSON (1984) na Nova Zelândia encontrou variações de 0,6 a 2,0 mm de comprimento. Essas variações podem ser devidas não somente do local mas, principalmente, a idade das árvores.

Aumentos no comprimento das fibras no sentido medula-casca têm sido detectado para várias espécies florestais, como por exemplo nos gêneros *Eucalyptus* e *Liquidambar* (TOMAZELLO FILHO 1984, 1987)

b) DIÂMETRO TANGENCIAL, DIÂMETRO DO LUME E ESPESSURA DAS PAREDES DAS FIBRAS.

O diâmetro tangencial das fibras apresentou tendência a aumentar no sentido medula-casca, exceto na posição a 100% da altura comercial (Figura 25-B).

Os mesmos modelos de variação foram encontrados para o diâmetro do lume das fibras (Figura 26-A) e para a espessura das paredes (Figura 26-B).

Resultados semelhantes foram observados por TOMAZELLO FILHO (1983, 1985) em árvores de várias espécies de eucalipto. Essas observações, também foram detectadas em *Eucalyptus grandis* por BRASIL & FERREIRA (1972).

c) DIMENSÕES DOS VASOS

Os resultados das dimensões dos vasos nas três posições, no sentido medula-casca e em quatro alturas das três árvores de teca são apresentados na Figura 27 e 28 e Tabela 10.

Com relação ao comprimento dos elementos de vasos (Figura 27-A), houve uma redução até a posição média (50% do raio) das amostras com posterior aumento em direção à casca, para todas as alturas amostradas.

Esses resultados coincidem com os obtidos por CASTRO e SILVA (1986) em *Andira parviflora* e *Saccoglottis guianensis* na Amazônia.

Com relação aos diâmetros internos dos vasos dos lenhos outonal (Figura 27-B) e primaveril (Figura 28) verificou-se, para todas as alturas amostradas, aumentos no sentido medula-casca.

Nesse sentido TOMAZELLO FILHO (1983, 1985, 1987) verificou modelo semelhante em várias espécies de *Eucalyptus*.

d) DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA

Os resultados da variação dos valores da densidade básica da madeira nas três posições, no sentido medula-casca e em quatro alturas do tronco das três árvores são apresentados na Figura 29 e Tabela 10.

Verifica-se, de modo geral, que os valores da densidade básica aumentam no sentido radial até 50% do raio, decrescendo principalmente no disco da BASE e no DAP do tronco das árvores e, também ao nível de 50 e 100% da altura comercial.

Os resultados apresentados pelas árvores de teca não são coincidentes com os observados por TOMAZELLO FILHO (1983, 1985), que detectou aumento na densidade básica no sentido medula-casca em espécies de *Eucalyptus*. Esses resultados também foram observados por BRASIL & FERREIRA (1972) para *Eucalyptus grandis*. Entretanto, BRASIL et al. (1977) observaram para *Eucalyptus propinqua* o aumento da densidade básica na posição média do tronco das árvores decrescendo em direção à copa.

Fibras

Figura 25: Dimensões das fibras no sentido medula-casca, para quatro diferentes alturas do tronco das árvores de teca;

A: Variação do comprimento das fibras (mm);

B: Variação do diâmetro tangencial das fibras (μm).

Fibras

Figura 26: Dimensões das fibras no sentido medula-casca, para quatro diferentes alturas do tronco das árvores de teca.

A: Variação do diâmetro do lume (μm);

B: Variação da espessura das paredes (μm).

Vasos

Figura 27: Dimensões dos vasos no sentido medula-casca, para as quatro diferentes alturas do tronco das árvores de teca.

A: Variação do comprimento dos vasos (mm);

B: Variação do diâmetro interno dos elementos vasos no lenho outonal (μm).

Vasos

Figura 28: Variação do diâmetro interno dos vasos (μm) no lenho primaveril no sentido medula-casca, para quatro diferentes alturas do tronco das árvores de teca.

Figura 29: Fotomicrografias das secções transversais da madeira na altura do DAP, em três diferentes posições no sentido medula-casca;

- A. Secção transversal próxima à medula, com destaque os diâmetros de vasos;
- B. Secção transversal à 50% do raio, com destaque os diâmetros de vasos;
- C. Secção transversal próxima a casca, com destaque os diâmetros de vasos.

Densidade Básica

Figura 30: Variação da densidade básica no sentido medula-casca, para quatro diferentes alturas do tronco das árvores de teca.

Tabela 10. Valores medios do comprimento, diametro tangencial, diametro do lume e espessura das paredes das fibras, comprimento e diametro interno dos vasos no lenho outonal e primavera e densidade basica no sentido medula-casca e em varias alturas do tronco das arvores de teca.

CARACTERISTICAS/ VARIABLES		POSICAO NA ARVORE					
		B A S E			D A P		
		MEDULA	50%	CASCA	MEDULA	50%	CASCA
FIBRAS	MEDIA	0,99	1,19	1,26	1,08	1,23	1,22
	AMPL.	0,61-1,65	0,69-1,91	0,61-1,93	0,69-1,58	0,76-1,74	0,67-1,74
	VAR.	0,033	0,047	0,054	0,033	0,050	0,051
	DP.	0,182	0,217	0,239	0,183	0,225	0,224
	CV.	18,355	18,223	18,947	16,912	18,296	18,841
DT	MEDIA	29,75	30,48	31,04	30,89	32,00	32,02
	AMPL.	20-46	13,5-42,0	20,5-42,0	24,5-40,0	22,5-44,5	25,0-41,0
	VAR.	17,052	20,471	15,142	14,494	16,161	17,724
	DP.	4,129	4,524	3,891	3,808	4,020	3,567
	CV.	13,882	14,843	12,537	13,326	12,563	11,138
DL	MEDIA	22,03	21,88	23,10	23,05	23,56	23,85
	AMPL.	12-42	7,5-35	12-35	15-32	15,0-37,5	17,0-33,0
	VAR.	16,681	20,050	15,765	14,649	16,718	13,096
	DP.	4,423	4,477	3,970	3,827	4,089	3,618
	CV.	18,540	20,463	17,188	16,607	17,355	15,174
EP	MEDIA	8,23	8,59	7,93	7,91	8,44	8,18
	AMPL.	3,50-14,0	3,50-13,0	4,50-13,0	5,0-12,5	5,0-13,0	5,0-14,0
	VAR.	19,57	4,368	4,027	3,451	3,352	3,450
	DP.	4,423	2,090	2,006	1,058	1,831	1,857
	CV.	53,768	24,341	25,287	23,495	21,693	22,716
VOSOS							
LV	MEDIA	0,307	0,304	0,324	0,353	0,300	0,337
	AMPL.	0,15-0,45	0,15-0,43	0,108-0,672	0,19-3,69	0,152-0,499	0,19-0,54
	VAR.	0,004	0,005	0,007	0,096	0,006	0,004
	DP.	0,066	0,071	0,083	0,311	0,076	0,064
	CV.	21,631	23,315	25,875	88,122	25,520	19,049
DIL0	MEDIA	59,72	62,16	73,21	65,66	77,92	80,78
	AMPL.	21,9-115,6	25,0-109,4	31,2-140,6	31,2-115,6	40,63-125,0	37,5-140,6
	VAR.	333,184	363,27	518,30	323,03	383,89	459,089
	DP.	18,253	19,059	22,766	17,973	17,593	21,426
	CV.	30,57	30,66	31,097	27,375	25,144	26,525
DILP	MEDIA	179,00	189,42	211,78	184,46	216,25	229,16
	AMPL.	78,1-281,0	125,0-297,0	156,2-303,0	156,0-231,31	159,0-281,0	156,0-309,4
	VAR.	2685,5	1029,72	1096,5	500,30	948,39	986,777
	DP.	51,822	32,089	33,114	22,367	30,795	31,413
	CV.	28,950	16,941	15,636	12,126	14,240	13,707
Db	MEDIA	0,533	0,576	0,530	0,477	0,526	0,473
	AMPL.	0,52-0,55	0,55-0,60	0,51-0,56	0,44-0,50	0,50-0,55	0,46-0,48
	VAR.	0,0001	0,0004	0,0004	0,0006	0,0004	0,0008
	DP.	0,012	0,021	0,022	0,0216	0,021	0,0094
	CV.	2,346	3,575	4,090	5,25	3,915	1,999

LF = Comprimento da fibra (mm). DT = Diametro tangencial (U). dl = Diametro do lume (U).

EP = espessura das paredes (U). LV = Comprimento de vaso (mm). Db = Densidade basica (g/cm³).

DIL0 e DILP = Diametro interno dos vasos nos lenhos outonal e primavera.

AMPL. = Amplitude. VAR = Variacao. DP = Desvio padrao. CV = coeficiente de variacao (%)

Tabela 11. Valores medios do comprimento, diametro tangencial, diametro do lume e espessura das paredes das fibras; comprimento e diametro interno dos vasos no lenho outonal e primaverai e densidade basica no sentido medula-casca e em varias alturas do tronco das arvores de teca. (Continuacao).

CARACTERISTICAS/ VARIABLES		POSICAO NA ARVORE					
		50% DA ALTURA COMERCIAL			100% DA ALTURA COMERCIAL		
		MEDULA	50%	CASCA	MEDULA	50%	CASCA
FIBRAS							
LF	MEDIA	1,12	1,16	1,25	1,13	1,05	1,20
	AMPL.	0,74-1,61	0,67-1,74	0,74-1,74	0,13-1,95	0,63-1,54	0,74-1,80
	VAR.	0,030	0,048	0,043	0,046	0,027	0,044
	DP.	0,173	0,219	0,208	0,215	0,164	0,209
	CV.	15,453	18,937	16,660	19,065	15,632	17,277
DI	MEDIA	31,55	32,38	31,96	31,05	29,60	31,30
	AMPL.	24,5-41,5	25,0-43,0	25,0-42,0	25,0-43,0	25,0-40,0	25,0-42,0
	VAR.	12,457	16,553	14,557	13,229	9,566	13,151
	DP.	3,529	4,068	3,815	3,637	3,093	3,626
	CV.	11,188	12,565	11,937	11,714	10,449	11,586
DL	MEDIA	23,55	24,05	23,97	23,15	21,88	22,85
	AMPL.	16,5-35,5	15,5-35,0	15,0-34,0	15,0-33,5	14,5-32,0	15,0-33,0
	VAR.	13,413	16,210	15,335	12,731	9,979	16,533
	DP.	3,662	4,026	3,916	3,568	3,159	4,066
	CV.	15,549	16,741	16,335	15,409	14,434	17,795
EP	MEDIA	8,03	8,33	7,99	7,89	7,72	8,45
	AMPL.	2,50-13,0	5,00-13,0	3,50-12,0	5,0-12,0	0,50-10,0	5,0-13,0
	VAR.	3,948	3,385	3,864	3,834	4,764	4,477
	DP.	1,987	1,839	1,966	1,958	2,183	2,116
	CV.	24,736	22,080	24,602	24,804	28,291	25,041
VOSOS							
LU	MEDIA	0,298	0,307	0,314	0,336	0,280	0,300
	AMPL.	0,15-0,50	0,15-0,48	0,15-0,50	0,19-2,49	0,15-0,45	0,15-0,48
	VAR.	0,006	0,006	0,008	0,063	0,003	0,005
	DP.	0,076	0,077	0,092	0,251	0,059	0,068
	CV.	25,644	25,077	29,212	74,895	21,279	22,690
DIL0	MEDIA	67,00	70,00	78,48	66,21	72,39	78,29
	AMPL.	31,2-113,0	31,25-121,9	46,2-134,4	31,2-109,4	40,6-112,5	40,6-143,0
	VAR.	317,634	494,105	367,632	332,80	306,49	394,080
	DP.	17,822	22,228	19,174	18,242	17,507	19,851
	CV.	26,599	31,754	24,432	27,552	24,185	22,357
DILP	MEDIA	189,49	219,91	238,30	186,13	210,20	230,53
	AMPL.	156,0-243,7	163,0-284,4	172,0-312,5	156,0-220,0	156,0-297,0	166,0-280,0
	VAR.	392,656	812,964	1032,43	429,804	988,98	758,834
	DP.	19,815	28,512	32,131	20,731	31,448	27,547
	CV.	19,459	12,966	13,483	11,139	14,961	11,949
Db	MEDIA	0,476	0,490	0,473	0,525	0,535	0,485
	AMPL.	0,43-0,56	0,46-0,53	0,43-0,51	0,49-0,56	0,52-0,55	0,47-0,50
	VAR.	0,0004	0,0009	0,0010	0,0012	0,0002	0,0002
	DP.	0,059	0,029	0,033	0,0351	0,015	0,015
	CV.	12,433	6,028	6,995	6,700	2,818	3,108

LF = Comprimento da fibra (mm). DI = Diametro tangencial (U). dl = Diametro do lume (U).

EP = espessura das paredes (U). LU = Comprimento de vaso (mm). Db = Densidade basica (g/cm³).

DIL0 e DILP = Diametro interno dos vasos nos lenhos outonal e primaverai.

AMPL. = Amplitude. VAR = Variacao. DP = Desvio padrao. CV = coeficiente de variacao (%).

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados do presente trabalho permitiram concluir que:

- As árvores de teca apresentaram estádios fenológicos distintos, relacionados com as variações climáticas do ano.
- A madeira das árvores de teca apresentaram estrutura anatômica semelhante, com diferenças de natureza quantitativa.
- O câmbio das árvores de teca é constituído por dois tipos de células - iniciais fusiformes e iniciais radiais, que apresentaram dois períodos distintos de atividade. Os períodos de atividade e repouso das células cambiais, são relacionados com os estádios fenológicos das árvores e com as variações climáticas do ano.
- A marcação da camada cambial através da "técnica de janela" possibilitou determinar o período de formação dos tecidos do xilema das plantas de teca e determinar sua idade com base no parênquima longitudinal inicial.
- O número de anéis de crescimento demarcados pelo parênquima longitudinal inicial nos discos de madeira da base do tronco foi coincidente com a idade das árvores formada pela data da implantação do povoamento.
- As árvores de teca dominada, codominante e dominante apresentaram distintos modelos de crescimento evidenciados pela análise do tronco.
- Verificaram-se significativas variações na estrutura anatômica e da densidade básica da madeira nos sentidos

medula-casca e base topo do tronco das árvores de teca.

os resultados do presente trabalho permitem recomendar que:

- 1 - Os ferimentos na camada cambial devem ter as dimensões de 4,0 X 0,2 cm, permitindo maior segurança e visualização das cicatrizes no xilema das árvores;
- 2 - Os ferimentos na camada cambial devem ser executados preferencialmente no período seco, quando o câmbio das árvores encontra-se na fase de dormência ou com sua atividade mínima e a copa no período de desfolha ou desfolhada;
- 3 - Os ferimentos devem ser feitos anualmente e em posições opostas do tronco das árvores de modo a reduzir os danos à camada cambial.
- 4 - As amostras de madeira e casca retiradas para a análise da atividade cambial, devem ter suas dimensões reduzidas evitando ao máximo os ferimentos e formação de calo de cicatrização;
- 5 - As amostras de madeira e casca devem ser retiradas, para os estudos iniciais a cada 30 dias, visando definir os períodos de atividade cambial das árvores.

6. LITERATURA CITADA

- AJMAL, S. & IGBAL, M. Annual rhythm of cambial activity in *Streblus asper*. IAWA. Bull., 8 (3):275-83, 1987.
- ALJARO, M. E.; AVILA, G. ; HOFFMAN, A. & KUMMEROW, J. The annual rhythm of cambial activity in two woody species of the chilean "MOTORRAL". American Journal of Botany, 59 (9):879-85, 1972.
- ALVIM, P. de T. Periodicidade do crescimento das árvores em clima tropicais. Itabuna, Centro de Pesquisas do Cacau, 1965. 16p.
- ARAÚJO, V. C. Fenologia de essências florestais amazônicas I. Manaus, INPA. Pesquisas Florestais (4):1-25, 1970.
- ARTSCHWAGER, E. The time factor in the differentiation of secondary xylem and floem in Pecan. American Journal of Botany, 37:15-24, 1950.
- BARNETT, J. R. Winter activity in the cambium of *Pinus radiata*. New Zealand. Journal of Forest Science, 1 (2): 208-22, 1971.
- BARRICHELO, L. E. G., BRITO, J. O. & RIZANELI, A. V.. Desidade básica e características das fibras da madeira de *Eucalyptus grandis*. In: Congresso Latino Americano de Celulose e Papel, 3, 1983. p.123-5.
- BOR, N. L. Manual of indian forest botany. London, Oxford University Press, 1953.
- BRASIL, M. A. M. & FERREIRA, M. Variação da densidade básica e das características das fibras em *Eucalyptus grandis* Hill. ex Maiden ao nível do DAP. IPEF, Piracicaba, (5):81-90, 1972.

- _____, VEIGA, R. A. de A & FERREIRA, M. Variação da densidade básica nas secções transversais do caule da base do tronco para a copa de eucalipto. IPEF, Piracicaba, 15:73-82, 1977.
- BRATISLAVA, V. N. The effect of light deficiency on the formation of secondary xylem. Wood Science and Technology, 3: 100-8, 1969.
- BROOKS, R. L. Notes on the growing of teca (*Tectona grandis* Linn.) in Trinidad. Leaflet. Forest Departament. Trinidad and Tobago, 7:1-14, 1938.
- BRUSH, W. D. Teak (*Tectona grandis* L. f.) forest service. Washington, U.S. Departament of Agriculture, 1945. 13p.
- CARLOS, V. M. Estudo das características de crescimento e da estrutura da madeira do Ipê-Felpudo (*Zeyhera tuberculosa* (Vell.) Bur. Piracicaba, ESALQ/DCF, 1988. 26p.
- CARVALHO, J.O.P. de. Fenologia de espécies florestais de potencial econômico que ocorrem na Floresta Nacional do Tapajós. Boletim de Pesquisa, EMBRAPA/CPATUU (20), 1980.
- CASTRO e SILVA, A. Dimensional variation of xylem elements in two trees the amazon basin. Fort Collins. Colorado, 1986. 68p. (Tese de Mestrado - C.S.U).
- CENERINI, M. & ABBATE, M. L. E. Per una migliore conoscenza ed utilizzazione del legno. Firenze. Contributi Scietifico - Patrici, (21). 1982.
- CHUDNOFF, M.. Tropical timbers of the world. Washington DC; U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Agriculture Handbook, 607, 1984. 466p.
- CHUDNOFF, M. & TISCHLER, K.. Fiber morphology of *Eucalyptus camaldulensis* and the relation of wood anatomy to certain physical and mechnical properties. La-Yaaran. Itanot, (suplement 1): 1-22, 1963.
- COPANT - Comission Pan-American de Normas Técnicas. Descripcion del caracteristicas generales, macroscopicas de las maderas angiospermas dicotiledoneas. COPANT,

(30):1-19, 1974.

DAVE, Y. S. & RAO, K. S. Seasonal activity of the vascular cambium in *Gmelina arborea* Roxb. IAWA. Bull. 3 (1):59-65, 1982

DECAMPS, A. A. Exploração da teca no Sião. Anuário brasileiro de economia florestal, Rio de Janeiro, 11(11):134-45, 1959.

DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA. Cultura da teca. Piracicaba, ESALQ/DS, 1970. 5p.

DETIENNE, P. Nature et périodicité des cernes dans le bois de doussie - *Afzelia* sp. Nogent-sur-Marne, CTFT, 1975. 17p.

———. Nature et périodicité des cernes dans le bois d'Iroko. Nogent-sur-Marne, CTFT, 1976. 20p.

———. Nature et périodicité des cernes dans quelques bois tropicaux. Nogent-sur-Marne, CTFT. 1988, 7p.

——— & MARIAUX, A. Nature et périodicité des cernes dans le bois de niagon. Bois et Forêts des Tropiques, (159):29-37, 1975.

——— & ———. Nature et périodicité des cernes dans le bois de Samba. Bois et Forêts des Tropiques, (169):29-35, 1976.

——— & ———. Nature et périodicité des cernes dans les bois rouges de Meliacées Africaines. Bois et Forêts des Tropiques, (175):53-61, 1977.

———, BARBIER, C, AYPHASSORHO, H. & BERTIN, F. Rythmes de croissance de quelques essences de Guyane Française. Bois et Forêts des Tropiques, (217):63-76, 1988.

DEER, W. F. & EVERT, R. F. The cambium and seasonal development of the phloem in *Robinia pseudoacacia*. American Journal of Botany, 54 (2):147-53, 1967.

DONALDSON, L. A. Wood anatomy of five exotic hardwoods grown in samoa. New Zealand Journal of Forestry Science, 14 (3) : 305 - 18, 1984.

D. S. I. R. A handbook of hardwoods. London, 1956, 269p.

- ESAU, K. Anatomia das plantas com sementes. São Paulo, Edgard Blucher/EDUSP, 1976. 293p.
- FAHN, A. Cambio vascular. In: FAHN, A. (ed.) Anatomia vegetal. Madrid, H. Blume Ediciones, 1974. p. 353-78.
- ; BURLEY, J; LONGMAN, K. A. & MARIAUX, A. Posibles contribuciones de la anatomía de la madera a la determinación de la edad de los arboles tropicales. In: BORMAN, F.H. & BERLYN, G. (eds.) Edad y tasa de crecimiento de los arboles. Mexico, Compania Editorial Continental, 1983. p.31-43.
- FALCÃO, M. A. & LLERAS, E. Aspectos fenológicos, ecológicos e produtividade da sorva (*Couma utilis* Muell. Arg.). Acta Amazônica, 11 (4):729-41, 1981.
- FARMER, R. H. A handbook of hardwoods. 2. ed. London, 1972. 243p.
- FONSECA, F. M. de A.. Variação de algumas características na madeira de *Pinus pinaster* Ait. Vila Real, 1989. 245p (Tese de Doutorado. U.T.A.D).
- FRANKLIN, G. L. A rapid method of softening wood for microtome sectioning. Trop. Wood, 88: 35, 1946.
- FREESE, F. Elementary statistical methods for foresters. U.S. government Printing Office, Washington. Agriculture Handbok, 317. 1967.
- FREITAS, M. C. P. G. de. Madeiras da India Portuguesa. Memorias da Junta de Investigações do Ultramar. Segunda Serie. Lisboa (47). 1963.
- FOELKEL, C. E. B.; MILANEZ, A. F. & BUSNARDO, C. A. Método do Máximo Teor de Umidade aplicado à determinação da densidade básica da madeira do eucalipto. In: 4^o Congresso, Belo Horizonte, 1982. p. 792-6.
- FOURNIER, L. A. Estudio preliminar sobre la floración en Roble de Sebana, *Tabebuia pentaphylla* (L) Hemst. Revsta. Biologia Tropical, 15 (2):259-67, 1967.
- . Un método cuantitativo para la medición de

- la características fenológicas en árboles. Turrialba, 24 (4):422-23. 1974.
- _____. El dendrofenograma, una representación gráfica del comportamiento fenológico de los árboles. Turrialba, 26 (1):96-7, 1976.
- FRANKIE, G. W.; BARKER, H. G. & OPLER, P. A. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. Journal of Ecology, 62:881-13, 1974.
- IAWA COMMITTEE. List of microscopic features for Hardwood Identification. IAWA Bull., 10 (3): 219-332, 1989.
- IRVINE, F. R. Wood plants of Ghana "with special reference to their uses". London, Oxford University Press, 1961.
- ISENBERG, I. H. Fiber measurements of tropical wood. In: Meeting of the FAO Technical Comitee on Wood Chemistry, 5, Appleton, Wisconsin, september, 1951.
- JANE, F. W. The structure of wood. London, Adam and Charles Black, 1956. 427p.
- JANSEN, D. H. Ecologia vegetal nos trópicos. São Paulo E.P.U/EDUSP, 1980. 79p.
- JACKSON, J. F. Seasonality of flowering and leaf-fall in Brazilian subtropical lower montane moist forest. Biotropica, 10 (1):38-42, 1978.
- KAOSA-ARD, A. Teak (*Tectona grandis* Linn. f.) natural distribution and related factors. Água de São Pedro, IUFRO, 1980. 20p.
- KOGA, M. E. T. Materias-primas fibrosas. In: SENAI/IPT. Celulose e papel: Tecnologia de Fabricação de Pasta Celulósica. São Paulo, 1982. v. 1, cap. 2, p. 13-42.
- KOZŁOWSKI, T. T. Cambial growth. In: KOZŁOWSKI, T. T. (ed.), Growth and development of trees. New York, Academic Press, 1971. v. 2, cap. 1, p. 1-62.
- KRAMER, p. j. & KOZŁOWSKI, T. T. Fisiologia das árvores. Lisboa. Fundação Calouste Gulbenkian. 1960. 745p.

- KRIBBS, D. S. Comercial foreign woods on the American Market. New York, Dover Publication, 1959. 164p.
- LIEBERMAN, D. Seasonality and phenology in a dry tropical forest in Ghana. Journal of Ecology, 70:791-806, 1982.
- LOJAN, L. Periodicidad del clima y del crecimiento de especies forestales en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Turrialba, 17 (1):71-83, 1967.
- MARIAUX A. Les cernes dans les bois tropicaux africains, nature et périodicité. Bois et Forêts des Tropiques, (114):23-37, 1967.
- . La périodicité des cernes dans le bois de limba. Bois et Forêts des Tropiques, (128):39-54, 1969.
- . La périodicité de formation des cernes dans le bois de l'Ohoume. Bois et Forêts des Tropiques, (131):37-50, 1970.
- . Essai de dendroclimatologie en climat sahélien sur *Acacia raddiana*. Bois et Forêts des Tropiques, (163):27-35, 1975.
- . Esfuerzos anteriores en la medida de la edad y el crecimiento anual e los arboles tropicales. In: BORMANN, F. H. & BERLYN, G. (eds.). Edad y tasa de de crecimiento de los arboles tropicales. México, Compania Editorial Continental, 1983. p.20-30.
- MATRICARDI, W. A. T. Efeitos dos fatores do solo sobre o desenvolvimento da teca (*Tectona grandis* L. f.) cultivada na grande Caceres - Mato Grosso. Piracicaba, 1988. 135p. (Tese de Mestrado - ESALQ).
- MATTHES, L.A. F. Composição florística e fenologia de uma floresta residual do planalto paulista: Bosque dos Jequitibás, Campinas, 1980. 209p. (Tese de Mestrado - Unicamp/IB).
- MCKENZIE, T, A. Observations on growth and a technique for estimating annual growth in *Prioria copaifera*. Turrialba, 22(3):353-54, 1972.
- MELLO, H. do A. Alguns aspectos da introdução da teca no

- Brasil. Anuário brasileiro de economia florestal, Rio de Janeiro, 15 (15):113-9, 1963.
- MENIADO, J. A.; TAMOLANG, F. N.; LOPEZ, F. R.; AMERICA, W. M. & ALONZO, D. S. Wood identification handbook for Philippine timbers. Manila, 1975. v. 1, p. 351-2.
- MIRANDA, C. R. de. Cultura da teca (*Tectona grandis*) e (*Gmelina arborea*). Piracicaba, ESALQ/DCF, 1988/1989.
- MONTAGNER, L. H. & YARED, J. A. G. Aspectos da fenologia de *Cordia goeldiana* Huber e suas relações com alguns parâmetros climáticos. Boletim de Pesquisa, EMBRAPA - CPATU (54):5-18, 1983.
- MORELLATO, L. P. C.; RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. & JOLY, C. A. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semi-decídua na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. Revista brasileira de Botânica. 12:85-98, 1989.
- MORI, S. A.; LISBOA G. & KALLUNKI, J. A. Fenologia de uma mata higrófila sul-baiana. s.l.p., 1981. 19p.
- NJOKU, E. Seasonal periodicity in the growth and development of some forest trees in Nigeria. Journal of Ecology, 51:617-24, 1963.
- OMETTO, J. C. Registros e estimativas de parâmetros meteorológicos da região de Piracicaba, SP. Piracicaba FEALQ, 1989. 76p.
- PANSHIN, A. J. & DE ZEEUW, C.. Textbook of wood technology. 3^a ed. New York, McGraw - Hill. 1970. 705p.
- PEREIRA, J. A.. A identificação micrográfica das nossas madeiras. São Paulo, 1933. 165p. (Bol. Lab. Ens. Materiais).
- PICCOLO, A. L. G. & GREGOLIN, M. I. Fenologia de *Melia azedarach* L. no sul do Brasil. Turrialba, 30 (1):107-9, 1980.
- RANZANI, G.; FREIRE, O & KINJO T.. Carta de solos do município de Piracicaba. Piracicaba, ESALQ/USP, Centro de Estudos de Solos, 1966. 85p.

- RAO, K. S. & DAVE, Y. S. Seasonal variations in the cambial anatomy of *Tectona grandis* (Verbenaceae). Nord. J. Bot., 1:535-42, 1981.
- REICH, P. B. & BORCHERT, R. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. Journal of Ecology, 72:61-74, 1984.
- RICHARDS, P.W. The tropical rain forest. Scientific American, 229 (6):58-63. 1973.
- RODRIGUES, R. R.; MORELLATO, L. P. C.; JOLY, C. A. & LEITAO FILHO, H. de F. Estudo florístico e fitossociológico em um gradiente altitudinal de mata estacional mesófila semidecídua, na Serra do Japi, Jundiá, SP. Revsta. brasileira de Botânica, 12:71-84. 1989.
- SALAZAR, R. & ALBERTIN, W. Requerimientos edáficos y climáticos para *Tectona grandis*. Turrialba, Turrialba, 24 (1):66-71, 1974.
- SAMPAIO, A. J. de. A teca da Índia e do Brasil. Revista Florestal, Rio de Janeiro, 1 (9); 7-10. 1980.
- SANTOS, C. F. de O. & NOGUEIRA I. R.. O tamanho dos vasos e fibras do xilema secundário nos anéis de crescimento da *tecoma chrysothrica*, Mart. Anais ESALQ, Piracicaba, 29:53-65, 1962.
- SANTOS, C. F. de O.. Mensurações dos elementos do xilema em madeira da região amazônica. Anais ESALQ, Piracicaba, 22:203-10, 1965.
- SERRE, F. Les rapports de la croissance et du climat chez le pin d'alep (*Pinus halepensis* Mill.) :1- Méthodes utilisées l'activité cambiale et le climat. Ecol. Plat., 11 (2):143-71, 1976.
- SHIOKURA, T. Method to measure of the thickening growth in tropical trees. Tokyo, Tokyo University of Agriculture, 1988. 9p.
- SUDO, S. Identification of tropical woods. Bulletin of the Gouvernment Forest Experiment Station, Tokyo (157), 1963.
- SUDO, S. Anatomical characters and Identification of Papua

- New Guinea timbers species. Bulletin of the Forestry and Forest Products Research Institute, Ibaraki (350), 1988.
- TITMUSS, F. H. & RICHARDS, C. H. Comercial timbers of the world. 2. ed. Clyveland, CRC Press, 1959. 351p.
- TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial dos constituintes anatômicos e da densidade básica da madeira de oito espécie de eucalipto. Piracicaba, 1983, 102p.
- _____. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira de *Eucalyptus gummifera*, *E. microcorys* e *E. pilulares*. In: IUFRO meeting on properties on utilization of tropical timbers, Manaus, nov. 1984. 21p.
- _____. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira do *Eucalyptus saligna* e *E. grandis*. IPEF, Piracicaba, (29):37-45, 1985.
- _____. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira do *Eucalyptus globulus*, *E. petita* e *E. acmenioides*. IPEF, Piracicaba, (36):35-42, 1987a.
- _____. Dendrologia, estrutura anatômica e densidade básica da madeira de *Liquidambar styraciflua* L.. IPEF, Piracicaba, 1987b.
- TOMLINSON, P. B. & LONGMAN, A.. Crecimiento fenológico del arboles tropicales en relatipón a la actividad del cámbium. In: BORMANN, F. H. & BERLYN, G. (ed.). Edad y tasa de crecimiento de los arboles. Mexico, Compania Editorial Continental, 1983. p. 6-19.
- TSCHINKEL, H. M. Anual growth rings in *Cordia alliodora*. Turrialba, Turrialba, 16 (1):75-80, 1966.
- VENUGOPAL, N. S. & KRISHNAMURTHY, K. V. Seasonal production of secondary xylem in the twigs of certain tropical tres. IAWA. Bull, 8 (1):31-40, 1987.
- VETTER, R. E. & BOTOSSO, P.C. Observações preliminares sobre a periodicidade e taxa de crescimento em árvores

- tropicais. Acta Amazônica, 18 (1-2):189-96, 1988.
- & ———. Remarks on age and Growth rate determination of amazonian trees. IAWA Bull, 10 (2):133 - 45, 1989.
- VILLALBA, R. Xylem structure and cambial activity in *Prosopis flexuosa* D. C.. IAWA Bull. 6 (2): 119-30, 1985.
- WASEL, Y. & FAHN, A. The effects of environment on wood formation and cambial activity in *Robinia pseudoacacia* L. The New Phytologist, 64 (3):436-42, 1965.
- WAREING, P. F. Photoperiodism in woody plants. Annual Rev. Pl. Physiol., 7:191-214, 1956.
- WILCOX, H. Cambial growth characteristics. In: KOZLOWSKI, T.T. (ed). Tree growth. New York, Ronald Press, 1962. p. 57-88.
- WILSON, F. B. Increase in cell wall surface area during enlargement of cambial derivatives in *Abies concolor*. American Journal of Botany, 50:95-102, 1963
- . Mitotic activity in the cambial zone of *Pinus strobus*. American Journal of Botany, 53 (4):364-72, 1966.
- WOLTER, F. W. A new method for marking xylem growth. Forest Science, 14:102-4, 1968.
- WORBES, M. Growth rings, increment and age of trees in inundation forests, savannas and a mountain forest in the neotropics. IAWA Bull. 10 (2): 109-22, 1989.
- WORBES, M. & LEUSCHNER, H. H. Annual rings of trees from central amazonian inundation forests. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM - ASPECTS TREE-RING ANALYSIS (ISEATRA). New York, 1987. p.272-80.

APËNDICE

APENDICE 1. Valores medios quantitativos dos elementos anatomicos da madeira da
arvore de teca L8-63 (DOMINADA).

ELEMENTOS ANATOMICOS	VALORES DETERMINADOS					
	N	Ne	MEDIA E VARIACOES	VAR	DP	CV
VASOS						
Comprimento (mm)	40	24	0,271 (0,195-0,434)	0,004	0,065	23,97
DIAM. INTERNO						
Lenho Outonal (u)	40	25	81,26 (46,90-12,00)	408,130	20,202	24,86
Lenho Primavera (u)	20	10	225,74 (171,87-280,67)	1074,130	32,774	14,52
PONTUACOES						
Intervascular (u)	25	9	6,29 (5,0 - 8,50)	0,016	0,127	6,44
Radiovascular (u)	10	8	5,65 (5,0 - 7,00)	0,012	0,109	5,76
PARENQ. RADIAL						
Frequencia (num./mm)	100	7	10 (7 - 12)	0,160	0,126	5,37
Lar. Num. de Cel.	50	15	3 (2 - 4)	0,033	0,182	10,10
Largura (u)	50	30	48,53 (26,70-66,70)	0,072	0,268	6,92
Alt. Num. de Cel.	50	34	21 (10 - 36)	0,081	0,285	9,36
Altura (mm)	50	25	0,67 (0,30 - 1,00)	0,013	0,113	13,95
FIBRAS						
Comprimento (mm)	50	10	1,30 (0,87 - 1,65)	0,039	0,198	15,23
Diam. tangencial (u)	50	7	31,57 (25,00-40,00)	17,949	4,236	13,42
Diam. do Lume (u)	50	13	23,99 (17,50-33,00)	19,086	4,368	18,21
Esp. das Paredes (u)	50	17	7,58 (5 - 11)	2,401	1,545	20,44

N = Numero total de medicoes.

Ne = Numero de medicoes necessarias para uma
confiabilidade de 95%.

VAR. = Variancia.

DP = Desvio padrao.

CV = Coeficiente de variacao (%).

APENDICE 2. Valores medios quantitativos dos elementos anatomicos da madeira da
arvore de teca L3-12 (CODOMINANTE).

ELEMENTOS ANATOMICOS	VALORES DETERMINADOS					
	N	Ne	MEDIA E VARIACOES	VAR	DP	CV
<u>VASOS</u>						
Comprimento (mm)	40	21	0,266 (0,174-0,412)	0,004	0,065	24,43
<u>DIAM. INTERNO</u>						
Lenho Outonal (u)	40	21	83,90 (43,75-121,90)	336,133	18,334	21,83
Lenho Primavera (u)	20	25	196 (159,13-241,23)	456,158	21,358	10,87
<u>PONTUACOES</u>						
Intervascular (u)	25	4	7,04 (6,00 - 8,00)	0,006	0,076	3,63
Radiovascular (u)	10	9	5,85 (5,00 - 7,50)	0,014	0,116	6,06
<u>PARENQ. RADIAL</u>						
Frequencia (num./mm)	100	9	11 (7 - 15)	0,018	0,136	5,45
Lar. Num. de Cel.	50	10	3 (2 - 4)	0,022	0,147	7,92
Largura (u)	50	14	54,40 (40,00-66,70)	0,035	0,188	4,69
Alt. Num. de Cel.	50	34	22 (11 - 43)	0,077	0,277	8,91
Altura (mm)	50	34	0,57 (1,10 - 0,20)	0,014	0,119	16,05
<u>FIBRAS</u>						
Comprimento (mm)	50	10	1,13 (0,85- 1,52)	0,031	0,175	15,41
Diam. Tangencial (u)	50	4	31,84 (26,00-38,50)	9,930	3,152	9,89
Diam. do Lume (u)	50	4	22,68 (17,50- 33)	10,640	3,262	14,38
Esp. das Paredes (u)	50	13	9,16 (6,00-12,50)	2,680	1,640	17,90

N = Numero total de medicoes.

Ne = Numero de medicoes necessarias para uma
confiabilidade de 95%.

VAR. = Variancia.

CV = Coeficiente de variacao (%).

DP = Desvio padrao.

APENDICE 3. Valores medios quantitativos dos elementos anatomicos da madeira da
arvore de teca L11-102 (DOMINANTE).

ELEMENTOS ANATOMICOS	VALORES DETERMINADOS					
	N	Ne	MEDIA E VARIACOES	VAR	DP	CV
<u>VASOS</u>						
Comprimento (mm)	40	16	0,340 (0,152-0,499)	0,005	0,073	21,39
<u>DIAM. INTERNO</u>						
Lenho Outonal (u)	40	21	68,52 (40,63-106,30)	287,216	16,947	24,73
Lenho Primavera (u)	20	7	226,05 (188,00-281,00)	796,786	28,227	12,48
<u>PONTUACOES</u>						
Intervascular (u)	25	10	6,12 (4,00 - 8,00)	0,020	0,140	7,17
Radiovascular (u)	10	9	5,70 (4,50 - 7,50)	0,013	0,114	6,00
<u>PAREMQ. RADIAL</u>						
Frequencia (num./mm)	100	17	8 (4 - 13)	0,036	0,189	8,65
Lar. Num. de Cel.	50	18	3 (2 - 5)	0,037	0,197	10,73
Largura (u)	50	33	48,26 (26,70-80,00)	0,082	0,286	2,40
Alt. Num. de Cel.	70	68	22 (11 - 40)	0,118	0,344	11,16
Altura (mm)	50	36	0,69 (0,30 - 1,30)	0,018	0,133	16,20
<u>FIBRAS</u>						
Comprimento (mm)	50	17	1,26 (0,76- 1,74)	0,068	0,262	20,79
Diam. Tangencial (u)	50	8	32,59 (22,50-44,50)	2,698	4,549	13,96
Diam. do Lume (u)	50	14	24,01 (15,00-37,50)	19,923	4,463	18,59
Esp. das Paredes (u)	50	13	8,58 (5,00-13,00)	3,799	1,949	22,72

N = Numero total de medicoes.

Ne = Numero de medicoes necessarias para uma
confiabilidade de 95%.

VAR. = Variancia.

CV = Coeficiente de variacao (%).

DP = Desvio padrao.