ESTUDO MORFO-ANATÔMICO DA MADEIRA, CASCA E FOLHA DE DUAS
VARIEDADES VICARIANTES DE *Sclerolobium paniculatum* VOGEL
(LEGUMINOSAE, CAESALPINIOIDEAE) DE MATA E CERRADO

BENEDITO ALÍSIO DA SILVA PEREIRA

Engº Agrônomo

ORIENTADOR: Profº Dr. MÁRIO TOMAZELLO FILHO

Dissertação apresentada a 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 - Brasil

Dezembro de 1990

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

P436e Pereira, Benedito Alísio da Silva
 Estudo morfo-anatômico da madeira , casca e folha
 de duas variedades vicariantes de Sclerolobium pani-
 culatum Vogel(Leguminosae, caesalpinioideae) de mata
 e cerrado, Piracicaba, 1991.
 192p, ilus.

Diss. (Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Cavoeiro - Anatomia 2. Cavoeiro - Casca 3. Ca-
voeiro - Folha 4. Cavoeiro - Morfologia 5. Cavoeiro -
Variedade vicariante 6. Cerrado - Vegetação 7. Madei-
ra de cavoeiro I. Escola Superior de Agricultura Luiz
de Queiroz, Piracicaba.

CDD 634.97332

**ESTUDO MORFO-ANATÔMICO DA MADEIRA, CASCA E FOLHA DE DUAS
VARIEDADES VICARIANTES DE *Sclerolobium paniculatum* VOGEL
(LEGUMINOSAE, CAESALPINIOIDEAE) DE MATA E CERRADO**

BENEDITO ALÍSIO DA SILVA PEREIRA

APROVADO EM : 20.03.1991

COMISSÃO JULGADORA:

- Prof. Dr. MÁRIO TOMAZELLO FILHO - ESALQ/USP
- Dr. JOÃO PERES CHIMELO - IPT/SP
- Prof. Dr. JOSÉ ELIAS DE PAULA - IB/UnB

Prof. Dr. MÁRIO TOMAZELLO FILHO
Orientador

À Lusinete e Cláudia Eliane

DEDICO

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

Diversas pessoas e instituições contribuíram para que esta Dissertação se tornasse realidade. Consigno aqui meus melhores agradecimentos a todas, principalmente:

à Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, pela liberação para cursar o Mestrado;

ao Prof^º EZECHIAS PAULO HERINGER (*in memoriam*), pelo esforço no sentido de viabilizar tal liberação;

à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP), na figura do Departamento de Ciências Florestais - DCF, pela oferta do curso;

aos docentes da ESALQ, em especial aos do DCF, pelo muito que me acrescentaram em termos de saber;

aos funcionários do DCF, pelo apoio e cordialidade;

aos técnicos ANTONIO CARLOS FRANCO BARBOSA (Instituto de Pesquisas Tecnológicas/São Paulo), ARI ROBERTO PESCE (UNESP/Rio Claro), MARIA APARECIDA RIZZATO (Laboratório de Anatomia da Madeira/ESALQ) e UDEMILSON LUIZ CERIBELLI (Setor de Química, Celulose e Energia/ESALQ), pelo auxílio nas práticas de laboratório;

aos colegas ADOLFO DINIZ BILA, CELINA FERRAZ DO VALLE, FÁBIO SPINA FRANÇA, JOSÉ TEODORO DE MELO E NARCISO CARDOSO DA SILVA, pela amizade, apoio e frutífera

convivência;

ao Profº Dr. JOSÉ ELIAS DE PAULA, do Laboratório de Anatomia Vegetal da Universidade de Brasília, por sua infinita disposição para apoiar, ensinar, revisar e criticar construtivamente;

às professoras Dras. TEREZINHA I. PAVIANI e IRENE COSTA A. MENDES, desse mesmo laboratório, pelas sugestões e críticas;

à professora Dra. CÉLIA MASSA BELTRATI, do Departamento de Botânica da UNESP/Rio Claro, pelos mesmos motivos;

ao Engº PAULO ERNANI NUNES DA SILVA e à bióloga MARIA ANGÉLICA GARCIA, pelo auxílio prestado no processamento e análise dos dados;

aos meus colegas de trabalho e chefes imediatos pelo apoio oferecido durante o curso e pela compreensão;

e, de forma maximamente especial, ao Profº Dr. MÁRIO TOMAZELLO FILHO (ESALQ/USP), pela orientação inteligente, segura e eficaz, pelo empenho e pelas seguidas demonstrações de amizade, compreensão e confiança.

S U M Á R I O

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO	xii
SUMMARY	xv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Histórico	4
2.1.1. Do gênero <i>Sclerolobium</i>	4
2.1.2. Da espécie <i>S. paniculatum</i>	6
2.2. Descrição botânica	7
2.2.1. Do gênero <i>Sclerolobium</i>	7
2.2.2. Da espécie <i>S. paniculatum</i>	8
2.2.3. Das var. <i>rubiginosum</i> e <i>subvelutinum</i> ..	9
2.3. Classificação e afinidades	9
2.3.1. Do gênero <i>Sclerolobium</i>	9
2.3.2. Da espécie <i>S. paniculatum</i>	10
2.4. Chaves para identificação	11
2.4.1. Do gênero <i>Sclerolobium</i>	11
2.4.2. De <i>S. paniculatum</i>	12
2.4.3. Das variedades de <i>S. paniculatum</i>	12
2.5. Etimologia e sinonímia científica e vulgar ..	13
2.6. Distribuição geográfica	14
2.6.1. Do gênero <i>Sclerolobium</i>	14
2.6.2. Da espécie <i>S. paniculatum</i>	15
2.7. Importância econômica	16
2.7.1. Do gênero <i>Sclerolobium</i>	16
2.7.2. Da espécie <i>S. paniculatum</i>	19
2.8. Anatomia	20
2.8.1. Da madeira	20
2.8.1.1. Do gênero <i>Sclerolobium</i>	20
2.8.1.2. Da espécie <i>S. paniculatum</i> ...	22
2.8.2. De folhas	23

2.8.2.1. Do gênero <i>Sclerolobium</i>	23
2.8.2.2. Da espécie <i>S. paniculatum</i> ...	24
2.8.3. De casca	24
2.8.3.1. Do gênero <i>Sclerolobium</i>	24
2.9. Estudos sobre fenologia	24
2.9.1. De espécies do gênero <i>Sclerolobium</i> ...	24
2.9.2. Da espécie <i>S. paniculatum</i>	25
2.10. Vicariância	26
2.11. Anatomia x ambiente	32
2.11.1. Madeira	33
2.11.2. Casca	37
2.11.3. Folhas	39
3. MATERIAL E MÉTODOS	45
3.1. Descrição da área de origem das amostras	45
3.1.1. Geologia e solos	45
3.1.2. Relevo e altitude	47
3.1.3. Vegetação e flora	49
3.1.4. Clima	52
3.2. Escolha, localização e descrição das árvores.	55
3.3. Coleta e conservação das amostras	57
3.4. Documentação do material estudado	60
3.5. Preparo, exame, mensuração e descrição	61
3.6. Análise estatística	72
3.7. Ilustrações	74
4. RESULTADOS	75
4.1. Madeira	75
4.1.1. Variedade <i>rubiginosum</i>	75
4.1.1.1. Características gerais	75
4.1.1.2. Descrição macroscópica	75
4.1.1.3. Descrição microscópica	76
4.1.2. Variedade <i>subvelutinum</i>	77
4.1.2.1. Características gerais	77
4.1.2.2. Descrição macroscópica	77
4.1.2.3. Descrição microscópica	78
4.1.3. Análise estatística	79

4.2. Casca	88
4.2.1. Características gerais	88
4.2.2. Descrição microscópica	88
4.3. Folhas	90
4.3.1. Variedade <i>rubiginosum</i>	90
4.3.1.1. Características gerais	90
4.3.1.2. Nervação dos folíolos	95
4.3.1.3. Estrutura anatômica dos folíolos	96
4.3.1.4. Estrutura anatômica da raque.	102
4.3.2. Variedade <i>subvelutinum</i>	106
4.3.2.1. Características gerais	106
4.3.2.2. Nervação dos folíolos	106
4.3.2.3. Estrutura anatômica dos fo- líolos	107
4.3.2.4. Estrutura anatômica da raque.	114
4.3.3. Análise estatística	117
5. DISCUSSÃO	135
5.1. Madeira	135
5.2. Casca	142
5.3. Folhas	145
6. CONCLUSÕES	156
BIBLIOGRAFIA	159
APÊNDICES	183

L I S T A D E T A B E L A S

01	Valores médios dos elementos climáticos registrados na Estação agroclimatológica da Reserva Ecológica do IBGE (período 1979/1985).....	51
02	Madeira. Resultado do cálculo da média (x), coeficiente de variação (c.v.) e do teste de comparação de médias das variáveis estudadas..	89
03	Folhas. Resultados do cálculo da média (x), coeficiente de variação (c.v.) e do teste de comparação e médias das variáveis estudadas...	118
04	Madeira. Resumo do cálculo dos valores de t para comparação das médias das variáveis estudadas quantitativamente.....	188
05	Folhas. Resumo do cálculo dos valores de t para comparação das médias das variáveis estudadas quantitativamente.....	190

LISTA DE FIGURAS

01 - Mapa do Distrito Federal e localização da Reserva Ecológica do IBGE	46
02 - Mapa da Reserva Ecológica do IBGE mostrando a distribuição das unidades edáficas e os locais de coleta das amostras estudadas	48
03 - Diagrama climático da Reserva Ecológica do IBGE	54
04 - Aspecto geral da árvore, casca e folha da variedade <i>rubiginosum</i>	58
05 - Aspecto geral da árvore, casca e folha da variedade <i>subvelutinum</i>	59
06 - Fotomicrografia da seção transversal da madeira das variedades <i>rubiginosum</i> e <i>subvelutinum</i>	80
07 - Fotomicrografia da seção transversal da madeiras das variedades <i>rubiginosum</i> e <i>subvelutinum</i>	81
08 - Fotomicrografia da seção tangencial da madeira das variedades <i>rubiginosum</i> e <i>subvelutinum</i>	82
09 - Fotomicrografia da seção tangencial da madeira das variedades <i>rubiginosum</i> e <i>subvelutinum</i>	83
10 - Fotomicrografia da seção radial da madeira das variedades <i>rubiginosum</i> e <i>subvelutinum</i>	84
11 - Elementos de vasos e fibras em material dissociado das variedades <i>rubiginosum</i> e <i>subvelutinum</i>	85
12 - Fibras em material dissociado das variedades <i>rubiginosum</i> e <i>subvelutinum</i>	86
13 - Pontuações intervasculares em elementos de vasos das variedades <i>rubiginosum</i> e <i>subvelutinum</i>	87
14 - Fotomicrografia da seção transversal das cascas interna e mediana das var. <i>rubiginosum</i> e <i>subvelutinum</i>	91
15 - Fotomicrografia da seção transversal das cascas	

mediana e externa das var. <i>rubiginosum</i> e <i>subvelutinum</i>	92
16 - Fotomicrografia da seção tangencial da casca das var. <i>rubiginosum</i> e <i>subvelutinum</i>	93
17 - Fibras em material dissociado da casca das var. <i>rubiginosum</i> e <i>subvelutinum</i>	94
18 - Morfologia e aspecto da nervação dos folíolos das var. <i>rubiginosum</i> e <i>subvelutinum</i>	120
19 - Aspecto da nervação dos folíolos das var. <i>rubiginosum</i> e <i>subvelutinum</i> no terço médio da nervura principal	121
20 - Aspecto da nervação dos folíolos das var. <i>rubiginosum</i> e <i>subvelutinum</i> na região do bordo	122
21 - Vista frontal das células epidérmicas da face adaxial dos folíolos das var. <i>rubiginosum</i> e <i>subvelutinum</i>	123
22 - Vista frontal das células epidérmicas e estômatos da face abaxial dos folíolos das var. <i>rubiginosum</i> e <i>subvelutinum</i>	124
23 - Seção transversal da região entre o bordo e a nervura principal dos folíolos das var. <i>rubiginosum</i> e <i>subve-</i> <i>lutinum</i>	125
24 - Seção transversal da região do bordo dos folíolos das var. <i>rubiginosum</i> e <i>subvelutinum</i>	126
25 - Seção transversal dos estômatos dos folíolos das var. <i>rubiginosum</i> e <i>subvelutinum</i>	127
26 - Seção transversal da região mediana da nervura principal dos folíolos das var. <i>rubiginosum</i> e <i>subve-</i> <i>lutinum</i>	128
27 - Seção transversal das porções proximal, mediana e distal do peciólulo da var. <i>rubiginosum</i>	129
28 - Seção transversal das porções proximal, mediana e distal do peciólulo da var. <i>subvelutinum</i>	130
29 - Seção transversal da porção proximal (meio do pulvis- mo) do pecíolo da raque das var. <i>rubiginosum</i> e <i>subve-</i>	

	<i>lutinum</i>	131
30 -	Seção transversal da porção mediana do pecíolo da raque das var. <i>rubiginosum</i> e <i>subvelutinum</i>	132
31 -	Seção transversal da porção distal do pecíolo da raque das var. <i>rubiginosum</i> e <i>subvelutinum</i>	133
32 -	Seção transversal da porção mediana da raque das var. <i>rubiginosum</i> e <i>subvelutinum</i>	134

ESTUDO MORFO-ANATÔMICO DA MADEIRA, CASCA E FOLHA DE DUAS
VARIEDADES VICARIANTES DE *Sclerolobium paniculatum* VOGEL
(LEGUMINOSAE, CAESALPINIOIDEAE) DE MATA E CERRADO

Autor: BENEDITO ALÍSIO DA SILVA PEREIRA

Orientador: Prof^º Dr. MÁRIO TOMAZELLO FILHO

R E S U M O

Neste trabalho é apresentado um estudo morfo-anatômico da madeira, casca e folhas de duas variedades vicariantes de *Sclerolobium paniculatum* Vogel (Leguminosae, Caesalpinioideae): *rubiginosum* (da mata) e *subvelutinum* (do cerrado).

Os estudos foram realizados em amostras procedentes de 5 árvores de cada variedade, obtidas na Reserva Ecológica do IBGE (Brasília/DF, Brasil).

As amostras foram analisadas em seus aspectos qualitativos e quantitativos, através das técnicas usuais de corte, coloração, montagem, contagem e mensuração.

A madeira das duas variedades apresenta as seguintes características anatômicas: parênquima axial escasso, paratraqueal vasicêntrico, escasso; poros de distribuição difusa, de seção ovalada a circular, solitários e múltiplos de até 6; placas de perfuração simples; apêndices ausentes ou presentes em uma ou em ambas as extremidades; pontuações intervasculares alternas, poligonais a ovaladas; raios homogêneos, predominantemente

unisseriados, freqüentemente com concreções silicosas; fibras libriformes, às vezes intrusivas.

As análises comparativas mostraram que a madeira da variedade do cerrado, possui vasos mais curtos, mais estreitos e em menor número por área; pontuações inter e radiovasculares mais estreitas; raios mais largos; fibras mais largas e de paredes mais espessas; densidade básica e fração parede mais altas.

A casca interna é bem desenvolvida, possui liber duro muito fibroso; fibras libriformes; elementos crivados muito inconspícuos; raios homogêneos, unisseriados. predominantes. A casca mediana possui raios muitos largos e muitas células pétreas. A casca externa possui camadas acumuladas de periderme; o felema é rico em células pétreas. Não foram observadas diferenças estruturais na casca da variedade do cerrado em relação à da mata.

As folhas são compostas, alternas paripinadas; raque pilosa. Folíolos opostos, pilosos, assimétricos, de margem inteira; nervação camptódroma eucamptódroma. Epiderme uniestratificada; tricomas simples, unicelulares; estômatos paracíticos; mesofilo dorsiventral; nervuras maiores ricas em tecidos mecânicos.

As análises comparativas mostraram que a variedade do cerrado, possui folhas mais curtas, folíolos menores e com maior índice de esclerofilia, células epidérmicas menores, pilosidade mais abundante na face abaxial, cutícula mais espessa, maior frequência de estômatos, estômatos menores e ainda mesofilo mais espesso.

Embora estruturalmente semelhantes, as variedades apresentam diversos caracteres diferenciais de natureza quantitativa, provavelmente devidos às influências do meio em que essas plantas se desenvolvem.

MORPHO-ANATOMICAL STUDY OF WOOD, BARK AND LEAF OF TWO
VICARIOUS VARIETIES OF *Sclerolobium paniculatum* VOGEL
(LEGUMINOSAE, CAESALPINIOIDEAE) FROM FOREST AND CERRADO

Author: BENEDITO ALÍSIO DA SILVA PEREIRA

Adviser: Prof^o Dr. MÁRIO TOMAZELLO FILHO

S U M M A R Y

This work examines the morpho-anatomical features of the wood, bark and leaves of two vicarious varieties of *Sclerolobium paniculatum* Vogel (Leguminosae, Caesalpinioideae): *rubiginosum* (from forest) and *subvelutinum* (from cerrado).

The studies were carried out in samples taken from five trees of each variety, collected in the Ecological Reserve from Brazilian Institute of Geography and Statistics (Brasília-DF, Brazil).

The samples were analyzed in both qualitative and quantitative aspects, by using usual technics of preparing and measuring.

The wood of the studied varieties shows the following anatomical characteristics: axial parenchyma paratracheal vasicentric, scanty; pores diffusely distributed, oval to circular in section, solitary or in multiple of six; simple perforation plate; appendices sometimes present in one or both ends; alternate

intervessel pits, from polygonal to oval shape; homocellular rays, predominately uniseriate and often with siliceous concretions; libriform fibres sometimes intrusives.

The analysis showed that the variety of the cerrado's wood compared to the forest ones has the following differential characteristics: shorter and narrower vesseles and less frequent by area; narrower intervessel and ray vessel pits; wider rays; larger fibres, and with thicker wall; higher basic density and wall fraction.

The inner bark in forest and cerrado varieties is well developed and has very fibrous hard bast; libriform fibres, sieve elements inconspicuous; homogenous rays mostly uniseriate. The middle bark has very wide rays and several stone cells. The outer bark has accumulated layers of periderm; the phellem is rich in stone cells. It was not noticed structural differences between the barks from forest and cerrado.

The leaves are compound, alternate, paripinnate and the rachis is very pubescent. Opposite; very pubescent, assymmetric leaflets, with entire margin; camptodromous eucamptodromous venation. The epidermis are unistratified; simple and unicellular trichomes; paracytic stomata. The mesophyll is dorsiventral; larger veins abundant in mechanical tissue.

The comparative analysis showed that the variety from cerrado has shorter leaves, smaller leaflets and with greater sclerophylly index, smaller epidermic cells, more abundant pubescence on the abaxial surface, wider cuticle, higher stomatal frequency, smaller stomata

and wider mesophyll.

Though structurally similar, the varieties show many quantitative differential characteristics, probably due to the influences of the environment where those plants grow.

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Sclerolobium* Vogel (Leguminosae, Caesalpinioideae) é exclusivo da América do Sul e possui um total de 34 espécies descritas.

Cerca de 70% dessas espécies são naturais da região amazônica; as demais distribuem-se desigualmente pelas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste do Brasil.

Na região Centro-Oeste, mais propriamente na porção central dos cerrados brasileiros, ocorrem duas espécies de *Sclerolobium*: *S. aureum* e *S. paniculatum*. Isso se verifica também no Distrito Federal, onde a primeira faz-se representar por sua variedade típica, *aureum*, e a segunda pelas variedades *rubiginosum* e *subvelutinum*.

A variedade *rubiginosum* é árvore de porte em geral elevado e ocorre nas formações florestais da região; a variedade *subvelutinum*, de porte menos avantajado, é exclusiva de formações de cerrado. Ambas são plantas muito conhecidas e valorizadas no Brasil Central, por fornecerem madeira moderadamente dura, de múltiplos empregos, e outros produtos de utilidade para o homem.

Do ponto de vista científico, um dos aspectos que tornam essas variedades importantes é o fato de constituírem um nítido par vicariante: são similares morfológicamente, habitam áreas contíguas e ecologicamente contrastantes - mata e cerrado - e, pelo que indicam

as evidências, descendem de um mesmo ancestral.

Entidades vicariantes são comuns entre plantas e animais (CAIN, 1974 e NELSON & PLATNICK, 1981) e têm se mostrado particularmente abundantes na região dos cerrados, onde vêm sendo alvo de atenção desde a descoberta dos primeiros pares por WARMING (1908).

Segundo RIZZINI (1979), espécies ou variedades vicariantes, sobretudo cerrado-mata, diferem por caracteres de natureza ecológica, ligados à diversidade dos fatores ambientais - e, portanto, quantitativos. Assim as vicariantes de cerrado, em comparação com suas homólogas de mata teriam, em geral, folhas mais duras, coriáceas e obtusas; nervuras mais abundantes e desenvolvidas; limbo foliar com paliçada ampla e paredes celulares espessas; maior índice de esclerofilia, etc. LABOURIAU (1963, 1966) afirma que os pares vicariantes precisam ser estudados também sob o aspecto fisiológico e que são fundamentais os estudos morfológicos detalhados de órgãos e tecidos.

Os estudos morfológicos até agora feitos com pares vicariantes da região dos cerrados têm se limitado, em sua maioria, à observação de semelhanças e diferenças de morfologia externa, como porte, aspecto da casca, forma e tamanho de folhas, frutos e sementes; pilosidade etc. (HERINGER, 1956; DE MARINIS, 1963, 1965 e 1966). Poucos se estenderam até o momento, direta ou indiretamente, à morfologia interna ou estrutura anatômica de órgãos dessas plantas e os que o fizeram chegaram a interessantes conclusões (MATTOS FILHO, 1959 e VÁLIO et al., 1966)

Como vicariantes, as variedades *rubiginosum* e *subvelutinum* de *S. paniculatum* devem apresentar con-

trastes marcantes a nível de morfologia e anatomia da madeira, casca e folhas, além de outros que precisam ser estudados para se chegar a uma melhor percepção das adaptações que essas taxa desenvolveram como resposta aos fatores dos ambientes que habitam.

O presente estudo pretende detectar e quantificar esses possíveis contrastes, apresentando ao mesmo tempo a descrição morfo-anatômica dessas variedades, que é de interesse dos botânicos e se encontra por fazer.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Histórico

2.1.1. Do gênero *Sclerolobium*

O gênero *Sclerolobium* foi criado pelo botânico alemão J. T. R. Vogel, em 1837, com base na espécie *S. denudatum* e tendo como material tipo amostras coletadas por Sellow no estado do Rio de Janeiro.

Na parte dedicada à sub-família Caesalpinioideae de sua clássica obra *Histoire des Plantes*, BAILLON (1870) colocou *Sclerolobium* na tribo Sclerolobieae criada para abrigar também *Tachigalia*, *Melanoxylon*, *Diptychandra* e mais quatro gêneros relacionados.

Ao expor sobre essa mesma sub-família na *Flora Brasiliensis*, BENTHAM (1876) apresentou a descrição das espécies de *Sclerolobium* então conhecidas, que eram, além da espécie acima citada, *S. aureum* Benth., *S. chrysophyllum* Poepp., *S. odoratissimum* Spruce, *S. paniculatum* Vog., *S. rugosum* Mart. e *S. tinctorium* Benth. Apresentou também a descrição de duas variedades de *S. aureum* (*aureum* e *grandiflorum*) e três de *S. paniculatum* (*paniculatum*, *rubiginosum* e *subvelutinum*).

Ainda nesse trabalho BENTHAM (1876) separou *Sclerolobium* de *Tachigalia*, mantendo o primeiro como gênero tipo da tribo Sclerolobieae e passando o segundo

para a tribo Amherstieae, em razão de pequenas diferenças florais, como a posição do estipe do pistilo em relação ao receptáculo nos dois gêneros.

Mais tarde TAUBERT* (1894), citado por DWYER (1957a), dividiu o gênero *Sclerolobium* em 2 seções, de *Eusclerolobium* e *Cosymba*.

Com a intensificação das expedições científicas à região amazônica e outras partes do interior brasileiro, diversos trabalhos contribuíram para o entendimento da problemática taxonômica e da distribuição do gênero *Sclerolobium*. Entre tais trabalhos destacam-se os de DUCKE (1915, 1935 e 1944), onde são descritas oito espécies por ele coletadas no Norte do Brasil.

DWYER (1954, 1957a), ao realizar as revisões taxonômicas dos gêneros *Tachigalia* e *Sclerolobium*, observou serem muito tênues as diferenças entre ambos e, contrariando BENTHAM (1876), propôs a recondução de *Tachigalia* à tribo Sclerelobieae.

Em sua revisão do gênero *Sclerolobium* DWYER (1957a) reconheceu 34 espécies e 12 variedades. Destes 46 taxa, 3 foram descritos como espécies novas e 4 como novas variedades.

Baseado na morfologia dos folíolos DWYER (1957a) criou duas novas seções para o gênero *Sclerolobium*, *Oriens* e *Sclerolobiastrum*, ficando o mesmo

* TAUBERT, P. **Leguminosae in Engler and Prantl, die natürlichen Pflanzenfamilien**, 3(3):70-388, 1894.

dividido em 4 seções, a saber: *Eusclerolobium*, com 22 espécies; *Oriens*, com 8 espécies; *Cosymba*, com 3 espécies; e *Sclerolobiastrum*, com 1 espécie.

No esboço histórico do gênero *Sclerolobium* há que se mencionar, por fim, o trabalho de POLHILL & VIDAL (1981) que, baseados numa diversificada série de dados biológicos, optaram por colocá-lo em outra tribo, *Caesalpinieae*, ao lado de *Caesalpinia*, *Dimorphandra*, *Peltophorum* e mais 43 outros gêneros. Nessa nova classificação *Sclerolobium* encabeça um grupo bem definido de gêneros muito afins ("*Sclerolobium group*"), formado por ele próprio, *Tachigalia* e *Diptychandra*.

2.1.2. Da espécie *S. paniculatum*

S. paniculatum foi descrita por Vogel, em 1837, no mesmo trabalho em que apresentou a descrição do gênero *Sclerolobium* e de sua espécie tipo, *S. denudatum*. O material utilizado na descrição fora coletado por Silva Manso & Lhotski em localidade não especificada na Amazônia brasileira.

Quatro décadas depois BENTHAM (1876), após estudar em profundidade espécimes de *Sclerolobium* em vários herbários, dividiu *S. paniculatum* em 3 variedades: a típica (*paniculatum*), *rubiginosum* e *subvelutinum*.

A variedade *rubiginosum* havia sido descrita três décadas antes por TULASNE* (1844), citado por DWYER

* TULASNE, M. L. R. **Légumineuses arborescents de l'Amerique du sud**. Arch. Mus. Paris, 4:65-195, 1844.

(1957a), como *S. rubiginosum* e foi transformada em variedade de *S. paniculatum* por sua grande semelhança com o material descrito por Vogel. O material tipo dessa variedade foi coletado por Silva Manso, em Cuiabá-MT.

A variedade *subvelutinum* era totalmente desconhecida dos botânicos quando foi descrita por BENTHAM (1876). O material utilizado na descrição foi coletado por Burchell num lugar denominado Pari, perto do rio Paranaíba, no Estado de Goiás.

Finalmente, houve a descrição da variedade *peruvianum* por DWYER (1957a), com base em material coletado por L. Williams em Alto Rio Huallaga, Peru.

2.2. Descrição botânica

2.2.1. Do gênero *Sclerolobium*

Existem na literatura diversas descrições botânicas do gênero *Sclerolobium*. A mais ampla e detalhada é a de DWYER (1957a), que pode ser assim resumida:

Árvores de porte variado; folhas em geral *paripinadas* e grandes; folíolos indumentados; flores pentâmeras, geralmente amarelas, de 3-6mm de comprimento, dispostas em panículas terminais; filetes pilosos na base, dobrados nos botões; ovário estipitado, livre; estigma terminal; estípulas e bractéolas geralmente estreitas e decíduas; fruto comprimido, indeiscente, com mesocarpo quebradiço separando-se do endocarpo fibroso na maturação; sementes 1-2 por fruto, achatadas, pequenas.

2.2.2. Da espécie *S. paniculatum*

Quando da realização da revisão do gênero *Sclerolobium*, DWYER (1957a) não encontrou bractéolas e nem frutos desenvolvidos no material examinado de *S. paniculatum*. Mesmo assim sua descrição é a mais detalhada dentre as outras encontradas na literatura, sendo por isso aqui reproduzida em português.

"Râmulos lisos, velutinos. Folíolos 4-7 pares; pecíolos 1,5-4,0 mm largura, velutinos a puberulentos; folíolos oblongos a ovado-oblongos, 7-13 cm comprimento por 6 cm largura, acuminados, a parte larga obtusa ou subcordada na base, subcoriáceos, reticulados, lisos a puberulentos na superfície adaxial, muitas vezes amarelo-puberulentos na superfície abaxial, com 6:12 nervuras secundárias em geral arqueadas; peciólulos curtos. Raque da panícula fina, geralmente flexuosa, velutina; racemos 1,0--1,5 cm largura na base; brácteas não vistas; bractéolas não vistas; pedicelos 1,6-3,0 mm comprimento. Cálice até 1,5 mm comprimento; sépalas 2,7-3,2 mm comprimento, seríceas no exterior, esparsamente pubescentes a glabras dentro, pêlos marginais curtos ou alongados; pétalas lineares a subclavadas, 2,0-3,5 mm comprimento, até 0,2 mm largura, inteiramente glabras ou com muito pouco pêlos; filetes 3,0-4,0 mm comprimento, densamente vilosos; anteras cerca de 1,0 mm comprimento; estipe do ovário 0,5-1,0 mm comprimento; ovário 2,0-2,7 mm comprimento, viloso, com pêlos estendendo-se por toda a superfície, 4-9 ovulados; estilete 1,2-2,7 mm comprimento. Frutos maduros não vistos".

Os frutos de *Sclerolobium* foram descritos posteriormente por OLIVEIRA & PEREIRA (1984) como sendo do tipo simples, seco, alado, indeiscente, que deve ser

classificado como criptosâmara.

2.2.3. Das variedades *rubiginosum* e *subvelutinum*

As descrições apresentadas por BENTHAM (1876) para essas duas variedades são muito sucintas e as de DWYER (1957a) não fazem menção à morfologia de estruturas importantes como brácteas, bractéolas, frutos e sementes. As descrições desse último autor são apresentadas a seguir, por caracterizarem a variedade *rubiginosum* de modo mais completo.

Variedade *rubiginosum*:

"Folíolos 4-7 pares; lâmina foliar muito pouco assimétrica, oblonga, até 11 cm comprimento, até 7 cm largura, bastante acuminada, o acúmem com até 1,0 cm de comprimento, reticulada, muito pouco pubescente na superfície adaxial, densamente pubescente e ferrugínea na superfície abaxial, nervuras secundárias em torno de 10; raque da inflorescência até 0,25 cm de espessura largura, densamente velutinas, ferrugíneas".

Variedade *subvelutinum*

"Folíolos com pubescência áurea ou argêntea na superfície abaxial; lâmina foliar pouco reticulada em tal superfície, com ápice mais obtuso que nas outras variedades".

2.3. Classificação e afinidades

2.3.1. Do gênero *Sclerolobium*

Como pode ser visto através do histórico, o

gênero *Sclerolobium*, depois de incluído por Vogel na subfamília Caesalpinioideae, foi primeiro colocado na tribo Sclerolobieae (BAILLON, 1870), passado depois para a tribo Amherstieae (BENTHAM, 1876), reconduzido mais tarde à tribo Sclerolobieae (DWYER, 1954 e 1957a) e finalmente posto na tribo Caesalpinieae (POLHILL & VIDA, 1981). Assim, pelo sistema de CRONQUIST (1981), a classificação desse gênero hoje é:

- .Classe Magnoliata
- .Subclasse Rosidae
- .Ordem Rosales
- .Família Leguminosae (Fabaceae)
- .Subfamília Caesalpinioideae
- .Tribo Caesalpinieae.

Quanto às afinidades genéricas *Sclerolobium* guarda estreitas relações com *Tachigalia*, do qual difere morfológicamente pela já mencionada posição do estipe do pistilo em relação ao receptáculo, pela simetria das flores e por outros pequenos detalhes. Outro gênero afim é *Diptychandra*, que possui flores idênticas às de *Sclerolobium* mas é marcadamente diferente quanto à morfologia das sementes e à deiscência dos frutos (DWYER, 1954 e 1957a; POLHILL & VIDAL, 1981).

2.3.2. Da espécie *S. paniculatum*

S. paniculatum foi incluída por DWYER (1957a) na seção Eusclerolobium, criada para englobar as espécies de *Sclerolobium* que se identificam por possuírem pétalas lineares, na maioria das vezes pubescentes, ovário também pubescente e estípulas pectinadas.

Segundo esse mesmo autor, as maiores

afinidades de *S. paniculatum* são com as espécies *S. tinctorium*, *S. guianense*, *S. reticulosum*, *S. rigidum* e *S. chrysophyllum*, que se caracterizam por apresentarem acentuada redução na pubescência das pétalas.

2.4. Chaves para identificação

2.4.1. Dos gêneros do grupo *Sclerolobium*

POLHILL & VIDAL (1981) propuseram a seguinte chave para identificação de *Sclerolobium* dentro do grupo *Sclerolobium*, da tribo Caesalpinieae:

1. Flores regulares, com estames uniformes e estipe do ovário central:

2. Fruto indeiscente, chato, com exocarpo quebradiço; sementes sem asas; pecíolo às vezes alado, com cecídias de formigas e com glândulas entre as inserções dos folíolos *Sclerolobium*.

2'. Fruto deiscente; sementes aladas; pecíolo pequeno, levemente sulcado *Diptychandra*.

1'. Flores zigomorfas, com 3 dos estames superiores sempre encurvados, espessados; estipe adnato ao hipântio; folhas semelhantes às de *Sclerolobium*
..... *Tachigalia*.

Nesse mesmo trabalho de POLHILL & VIDAL (1981) há também uma chave para grupos da tribo Caesalpinieae. No trabalho de COWAN (1981) há outra para tribos da subfamília Caesalpinioideae.

2.4.2. De *S. paniculatum*

Na revisão de DWYER (1957a) há chaves para identificação das seções do gênero *Sclerolobium* e das espécies das seções Oriens, Cosymbe e *Sclerolobiastrum*.

Para a identificação das espécies da seção *Eusclerolobium*, onde *S. paniculatum* se acha inserida, DWYER (1957b) publicou uma chave em separado, como suplemento de tal revisão. De acordo com essa chave, *S. paniculatum* se separa facilmente das demais por ser a única espécie do grupo que possui flores pediceladas; as restantes possuem flores sésseis ou subsésseis.

2.4.3. Das variedades de *S. paniculatum*

Para a identificação dessas variedades, DWYER (1957a) propôs a seguinte chave:

. Folíolos coriáceos, não reticulados na face adaxial; áreas internervais pouco visíveis
.....var. *subvelutinum*.

. Folíolos submembranáceos a coriáceos, reticulados na face adaxial; áreas internervais óbvias:

Folíolos submembranáceos
.....var. *paniculatum*.
Folíolos coriáceos:

Folíolos ferrugíneo-pubescentes na face abaxialvar. *rubiginosum*.

Folíolos seríceo-pubescentes na face abaxialvar. *peruvianum*.

2.5. Etimologia e sinônimo científica e vulgar

O termo *Sclerolobium* vem do grego **skleros** (duro) + **lobion** (legume), significando, portanto, legume duro (BARROSO et al., 1984), numa alusão aos frutos. Estes não são propriamente duros na maioria das espécies mas mostram-se difíceis de serem rompidos no sentido perpendicular à densa rede de fibras do seu mesocarpo.

Quanto a sinonímia científica, as monografias de BENTHAM (1876) e DWYER (1957a) indicam que algumas espécies hoje incluídas no gênero *Sclerolobium* foram primeiramente descritas como pertencentes ao gênero *Tachigalia*. Um exemplo é *S. aureum* var. *aureum*, comum na região dos cerrados, que primeiro foi descrita por TULASNE (1844), citado por DWYER (1957a), como *Tachigalia aurea*.

A nível das atuais variedades há o caso de *S. paniculatum* var. *rubiginosum*, que foi inicialmente denominada *S. rubiginosum* por TULASNE (1844), citado por DWYER (1957a), e só mais tarde foi levada por BENTHAM (1876) à posição atual.

Não foram encontrados sinônimos para o gênero *Sclerolobium* em si, o que indica não ter sido o mesmo alvo de controvérsias desde sua criação por Vogel.

Ao contrário da sinonímia científica, a vulgar é vasta, variando em função da região. Na Amazônia o nome corrente é taxi ou taxizeiro, devido à constância com que "formigas de fogo" denominadas taxi são encontradas em associação com várias espécies do gênero, fato observado com frequência também em espécies de *Tachigalia* (DWYER, 1957a; SPRUCE, 1970 e CORRÊA, 1974). Ainda nessa região, e no Nordeste e Sudeste brasileiros,

são utilizados os nomes de pau-para-tudo, carvão-de-ferreiro, veludo, ingá-bravo, ingá-de-porco, angá, angá-facão, caingá, mamoneira, gramamunha, arapacu, bascuaré, passuaré, passariúva, além de outros (MAINIERI & PEREIRA, 1947 e CORRÊIA, 1974).

No Peru, Venezuela, Guianas e Bolívia são aplicados os nomes de guamillo blanco, guamillo rojo, ucshaquiro blanco, zapatero blanco, jíbaro, milongo e yawaredama, dependendo da espécie e do local (ROTH, 1981 e CHUDNOFF, 1984).

Entre as variedades de *S. paniculatum* existem os nomes de ucshaquiro colorado para a variedade *peruvianum* (YARIHUAMÁN & ZÁRATE, 1980-1) e de taxi-branco-de-terra-firme, taxi-branco-do-flanco e taxirana para a variedade *paniculatum* (CARPENAZZI et al., 1983). As variedades *rubiginosum* e *subvelutinum* são conhecidas no Brasil Central por carvoeiro-da-mata e carvoeiro-do-cerrado, respectivamente, ou simplesmente carvoeiro.

2.6. Distribuição geográfica

2.6.1. Do gênero *Sclerolobium*

O gênero *Sclerolobium* é exclusivo da América do Sul, com espécies distribuídas desde as Guianas até o estado de São Paulo, passando pela Venezuela, Peru, Bolívia, Paraguai, Amazônia, Nordeste brasileiro, região dos Cerrados, Pantanal Mato-Grossense, Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro. Seu centro de dispersão fica na floresta amazônica brasileira, onde está a maioria das espécies conhecidas, havendo ainda um segundo centro, na mata atlântica da região Sudeste, com espécies bem próprias (DWYER, 1957a). Na Amazônia as espécies de

Sclerolobium ocorrem, principalmente, em áreas de terra firme, de poucas centenas de metros de altitude. No Brasil Central e no Sudeste a preferência é também por terras bem drenadas, indo a altitudes de até 1300 metros, como em Brasília(DF) e algumas zonas vizinhas.

2.6.2. Da espécie *S. paniculatum*

DWYER (1957a), ao indicar os lugares onde foi coletado o material botânico examina quando da realização de sua revisão, mostra que a espécie *S. paniculatum*, com suas 4 variedades, situa-se entre as mais cosmopolitas do gênero. Nessa obra *S. paniculatum* é citada para o Peru, de onde a variedade *peruvianum* seria exclusiva; Amazonas e Pará, principais regiões de ocorrência da variedade *paniculatum*; Minas Gerais e Mato Grosso, onde a variedade *rubiginosum* havia sido coletada algumas vezes; e Goiás, Bahia, Maranhão e São Paulo, além de novamente Minas Gerais e Mato Grosso, que seriam ricos em populações da variedade *subvelutinum*.

Sabe-se atualmente, através de estudos florísticos (AZEVEDO, 1966; RATTER et al., 1973 e OLIVEIRA FILHO, 1984) e de observações de campo, que as variedades *rubiginosum* e *subvelutinum* distribuem-se praticamente por todos os quadrantes da região dos cerrados.

Essas duas variedades têm-se mostrado bastante frequentes e abundantes no Distrito Federal. Em inventário feito pelo GDF (1972) foi registrada uma média de 3,67 indivíduos/ha da variedade *rubiginosum* nas matas ciliares e de 7,25 indivíduos/ha da *subvelutinum* nos "cerrados grossos". RIBEIRO et al. (1984) registraram 19 indivíduos/ha da variedade *rubiginosum* na mata ciliar e 60

indivíduos/ha na mata mesofítica de interflúvio; da variedade *subvelutinum* registraram uma média de 17 indivíduos/ha no "cerrado denso" e 10 indivíduos/ha no "cerrado ralo".

2.7. Importância econômica

2.7.1. Do gênero *Sclerolobium*

A madeira é o principal produto proporcionado pelas espécies de *Sclerolobium*, sendo vários os seus usos em suas regiões de ocorrência.

Na Amazônia a madeira de pelo menos uma espécie de grande porte é, desde tempos imemoriais, utilizado na fabricação de canoas de tronco inteiro. Os troncos de diversas outras espécies são muitas vezes transformados em tábuas e empregados na fabricação de carrocerias, móveis e correlatos. Alguns, por serem de grande durabilidade, são frequentemente usados em construções civis (LE COINTÉ, 1947, DUCKE, 1949 e CORRÊA, 1974).

Estudos anatômicos e tecnológicos realizados por PEREIRA et al. (1970) com a espécie *S. densiflorum*, nativa do Nordeste do Brasil, permitiram concluir que o seu lenho é passível de uso em marcenaria, carpintaria e construção civil. Chegaram a conclusões semelhantes SUDAM (1981), após estudar a anatomia do lenho de 2 espécies de *Sclerolobium* conhecidas em Curuá-Una (PA) pelos nomes de taxi-branco e tachi-pitomba; e LOUREIRO et al. (1983), depois de analisar a estrutura anatômica da madeira de 5 espécies do estado do Amazonas.

MAINIERI (1978), também valendo-se de

estudos anatômicos e tecnológicos, concluiu ser a madeira de um *Sclerolobium* conhecido no estado de São Paulo por paçuaré (ao que tudo indica *S. denudatum*) utilizável na fabricação de tacos, caixotes, móveis e papel.

CHUDNOFF (1984), por sua vez, afirma que as madeiras de *Sclerolobium* em geral possuem densidade mediana, boa resistência à podridão branca e regular trabalhabilidade, podendo ser indicadas para obras internas e confecção de certos tipos de objetos.

Outro emprego frequentemente dado às madeiras de *Sclerolobium* é como lenha para uso "in natura" e fabricação de carvão. Uma das espécies estudadas sob esse aspecto é *S. densiflorum*, já citada, cujo lenho PAULA (1986) qualificou como dos mais apropriados para produção de carvão, devido à sua alta densidade e elevado conteúdo de lignina.

Muitas espécies de *Sclerolobium* sobressaem-se também por apresentarem altos teores de tanino em seus órgãos. DWYER (1957a) afirma ser comum a extração dessa substância em cascas de *S. tinctorium* na Amazônia. MAINIERI (1978) diz que as substâncias tanantes da casca e folhas do paçuaré, atrás mencionado, apresentam algum interesse econômico.

Na opinião de SPRUCE (1970) diversas espécies de *Sclerolobium* poderiam ser empregadas na arborização de cidades, por apresentarem grandes panículas terminais de flores perfumadas.

Há evidências de que algumas espécies de *Sclerolobium* são capazes de se associar com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico do gênero *Rhizobium*,

através da formação de nódulos no seu sistema radicular. Esse fato foi mencionado por ALLEN & ALLEN (1981) para *S. aureum* var. *grandiflorum* e *S. micropetalum*; estudado por MAGALHÃES et al. (1982) em mudas de uma espécie de *Sclerolobium* denominada tachi-vermelho no estado do Amazonas; constatado por CARPANEZZI et alii (1983) em mudas enviveiradas de *S. paniculatum* (provavelmente var. *paniculatum*); e citado por KIRKBRIDE JR. (1984) para uma espécie não identificada dos cerrados.

2.7.2. Da espécie *S. paniculatum*

S. paniculatum é uma das espécies de *Sclerolobium* que mais tem recebido atenção nos estudos sobre usos e potencialidades de plantas nativas.

A variedade *peruvianum* teve o teor de tanino de sua casca determinado por YARIHUAMÁN & ZÁRATE (1980-1) no Peru. Os valores encontrados, de 10% de tanino do tipo pirogálico, foram considerados comparáveis aos de algumas das principais espécies taníferas do mundo, como *Betula verrucosa*, *Quercus suber* e *Tsuga canadensis*.

A madeira da variedade *paniculatum*, árvore típica de estágios iniciais de sucessão no Pará e que tem apresentado bom comportamento silvicultural em talhões experimentais (CARPANEZZI et al., 1983), foi estudado por TOMASELLI et alii (1983). A densidade básica da madeira foi de 0,602 a 0,633 g/cm³ e as análises da madeira e do carvão mostraram que, como material energético, a variedade possui características comparáveis às das espécies tradicionalmente usadas no Sul do Brasil.

As variedades *rubiginosum* e *subvelutinum* são plantas muito conhecidas e utilizadas na região dos

cerrados. A primeira, por atingir porte elevado e possuir fuste reto, tem sido objeto de uso em marcenaria, carpintaria e construções. Por possuir boa combustibilidade e grande poder calorífico, tem sido usada regularmente também como lenha nos lares, indústrias e carvoarias. PAULA (1980 e 1981) verificou, através de estudos de laboratório, ser o seu lenho muito apropriado também para produção de álcool, coque e papel.

A variedade *subvelutinum*, apesar de não atingir porte elevado, proporciona lenha de qualidade superior e madeira de alta durabilidade, empregada rotineiramente em construções rurais no Brasil Central, muitas vezes como sucedânea do vinhático (*Plathymania reticulata*) e da aroeira (*Astronium urundeuva*).

Há informações de que as cascas dessas duas variedades de *Sclerolobium* são ricas em tanino e já tiveram largo uso nos antigos curtumes do interior brasileiro.

Essas plantas são também uma das principais fontes nativas de pólen e néctar com que os apicultores do Brasil Central contam na época da seca (PEREIRA, 1990).

2.8. Anatomia

2.8.1. Da madeira

2.8.1.1. Do gênero *Sclerolobium*

As potencialidades econômicas e a elevada frequência de espécies de *Sclerolobium* em várias regiões têm despertado cada vez mais o interesse dos pesquisadores para o estudo da madeira dos membros desse grupo natural.

Embora o enfoque até agora dado seja eminentemente descritivo e voltado para questões tecnológicas, a maioria dos trabalhos produzidos proporciona elementos úteis a comparações e discussão.

No que parece ter sido o primeiro estudo anatômico da madeira de *Sclerolobium* feito no Brasil, MAINIERI & PEREIRA (1965) descreveram as características gerais e macroscópicas do lenho de uma espécie denominada passariúva ou taxi. O material caracterizou-se por mostrar poucos vasos, parênquima escasso e raios muito finos.

PEREIRA et al. (1970), ao apresentarem os caracteres tecnológicos de um grupo de espécies madeireiras do Nordeste brasileiro, descreveram as características gerais e anatômicas da madeira da espécie *S. densiflorum*. Os elementos anatômicos revelaram-se bastante variáveis quanto a abundância e dimensões. As fibras chamaram a atenção por possuírem paredes bastante espessas.

Em seu trabalho sobre o paçuaré, MAINIERI (1978) apresentou descrição macroscópica idêntica a apresentada para a passariúva ou taxi (MAINIERI & PEREIRA, 1965) e acrescentou detalhada descrição microscópica. Esta serviu para confirmar e também ampliar as observações macroscópicas, tendo sido útil para adicionar dados quantitativos ao elenco de informações.

DECHAMPS (1980) incluiu em seus estudos de anatomia de madeiras da América do Sul as descrições macro e microscópicas de 7 espécies de *Sclerolobium* (*S. albiflorum*, *S. chrysophyllum*, *S. guianense*, *S. setiferum*, *S. micropetalum*, *S. melinonii* e *S. micranthum*). Comparando as descrições, percebe-se que as espécies pouco diferem

entre si quanto à estrutura anatômica da madeira, sendo a maioria das diferenças observadas de natureza quantitativa.

LOUREIRO et al. (1983) fizeram um estudo comparativo da estrutura anatômica da madeira de 5 espécies de *Sclerolobium* e outro tanto de *Tachigalia*, visando contribuir para a melhor delimitação taxonômica dos dois gêneros. As espécies de *Sclerolobium* eram *S. chrysophyllum*, *S. eriopetalum*, *S. hypoleucum*, *S. melanocarpum* e *S. subbullatum*. Os autores concluíram que, devido à homogeneidade estrutural da madeira das espécies, não era possível estabelecer diferenças marcantes entre *Sclerolobium* e *Tachigalia* através da anatomia do lenho.

METCALFE & CHALK (1957) e BARETA-KUIPERS (1981) descreveram as características anatômicas básicas da madeira das Caesalpinioideae, assinalando que em *Sclerolobium* a estrutura geral do xilema tende a ser pouco variável entre as espécies.

2.8.1.2. Da espécie *S. paniculatum*

Apesar de ser conhecida dos botânicos há mais de um século, só recentemente a espécie *S. paniculatum* começou a receber atenção dos anatomistas de madeira. Assim como nas demais espécies do gênero, o enfoque tem sido eminentemente tecnológico.

A madeira da variedade *paniculatum* foi estudada macro e microscopicamente pela SUDAM (1981), através de amostras provenientes da Reserva Florestal de Curuá-Una, Estado do Pará. As descrições apresentadas não deixam transparecer grandes diferenças em relação às outras espécies do gênero.

Das variedades dos cerrados, a primeira a ser alvo de estudos anatômicos foi a *rubiginosum*, pesquisada por PAULA (1980) simplesmente sob o nome de *S. paniculatum* mas com a indicação de tratar-se de árvore de mata ciliar. As características descritas para os principais elementos da madeira mostraram-se muito semelhantes às observadas na variedade *paniculatum*. Em trabalho realizado com material de outra procedência, PAULA (1982) chegou a resultados idênticos aos da pesquisa anterior.

No trabalho supra referenciado, PAULA (1982) apresentou também os primeiros dados anatômicos sobre o lenho da variedade *subvelutinum*, mostrando diferenças com o da variedade *rubiginosum* quanto à percentagem de fibras, fração parede, diâmetro dos vasos e frequência e dimensões dos raios.

2.8.2. De folhas

2.8.2.1. Do gênero *Sclerolobium*

As folhas e folíolos são órgãos bastante variáveis no gênero *Sclerolobium*. Por isso vêm sendo usados desde longa data pelos botânicos como meio para delimitar seções e separar espécies e variedades. O número de folíolos por folha, a pilosidade, a forma, a simetria e a textura da lâmina foliar, bem como as características da nervação dos folíolos, foram aspectos dos mais explorados por BENTHAM (1876) e DWYER (1957a) em suas revisões.

No campo da anatomia e mesmo no que se refere ao sistema de nervuras, esses órgãos ainda não receberam a devida atenção, sendo muito poucos os trabalhos publicados até o momento.

Em um destes CARVALHO (1967) estudou o padrão de nervação de *S. aureum* var. *aureum*, o qual classificou como do tipo broquidródromo. Em outro, PYYKKO (1979) analisou a estrutura anatômica do limbo foliar e do peciólulo de *S. guianense*, nativa da Amazônia.

2.8.2.2. Da espécie *S. paniculatum*

A falta de estudos morfo-anatômicos em folhas e folíolos de variedades dessa espécie é quase completa, sendo possível mencionar apenas que CARVALHO (1967), ao estudar a nervação de *S. aureum*, estudou também a de *S. paniculatum* (var. *subvelutinum*, segundo se depreende dos desenhos apresentados). O padrão de nervação foi classificado como do tipo camptódromo.

2.8.3. De casca

2.8.3.1. Do gênero *Sclerolobium*

O único trabalho encontrado na literatura com informações sobre anatomia da casca de *Sclerolobium* foi apresentado por ROTH (1981). Baseada em 03 espécies venezuelanas conhecidas por guamillo, essa autora caracteriza os *Sclerolobium* como possuidores de casca interna ampla; elementos crivados grandes; líber duro fibroso, em grupos com formato de "U"; feloderma estratificado e fileiras de cristais acompanhando as fibras. Conclui em seu livro que em comparação com outras Caesalpinioideae, o gênero *Sclerolobium* apresenta casca com estrutura mais homogênea.

2.9. Estudos sobre fenologia

2.9.1. De espécies do gênero *Sclerolobium*

Foram encontrados poucos trabalhos na

literatura com referências à fenologia de espécies do gênero *Sclerolobium*.

Em um destes trabalhos ARAUJO (1970) acompanhou durante 3 anos a fenologia de floração de 3 árvores de *S. melanocarpum* situadas na Reserva Florestal Ducke, em Manaus (AM), constatando que nenhuma delas floresceu ou frutificou no período.

Em outro trabalho CARVALHO (1981), ao estudar as fenofases de árvores de *S. chrysophyllum* localizadas na Floresta Nacional do Tapajós, estado do Pará, verificou que a floração dessa espécie ocorre em setembro/novembro, com os frutos indo atingir a maturação cerca de um ano depois.

2.9.2. Da espécie *S. paniculatum*

Poucos são também os trabalhos sobre fenologia de *S. paniculatum*. As variedades *peruvianum* e *paniculatum* parecem ainda não ter sido estudadas sob esse aspecto.

A variedade *rubiginosum* teve 10 árvores observadas informalmente durante 1 ano na Reserva Ecológica do IBGE, no Distrito Federal. Todas mostraram-se perenifólias durante o período. A metade não floresceu e a outra metade deu flores por volta do mês de agosto, indo os frutos amadurecer 1 ano após. DUTRA (1987) observou o mesmo comportamento em trabalho feito no Jardim Botânico de Brasília.

A variedade *subvelutinum* teve as fenofases

de 8 árvores acompanhadas durante 3 anos por PEREIRA et al.* nessa mesma Reserva. As árvores observadas mostraram-se permanentemente cobertas de folhas, duas das quais floresceram entre julho e setembro de um dos anos e apresentaram frutos maduros por volta da mesma época do ano seguinte. Os autores verificaram também que as árvores que florescem num ano geralmente não florescem no outro, ou mesmo nos 2 ou 3 anos subsequentes.

Uma observação interessante é que a queda dos frutos dessas duas variedades de *S. paniculatum* coincide com o período seco e de ventos mais fortes na região dos cerrados, em flagrante concordância com a síndrome de dispersão dos mesmos.

2.10. Vicariância

No estudo da distribuição dos seres vivos verifica-se, frequentemente, que alguns taxa muito similares, originários de um mesmo ancestral, ocupam áreas contíguas e ecologicamente distintas - como o cerrado e a mata, por exemplo. Segundo o conceito ecológico mais usual (CAIN, 1974 e RIZZINI, 1979b), denomina-se vicariância a esse fenômeno. Os taxa envolvidos levam o nome de vicariantes (o que substitui; do latim *vicarius*, substituto), ou pares vicariantes, quando se quer fazer referência dois a dois. Tais taxa podem ser famílias, gêneros, espécies ou variedades, sendo estes dois últimos os mais encontrados em vicariância e os mais importantes

* PEREIRA, B. A. S. da, MENDONÇA, R. C. de & ROCHA, G. I. (Reserva Ecológica do IBGE, Brasília-DF). Fenologia de uma comunidade de cerrado na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília-DF. (Em elaboração).

nas análises de distribuição geográfica (NELSON & PLATNICK, 1981).

Segundo CAIN (1974) a maneira como os vicariantes se originam vem sendo discutida há mais de 100 anos. STACE (1980) assegura que os conhecimentos atuais permitem afirmar que espécies ou variedades vicariantes podem surgir das seguintes maneiras: a) por um táxon que migra para uma nova área e se transforma num táxon diferente; b) por um táxon de ampla dispersão que posteriormente se confina a duas ou mais áreas separadas e lá sofre evolução divergente; c) por evolução paralela de dois taxa a partir de um mesmo ancestral em duas áreas separadas e d) por evolução convergente (em resposta a condições ambientais similares) de dois taxa de ancestrais diferentes. Neste último caso tem-se, na realidade, falsos vicariantes.

RIZZINI (1979a) afirma que a formação de vicariantes decorre, em essência, da ação conjunta e seletiva dos fatores ambientais (edáficos e climáticos) sobre as potencialidades do genótipo e que também a mutação, a hibridação e a poliploidia podem participar do processo.

A vicariância é um fenômeno universal e tem sido registrada tanto no reino vegetal quanto no animal (SICK, 1966 e NELSON & PLATNICK, 1981). Os primeiros estudos sobre o assunto surgiram em meados do último século, na Europa, através dos fitogeógrafos, passando rapidamente a fazer parte do universo de interesses de outros estudiosos das ciências naturais (CAIN, 1974). Hoje há trabalhos publicados em todas as partes do mundo, muitos dos quais com menção a numerosos pares vicariantes, que bem dão idéia da amplitude e complexidade do fenômeno.

A esse respeito são exemplos os trabalhos de WHERRY (1927), TURRIL (1939) e CROIZAT (1952), com listas de pares vicariantes europeus; de LI (1950), que estudou e listou diversas escrofulariáceas chinesas vicariantes; de BENSON (1962), que citou diversos casos de vicariância em espécies e variedades nos Estados Unidos da América, principalmente entre ranunculáceas e de ABJANDHOUN (1964) e SCHNELL* (1971-1), citado por RIZZINI (1979a), que listaram respectivamente 11 e 15 pares vicariantes nas savanas africanas.

No Brasil as primeiras observações sobre vicariância foram feitas por WARMING (1908), por ocasião dos seus estudos ecológicos nos cerrados de Lagoa Santa, estado de Minas Gerais, no final do século passado.

Algumas décadas após essas observações iniciais, trabalhos com espécies vicariantes começaram a surgir. O interesse maior era por aspectos morfológicos, legados a problemas de identificação botânica, porque os pares vicariantes apresentam grande afinidade taxonômica, sendo sua discriminação como entidades distintas muitas vezes objeto de controvérsias entre sistematas (VALIO et alii, 1966).

Um dos pares vicariantes apontados por WARMING (1908) foi aquele formado por *Plathymenia reticulata* (do cerrado) e *P. foliolosa* (da mata), espécies descritas por BENTHAM (1876). Houve, porém, botânicos que não concordaram com a distinção das duas entidades, como DUCKE (1949 e 1953), que considerou *Plathymenia* como

* SCHNELL, R. *Introdution a phytogeographie des pays tropicaux*. Paris, Villard-Guathier, 1970-1 951 p.

gênero monotípico e *P. foliolosa* simples sinônimo de *P. reticulata*.

Entretanto, HERINGER (1956), após analisar material botânico colhido na mesma região onde foram coletados os exemplares típicos de BENTHAM (1876), confirmou plenamente as conclusões deste, definindo perfeitamente as características que distinguem as duas espécies.

Por sua vez, MATTOS FILHO (1959), além de confirmar as observações de HERINGER (1956) e acrescentar mais alguns caracteres distintivos, encontrou diferenças em alguns aspectos anatômicos do lenho das duas espécies. Verificou, principalmente, que a espécie do cerrado possuía vasos 33% mais estreitos que a da mata.

Posteriormente, DE MARINIS (1963), constatou a existência de algumas diferenças na semente, no artículo endocárpico em que a mesma se acha envolvida e nas plântulas de *P. reticulata* e *P. foliolosa*. Em outro trabalho de MARINIS (1965) verificou que as plantas jovens das duas espécies se distinguem entre si quanto ao número de folíolos. Ainda em outro trabalho, de MARINIS (1966), após estudar qualitativa e quantitativamente os artículos endocárpicos e as sementes dessas duas espécies de *Plathymania*, propôs uma chave para reconhecimento das mesmas, baseada em caracteres de forma, comprimento e cor dessas estruturas.

RIZZINI (1963) apresentou uma lista de 35 espécies vicariantes lenhosas de mata e cerrado e sugeriu que as espécies da mata evoluíram "in loco" para as de cerrado. LABOURIAU (1963 e 1966), por sua vez afirmou que a existência de tantos pares vicariantes sugere uma

coexistência antiga entre os dois tipos contrastantes de formação - cerrado e mata - e que a compreensão da origem e evolução dos cerrados deveria ser buscada em tais pares. Afirmou, também que os pares vicariantes constituem excelente oportunidade de se detectar possíveis diferenças anatômicas e fisiológicas decorrentes da sua história evolutiva.

A esses trabalhos de RIZZINI (1963) e LABOURIAU (1963 a 1966), seguiram-se alguns estudos que envolveram a fisiologia e a fitoquímica de espécies vicariantes do cerrado e da mata.

VALIO et al. (1966) verificaram que o balanço hídrico do par vicariante *Hymenaea stigonocarpa* (cerrado) e *H. stilbocarpa* (mata) era favorável tanto na estação seca quanto na estação chuvosa. Por outro lado, ficou patente que a espécie de mata, cultivada em condições de cerrado, restringiu bem mais a transpiração foliar que a espécie de cerrado.

Os estudos de VALIO et al. (1966) estenderam-se também à anatomia das folhas das duas espécies de *Hymenaea*. Verificaram, entre outros aspectos, que as células epidérmicas da espécie de cerrado eram muito maiores do que o mesmo tipo de células da espécie de mata, e que o número de estômatos por área foliar na espécie de mata era bem superior ao encontrado na espécie de cerrado.

Em estudo com sementes desse mesmo par vicariante de *Hymenaea*, COUTINHO & PITA (1971), investigando o teor de nutrientes (N, P, K, Ca e Na) e proteínas, concluíram que as sementes da espécie de cerrado possuíam muito mais afinidades com as sementes da

espécie de mata do que com as de cutras espécies de leguminosas de cerrado.

MEDITSCH (1966), avaliando os teores de elementos minerais de folhas de espécies vicariantes do cerrado e da mata, verificou que, para a maioria dos elementos, os teores são bem próximos nas espécies vicariantes e bem divergentes nas espécies sem afinidade real, dos mesmos habitats.

GOTTLIEB et al. (1963) verificaram através da análise dos componentes químicos a estreita relação entre *Plathymenia reticulata* (cerrado) e *P. foliolosa* (mata) e entre *Dalbergia violacea* (cerrado) e *D. nigra* (mata). Posteriormente, GOTTLIEB et al. (1966) constataram que as espécies vicariantes *Machaerium opacum* (cerrado) e *M. villosum* (mata) possuíam composição química muito próxima, o mesmo ocorrendo com *Kielmeyera petiolaris* (cerrado) e *K. excelsa* (mata).

Voltando à questão da abundância de pares vicariantes nos cerrados, RIZZINI (1979b) afirmou que "no cerrado há uma bem conhecida relação de pares vicariantes com as matas, uns 45 pares pelos menos" e forneceu uma série de exemplos desses pares, todos de espécies lenhosas. Mencionou também pares de variedades vicariantes, como *Diospyros hispida* var. *camporum* (do cerrado) x *D. hispida* var. *hispida* (da mata) e *Cedrela odorata* var. *xerogeiton* (do cerrado) e *C. odorata* var. *odorata* (da mata).

Sobre a origem dos atuais pares vicariantes da região dos cerrados, RIZZINI (1979a) sugere que devem ter surgido no Pleistoceno, período no qual houve intensa especiação e subespeciação, com a formação de grande

número de ecótipos a partir de tipos de ampla dispersão.

2.11. Anatomia ecológica

A utilização de dados anatômicos no estudo de problemas de ecologia vegetal remonta ao advento dos primeiros microscópios e deriva da observação de que a morfologia e o funcionamento das plantas são, em geral, bastante influenciados pelos fatores ambientais (RYDER, 1954 e BAAS, 1982).

A procura de correlações entre a morfologia das plantas e o ambiente em que elas vivem foi um assunto fascinante para os primeiros anatomistas e continua a ser de grande interesse atualmente. O conhecimento dessas correlações e das adaptações desenvolvidas pelas plantas como resposta às condições do meio tem sido buscado através do estudo de órgãos e tecidos de vegetais de diferentes habitats (METCALFE, 1983).

Muitos de tais estudos referem-se à análise morfo-anatômica da madeira, casca e folhas frente a fatores de ordem edáfica (características químicas, físicas e disponibilidade de água), climática (temperatura, luminosidade, ventos) e antrópica (fogo, principalmente). Esses fatores são mencionados por SINNOT (1960), DAUBENMIRE (1974), WHATLEY & WHATLEY (1982) e outros como os que mais exercem influências sobre as plantas.

Alguns autores (SPURR & BARNES, 1973; BIDWELL, 1974 e METCALFE 1983) lembram por outro lado, que as variações estruturais mostradas por uma determinada espécie podem ser também de origem genética ou ontogênica. Reconhecem, ainda, que uma variação é, normalmente, resultado de uma intrincada rede de interações.

Por sua vez, CUTLER (1978) assegura que apesar das dificuldades de se determinar com precisão as causas primárias de certas variações nos órgãos/tecidos dos vegetais, é sempre possível encontrar caracteres morfológicos e anatômicos que podem ser interpretados como respostas da planta aos fatores do habitat.

Abordando a questão da evidenciação de contrastes estruturais em plantas taxonômicamente relacionadas, METCALFE (1983) afirma que em taxa muito próximos entre si ou em indivíduos de um mesmo taxa, as diferenças morfo-anatômicas de origem ambiental são preponderantemente quantitativas, devendo como tal ser estudadas, sem desprezar os aspectos qualitativos.

2.11.1. Madeira

O homem descobriu, há muito tempo, que o lenho formado na primavera era bem diferente do lenho formado no outono. Para os estudiosos, essa descoberta era uma indicação de que as condições ambientes podiam exercer influências sobre as características do xilema.

Desde então, uma das preocupações dos pesquisadores tem sido determinar os fatores do meio que causam variação nos atributos do lenho, bem como as variações que os elementos anatômicos apresentam quando esses fatores variam (CARLQUIST, 1977; CHALK, 1983a e BAAS & MILLER, 1985).

Segundo RICHARDSON (1978), a variabilidade nas características anatômicas influi nas propriedades da madeira, sendo que tal variabilidade pode ser inter ou intraespecífica, ou mesmo individual.

CARLQUIST (1980) afirma que as variações sofridas pelo lenho são resultantes de pressões seletivas de fatores como disponibilidade de água e temperatura. DENNE & DODD (1981) relacionam também a intensidade luminosa entre esses fatores.

BURLEY (1982) assegura que as causas de uma variação no lenho podem ser puramente ambientais ou então uma resposta do genótipo às diferenças do ambiente, e que, em geral, é difícil determinar a causa real.

Para LARSON (1978), os efeitos dos fatores ambientais sobre os constituintes do lenho são indiretos. Os efeitos diretos seriam sobre o crescimento vegetativo, a produção de auxinas que regulam o diâmetro das fibras e a fotossíntese que contribui para o desenvolvimento das paredes celulares. DENNE & DODD (1981) asseguram, por outro lado, que esses efeitos podem ser também diretos. Citam que há evidências de que estresses hídricos, por exemplo, podem afetar diretamente o espessamento das paredes das células do xilema em diferenciação.

Sobre as tendências de variação nos elementos do lenho, CARLQUIST (1980) explica que em situações de baixa disponibilidade de água e temperatura baixa, os elementos de vasos tendem a se apresentar mais curtos e mais estreitos, enquanto a frequência de vasos tende a ser maior e o comprimento das fibras menor. RICHARDSON (1978) e DENNE & DODD (1981) acrescentam que em condições de alta luminosidade, baixa temperatura ou deficiente suprimento de água, as fibras e traqueídeos tendem a apresentar paredes mais espessas. Estudos comparativos feitos com floras, entidades taxonômicas e indivíduos de habitats ecologicamente contrastantes fornecem uma gama de outras informações, muitas das quais divergentes.

Num dos estudos mais antigos, STARR (1912) comparou plantas de dunas com formas mesofíticas das mesmas espécies. Observou que nas formas mesofíticas há uma tendência dos vasos serem maiores e menos numerosos que nas de dunas. Nestas, as paredes dos vasos e fibras eram mais espessas e o lume dos elementos menor.

Num outro estudo comparativo, WEBBER (1936) observou que em plantas de deserto e de formações esclerófitas os vasos tendem a ser mais numerosos, de menor diâmetro e mais curtos.

Comparando árvores de ambientes mésicos com árvores de ambientes áridos, STERN-COHEN & FAHN* (1964), citados por FAHN (1978), verificaram que a largura, a espessura da parede e o comprimento das fibras eram maiores nas primeiras.

GRAAF & BAAS (1974), estudando a variação anatômica do lenho de 52 espécies de madeiras duras em relação a latitude e a altitude, verificaram que, com o aumento da latitude, ocorrem elementos de vasos mais curtos e estreitos, fibras igualmente mais curtas e estreitas, raios mais baixos e maior frequência de vasos. Verificaram também que com o aumento da altitude ocorre a mesma coisa, porém de forma mais fraca.

OUTER & VEENENDAAL (1976) estudaram a anatomia do lenho de 30 espécies de angiospermas que ocorrem ao mesmo tempo nas savanas e nas matas de Ivory

* STERN-COHEN, S. & FAHN A. Structure and variation of the wood fibre of *Eucalyptus gomphocephala* DC along and across the stem. *La-Yaaran*, 14:106-7, 1964

Coast, África. Constataram que os indivíduos de savana, quando comparados com os de mata, mostram raios mais altos, mais largos e mais numerosos, além de vasos mais curtos, de maior diâmetro e mais numerosos.

BAAS et al. (1983), comparando lenhos de floras de diferentes habitats, constataram que o comprimento dos elementos vasculares diminui de vegetações méxicas para xéricas e de floras méxicas tropicais para floras temperadas frias.

BARAJAS-MORALES (1985), comparou as características do lenho de árvores de uma floresta pluvial tropical do México com as de árvores de uma floresta tropical decídua (portanto, com maior luminosidade) e encontrou diferenças qualitativas e quantitativas. Nas espécies da floresta tropical decídua o lenho mostrou-se mais escuro, mais duro e mais rico em inclusões e resinas do que nas espécies da floresta pluvial. Nas floresta decídua os vasos mostraram-se mais curtos e estreitos, as fibras mais curtas, os poros mais abundantes e o peso específico mais elevado.

A questão das influências do ambiente sobre o lenho tem sido muito pouco explorada pelos anatomistas no Brasil. Num dos poucos trabalhos existentes, MINA-RODRIGUES (1986) comparou a anatomia do lenho de indivíduos de *Pera glabrata* (Euphorbiaceae) de um cerrado e de uma mata mesófila semidecídua no Estado de São Paulo. A autora constatou que o material procedente do cerrado apresentava os seguintes caracteres diferenciais em relação ao da mata: raios mais altos e menos frequentes, vasos mais largos e pontuações intervasculares de maior diâmetro. Noutro trabalho, CHIMELO & MATTOS FILHO (1988), comparando a estrutura anatômica de madeiras do cerrado,

caatinga alta e floresta, constataram que os materiais dos dois primeiros tipos de vegetação possuíam elementos vasculares mais curtos e estreitos, poros mais abundantes e raios mais altos e de maior largura.

2.11.2. Casca

A casca das árvores apresenta grandes variações em suas características internas e externas. Essas variações podem ser quanto a cor; espessura; textura; presença ou não de suber; padrões de distribuição de esclereídeos e localização de inclusões cristalinas; desenvolvimento de tecidos de dilatação; presença, composição celular e arranjo do liber duro; ocorrência de canais secretores ou células secretoras; caracteres especiais dos raios e do ritidoma etc. (RICHARDS, 1952; WITHMORE, 1962a; MOREY, 1980 e ROTH, 1981).

PARAMESWARAN & LIESE (1968) analisando a estrutura macro e microscópica da casca de 4 espécies de *Entandrophragma* (Meliaceae) e PATEL (1975) estudando a anatomia da casca de 3 espécies de coníferas, constataram maior variabilidade estrutural na casca do que no xilema.

Além de serem comuns entre espécies, muitas das variações apresentadas pela casca das árvores podem ser encontradas também a nível de indivíduos. Tanto num como noutro caso, a causa da variação pode ser ambiental (WITHMORE, 1962a e ROTH, 1981).

Entretanto, verifica-se que a maior parte dos trabalhos até agora feitos sobre estrutura de cascas teve como principal objetivo a caracterização de espécies com vistas à identificação e ao estudo taxonômico, sendo por isso de cunho eminentemente descritivo (ZARUR, 1959;

WHITMORE 1962b; PARAMESWARAN & LIESE, 1970; TEIXEIRA et al., 1979; MARCHIORI, 1980; ROLLET, 1982 e TROCKENBRODT & PARAMESWARAN, 1986).

Realmente, a literatura referente a anatomia ecológica de cascas ainda é muito deficiente. Porém, os autores que se ocuparam do tema produziram diversas informações de valor.

WHITMORE (1963), por exemplo, observou que o aspecto da superfície da casca de *Fagus silvatica*, *Quercus suber* e *Castanea sativa* (Fagaceae) é determinado, em grande parte, pela intensidade de crescimento do floema, que por sua vez é influenciada pelas condições ambientais.

ARENS, (1958, 1963) atribuiu a grande espessura e aspereza da casca das árvores dos cerrados ao oligotrofismo do solo. RICHARDS (1952) chamou a atenção para o contraste existente entre a casca das árvores das matas tropicais (em geral estreita e lisa) e a das matas de clima temperado e de formações abertas (normalmente bem mais espessa e sulcada).

Em ampla revisão, ROTH (1981) lembra que a espessura total da casca tende a ser maior nas árvores mais velhas, de maior diâmetro e de mais alta velocidade de crescimento. Acrescenta que as árvores que crescem em habitats secos, ensolarados, quentes ou pobres em nutrientes tendem a apresentar casca mais espessa que aquelas da mesma espécie que vivem em condições ambientes opostas a estas.

Referindo-se à casca interna, ROTH (1981) afirma que esse tecido tende a ser mais espesso nas árvores que vivem em condições quentes e úmidas, sem

fatores que possam prejudicar a continuidade e o vigor do seu crescimento.

Essa autora salienta que, frequentemente, o ritidoma das árvores tropicais apresenta-se espesso e rico em espaços intercelulares cheios de ar, podendo desta forma funcionar como estrutura de proteção dos tecidos internos contra calor excessivo, frio e vento. Ressalta, ainda, que também os componentes da periderme, o parênquima do floema, os raios e o sistema secretor podem apresentar caracteres adaptativos aos fatores do meio.

2.11.3. Folhas

As folhas são apontadas por diversos autores (RYDER, 1954; CARLQUIST, 1961; CUTLER, 1978 e FAHN, 1978) como os órgãos mais variáveis das fanerógamas. O ambiente pode induzir variações em sua forma, tamanho, estrutura interna, conteúdo químico etc. Essas variações podem ser detectadas através da comparação de folhas de indivíduos de ambientes ecologicamente diversos, de diferentes estratos da vegetação e de distintas porções da copa de uma árvore (DAUBENMIRE, 1974; RIZZINI, 1976 e CUTLER, 1978).

Das adaptações estruturais desenvolvidas pelas folhas, as mais comuns e estudadas são aquelas ditas xeromorfas, que caracterizam as xeromórficas, aquelas plantas que vivem em habitats mésicos mas apresentam estruturas morfo-anatômicas de adaptação à seca, como se fossem xerófitas (FERRI, 1955; BEIGUELMAN, 1962a; METCALFE, 1983).

De acordo com FERRI (1944), BEIGUELMAN (1962a), ESAU (1974), PAVIANI (1978), CUTLER (1978) e

METCALFE (1983), os caracteres considerados xeromorfos mais encontrados nas folhas são: superfície reduzida; marcante esclerofilia, devido à abundância de tecidos mecânicos; nervação densa e desenvolvida; mesofilo compacto, com parênquima paliçádico mais desenvolvido que o esponjoso, ou então só como o primeiro tipo de parênquima; parênquima provido de espaços intercelulares; epiderme espessa, de paredes externas amplas e internas de aspecto sinuoso; cutícula espessa; presença de hipoderme; estômatos pequenos, freqüentes, localizados em depressões ou criptas; pilosidade abundante; presença de tanino, ceras, sílica, fibras gelatinosas etc.

As causas do xeromorfismo, ou presença de caracteres xeromorfos, são várias e seu entendimento pelos estudiosos teve um longo desenrolar. Baseados no conceito de xerofitismo de J. F. Schouw, SCHIMPER (1903) e alguns outros fisiologistas antigos interpretaram os caracteres atualmente chamados xeromorfos como prova de adaptação das plantas a condições de seca. Porém, estudos conduzidos ao longo das décadas subsequentes por diversos pesquisadores, em habitats áridos e semi-áridos, demonstraram que, na realidade, os caracteres xeromorfos não são suficientes nem necessários para proteger os vegetais contra a seca (TODDAY, 1933; FERRI, 1944 e SEDDON, 1974).

Os autores modernos (ESAU, 1974; FAHN, 1978; METCALFE, 1983 etc.) reconhecem que a deficiência de água é, realmente, apenas um dos fatores que causam xeromorfismo. ESAU (1974), citando STALFELT* (1956),

* STALFELT, M. G. Morphologie and anatomie des Blattes alls transpirationorgan. In: **Handbuch der Pflanzanphysiologie**, 3:324-341, 1956.

afirma que, de fato, deficiências de nutrientes e frio podem induzir aspecto mais forte de xeromorfismo do que falta de umidade.

ARENS (1958, 1963) demonstrou que o xeromorfismo, principalmente aquele representado pelo escleromorfismo ou elevada ocorrência de tecidos de sustentação nos órgãos das plantas, é causado por deficiências minerais do solo, principalmente quanto a nitrogênio. Quase concomitantemente, LOVELESS (1961 e 1962) e PEADLE (1962 e 1966) verificaram que deficiências de fósforo são importantes causadoras de escleromorfismo. Posteriormente, GOODLAND (1971) demonstrou que parte do escleromorfismo devido ao oligotrofismo nos cerrados é causada pela toxidez de alumínio.

Um outro importante formador de caracteres xeromorfos em folhas é a radiação solar. Uma prova é que folhas que se desenvolvem sob grande intensidade luminosa mostram, invariavelmente, maior grau de xeromorfismo do que folhas que recebem pouca luz (ESAU, 1974). RIZZINI (1974) baseado numa série de informações, assegura que a radiação solar é o principal indutor de escleromorfismo em folhas. Discussões a respeito do papel da luz como fator ecológico são apresentadas também por SINNOT, 1960; DAUBENMIRE, 1974 e WHATLEY & WHATLEY, 1982.

Caracteres xeromorfos têm sido encontrados em plantas dos mais variados habitats. Já foram detectados em, por exemplo, plantas de depósitos naturais de gesso por SHIELDS (1951); de dunas no litoral de São Paulo por ANDRADE (1966); de um manguezal desse mesmo litoral por LAMBERTI (1969), de alguns campos rupestres de Minas Gerais por HANDRO et al. (1970); de uma "caatinga" do Rio Negro, Amazonas, por MORRETES & FERRI (1972); da floresta

tropical úmida da Guiana Venezuelana por ROTH (1977) e PYYKKO (1979). A frequência desses caracteres nas comunidades e nos indivíduos, assim como seu grau de manifestação, é que têm se mostrado variáveis.

Os cerrados, que devido ao aspecto de suas plantas lenhosas e às suas condições ambientes foram por muito tempo considerados uma formação xerofítica (WARMING, 1908), têm se revelado donos de uma flora tipicamente xeromórfica.

FERRI (1944) e RACHID (1947), ao realizarem estudos de anatomia foliar com vistas ao entendimento da questão do comportamento das plantas dos cerrados em relação ao fator água, fizeram as primeiras observações microscópicas que se tem notícia sobre xeromorfismo em plantas dessa região. Caracteres como epidermes amplas, revestidas por cutículas espessas; mesofilo muito desenvolvido; e grande número de estômatos foram encontrados por esses autores em mais de uma dezena de espécies. Com esses dados e algumas informações de natureza fisiológica, os mesmos levantaram a tese do não xerofitismo da vegetação dos cerrados, corroborada mais tarde através de diversos outros trabalhos.

Novos estudos de anatomia foliar surgiram posteriormente, não só com o objetivo de obter confirmação para as verificações acima, como para acrescentar novos dados ao acervo de conhecimentos sobre morfologia de plantas dos cerrados.

Nesse contexto, surgiram trabalhos como os de MORRETES & FERRI (1959) e MORRETES (1967 e 1969), descrevendo a estrutura anatômica de mais de uma dezena de espécies dos cerrados, a maioria das quais da família

Leguminosae; de BEIGUELMAN (1962a, 1962b, 1962-3, 1963-4a, 1963-4b), realizando estudos semelhantes aos supra citados em quase 40 espécies; de HANDRO (1964 e 1966), focalizando a venação, a estrutura anatômica e problemas de escleromorfismo em folhas de amarantáceas; de CARVALHO (1967), descrevendo a venação foliar de várias Caesalpinioideae; de FIGUEIREDO et alii (1971), descrevendo a venação foliar de espécies de *Connarus* e *Rourea* (Connaraceae), *Diospyrus* (Ebenaceae) e *Kielmeyera* (Guttiferae); de MILANNEZ & ONISH (1972), fornecendo a descrição anatômica das folhas de *Anemopaegma arvense* (Bignoniaceae), *Simaba suffruticosa* (Simarubaceae) e *Estherazia splendens* (Scrophulariaceae); de PAVIANI (1974) e PAVIANI & FERREIRA (1974) apresentando a descrição anatômica e apontando presença de fibras gelatinosas em órgãos foliares de espécies de *Plathymenia* (Leguminosae); de PAVIANI & SANTOS FILHO (1977) sobre anatomia vascular do nó e da folha de *Swartzia acutifolia* (Leguminosae); e de SALATINO et alii (1986), apresentando detalhes morfológicos das superfícies foliares de cnze espécies lenhosas. Todos esses autores encontraram caracteres tidos como xeromorfos, isolados ou não, nas folhas das plantas estudadas.

Além desses, surgiram também alguns estudos morfo-anatômicos comparativos visando evidenciar diferenças estruturais entre ecótipos de cerrados e de outros tipos de habitats, ou ainda entre ecótipos de cerrados de diferentes regiões fitogeográficas.

Trabalhando nessa linha, BEIGUELMAN (1962a) comparou folhas de plantas de uma área de cerrado de Emas, Piraçununga (SP), com as de plantas da mesma espécie que cresciam no mesmo local mas em valetas adubadas por deposição natural de matéria orgânica, tendo notado que as

folhas das plantas da primeira condição exibiam maior xeromorfismo que as da segunda. As diferenças foram atribuídas à maior riqueza mineral do solo das valetas.

PAULA (1972) comparou folhas de espécimes de *Salvertia convallariodora* (Vochysiaceae) do cerrado do Brasil Central com folhas de espécimes dos cerrados equatoriais do Território Federal do Amapá, terminando por apontar xeromorfismo mais forte no material procedente do centro do país e atribuir tal fato a fatores de ordem climática.

SOUSA (1977), estudando caracteres morfo-anatômicos das folhas de *Xylopia aromatica* (Annonaceae) provenientes de 4 localidades brasileiras (Bahia, Mato Grosso do Sul, Mogi-Guaçu - SP e Emas - SP), observou que as folhas oriundas dos dois municípios de São Paulo, colhidas em áreas de solos pobres, com inverno seco, mostravam mais caracteres xeromorfos que as de origem baiana e sul-mato-grossense, obtidas em locais de solo fértil e pluviosidade melhor distribuída.

Analisando comparativamente as folhas dos indivíduos de *Pera glabrata* (Euphorbiaceae) mencionados no item 2.11.1., MINA-RODRIGUES (1986) verificou que as procedentes do cerrado possuíam muito mais caracteres sugestivos de xeromorfismo que as da mata. O fato foi creditado a possíveis variações genéticas entre as populações amostradas e às diferenças ambientais entre o cerrado e a mata.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Descrição da área de origem das amostras

As amostras de lenho, casca e folhas/folículos utilizadas no presente estudo foram coletadas na Reserva Ecológica da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, situada a cerca de 30 km ao Sul do centro de Brasília (DF), no Planalto Central Brasileiro.

Com uma superfície de 1300 hectares protegidos há quase 20 anos contra fogo e depredação, essa unidade de preservação tem como coordenadas geográficas o paralelo 15° 56' 41'' S e o meridiano 47° 53' 07'' W. Gr.

Sua localização no Distrito Federal e a situação deste em relação às demais unidades da Federação são amostradas na Figura 1.

As principais características fisiográficas dessa Reserva são as que se seguem.

3.1.1. Geologia e Solos

A Reserva Ecológica do IBGE acha-se assentada na Chapada de Brasília, uma divisão da denominada Região das Chapadas, unidade geomorfológica pediplanizada que engloba as paisagens mais altas e planas do Distrito Federal (NOVAES PINTO, 1985). Nessa região os

Figura 01 - Mapa do Distrito Federal mostrando a localização da Reserva Ecológica do IBGE (⊕). No detalhe, mapa do Brasil mostrando a localização do Distrito Federal (■).

terrenos são do Terciário, constituídos por sedimentos detrítico-lateríticos. Porém, a área da Reserva conta também com pequenas porções de terrenos do Pré-Cambriano, pertencentes ao Grupo Bambuí, Formação Paranoá, com ocorrência de quartzitos e xistos. Conta, ainda, com estreitas faixas de terrenos aluviais do quaternário (CODEPLAN, 1984).

Os solos da Reserva Ecológica do IBGE são muito variados. Levantamentos realizados pela EMBRAPA (1978 e 1980) registraram a presença de 2 tipos de latossolo vermelho-escuro (LEd3 e LEd4), 3 de latossolo vermelho-amarelo (LVd3, LVd4 e LVd6), 1 de cambissolo (Cd12) e 3 de solos hidromórficos (Hi1, Hi2 e Hi3). Os solos aluviais não foram considerados no nível de detalhamento adotado nesses levantamentos.

A Figura 2 mostra a extensão e distribuição dessas unidades edáficas na Reserva. Mostra também que o latossolo vermelho-escuro tipo LEd3 e o latossolo vermelho-amarelo tipo LVd6 são os solos predominantes na área, ocupando cada um cerca de 40% de sua superfície. A legenda de identificação de tais unidades edáficas está no Apêndice 1.

Esses solos caracterizam-se por apresentarem baixa disponibilidade de nutrientes, altos teores de alumínio trocável, elevada acidez e baixa taxa de matéria orgânica. Entretanto, os solos aluviais e alguns latossolos cobertos de mata são considerados de mediana fertilidade (WAIBEL, 1948 e ADÁMOLI et al. 1985).

3.1.2. Relevo e altitude

O relevo da Reserva Ecológica do IBGE é

Figura 02 - Mapa da Reserva Ecológica do IBGE mostrando a distribuição das unidades edáficas e os locais de coleta das amostras estudadas (1 e 2).

terrenos são do Terciário, constituídos por sedimentos detrítico-lateríticos. Porém, a área da Reserva conta também com pequenas porções de terrenos do Pré-Cambriano, pertencentes ao Grupo Bambuí, Formação Paranoá, com ocorrência de quartzitos e xistos. Conta, ainda, com estreitas faixas de terrenos aluviais do quaternário (CODEPLAN, 1984).

Os solos da Reserva Ecológica do IBGE são muito variados. Levantamentos realizados pela EMBRAPA (1978 e 1980) registraram a presença de 2 tipos de latossolo vermelho-escuro (LEd3 e LEd4), 3 de latossolo vermelho-amarelo (LVd3, LVd4 e LVd6), 1 de cambissolo (Cd12) e 3 de solos hidromórficos (Hi1, Hi2 e Hi3). Os solos aluviais não foram considerados no nível de detalhamento adotado nesses levantamentos.

A Figura 2 mostra a extensão e distribuição dessas unidades edáficas na Reserva. Mostra também que o latossolo vermelho-escuro tipo LEd3 e o latossolo vermelho-amarelo tipo LVd6 são os solos predominantes na área, ocupando cada um cerca de 40% de sua superfície. A legenda de identificação de tais unidades edáficas está no Apêndice 1.

Esses solos caracterizam-se por apresentarem baixa disponibilidade de nutrientes, altos teores de alumínio trocável, elevada acidez e baixa taxa de matéria orgânica. Entretanto, os solos aluviais e alguns latossolos cobertos de mata são considerados de mediana fertilidade (WAIBEL, 1948 e ADÂMOLI et al., 1985).

3.1.2. Relevo e altitude

O relevo da Reserva Ecológica do IBGE é

suave, típico de chapadas, com corrugações representadas apenas pelos vãos da rede de drenagem. As altitudes variam de 1048 metros, no talvegue do ribeirão Taquara, um dos 5 cursos d'água que percorrem a área; e 1150 metros, nas partes mais austrais da mesma.

3.1.3. Vegetação e flora

A vegetação da Reserva Ecológica do IBGE é constituída por campos, cerrados, cerradões, matas ciliares e brejos, podendo ser considerada bastante representativa do quadro vegetacional que caracteriza a região dos cerrados ou savanas brasileiras.

A origem, a distribuição, a fisionomia, a estrutura, a composição florística e demais aspectos da natureza desses tipos regionais de vegetação foram analisados e discutidos por WARMING, 1908; VELOSO, 1948; WAIBEL, 1948; FERRI & COUTINHO, 1954; RIZZINI, 1963; ARENS, 1963; GOODLAND, 1971; EITEN, 1972; LOPES & COX, 1977; COUTINHO, 1978; AZEVEDO & CASER, 1980; ADÁMOLI et al., 1985 e vários outros autores.

Os cerrados e as matas ciliares são os tipos de vegetação que ocupam maior área e abrigam maior número de espécies nessa unidade de preservação (NEGRET, 1983).

Os cerrados são uma formação aberta xeromorfa, semidecídua, rica em leguminosas, compostas, gramíneas, mirtáceas, malpighiáceas, palmáceas, vochysiáceas, além de representantes de cerca de 15 dezenas de outras famílias de plantas superiores. Possuem 3 estratos nítidos (um herbáceo, um arbustivo e outro arbóreo) e apresentam-se sob as formas de campo cerrado e cerrado *stricto sensu* ou cerrado típico. O primeiro

caracteriza-se por possuir baixa densidade de árvores e elevada proporção de ervas e arbustos. O cerrado típico, ao contrário, é uma vegetação onde as árvores são os elementos de destaque, embora possua também grande quantidade de plantas herbáceas e arbustivas.

As matas ciliares são as formações florestais que cobrem as margens dos cursos d'água. Sua largura varia de uns poucos a dezenas de metros, dependendo do terreno onde se acha situada e outros fatores. A altura média do estrato arbóreo situa-se na faixa dos 15 metros. Sua flora é constituída por espécies atlânticas, amazônicas e próprias do Brasil Central, sendo as seguintes algumas das mais importantes: jatobá (*Hymenaea cf. martiana*), capitão-da-mata (*Terminalia phaeocarpa*), jacaré (*Qualea dicothoma*), mandiocão-da-mata (*Didymopanax morototonii*), garapa (*Apuleia molaris*), oiticica (*Licania apetala*), tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*) e canela-batalha (*Cryptocaria aschersoniana*). Nos estratos inferiores são comuns melastomataceas, rubiaceas, piperáceas, marantáceas, pteridófitas, entre outras. Alcançando o cume das árvores são vistas com frequência lianas dos gêneros *Banisteriopsis*, *Serjania*, *Dioclea* e *Arrabidaea*, para citar apenas alguns. Entre as epífitas são comuns orquidáceas, bromeliáceas, cactáceas, piperáceas e pteridófitas, sendo frequentes ainda fungos, líquens e musgos. Estes proliferam abundantemente também no solo, que se mostra rico em detritos. Também denominada mata de galeria, essa formação florestal mostra-se sempre verde, apesar de contar com diversas espécies decíduas.

As espécies lenhosas mais comuns nas matas ciliares e cerrados da Reserva Ecológica do IBGE estão listadas no Apêndice 2.

Tabela 1. Valores médios dos elementos climáticos registrados na estação agroclimatológica da Reserva Ecológica do IBGE (período 1979-1985).

MESES	TEMPERATURA DO AR (°)			PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm)	UNIDADE RELATIVA DO AR(%)	INSOLAÇÃO (HORAS E DÉCIMOS)
	MÉDIA DAS MÁXIMAS	MÉDIA DAS MÍNIMAS	MÉDIA			
Janeiro	26,0	17,3	21,2	355,0	80	134,00
Fevereiro	26,7	17,4	21,5	181,1	80	177,40
Março	26,7	17,4	21,4	225,6	80	153,50
Abril	26,1	16,5	21,2	87,6	78	200,50
Maiο	25,9	14,9	20,3	34,9	72	242,50
Junho	25,3	13,2	19,3	3,0	67	257,50
Julho	25,1	12,1	18,5	9,7	61	270,25
Agosto	26,6	13,8	20,2	15,0	58	270,20
Setembro	27,8	15,7	21,6	99,2	61	208,50
Outubro	26,9	16,9	21,5	194,5	72	170,40
Novembro	26,4	17,3	21,1	194,8	80	140,50
Dezembro	25,9	17,4	21,0	266,3	83	126,30
Ano	26,3	15,8	20,7	1666,7	73	2351,55

Os cerrados e as matas ciliares coexistem lado a lado, sob uma mesma condição climática geral, mas são fisionômica, estrutural e floristicamente bem diferentes. Essas diferenças têm sido atribuídas às características físico-químicas do solo, à disponibilidade de água, às condições microclimáticas e à incidência de incêndios nas duas vegetações (RIZZINI & HERINGER, 1962; CAMARGO, 1963 e RIZZINI, 1979a).

3.1.4. Clima

O clima da Reserva Ecológica do IBGE pode ser visualizado através dos registros da Estação Climatológica existente na sua parte central, a uma distância média de 01 km dos locais onde foram obtidas as amostras para estudo.

Os valores médios dos elementos climáticos registrados acham-se dispostos na Tabela 1 e referem-se ao período 1979-1985. Esses dados, mais os valores absolutos contidos nos boletins da referida estação, permitem os comentários que se seguem.

O clima da Reserva Ecológica do IBGE, como de todo o Brasil Central, é tipicamente sazonal, com duas estações bem definidas: uma chuvosa e quente, durante a primavera e o verão, e outra seca e fresca, no outono e inverno.

A estação chuvosa começa em setembro ou outubro e se prolonga até abril e parte de maio. Os meses mais pluviosos são os de verão e de fins de primavera. Nesse período cai cerca de 75% do total anual de chuvas, sendo a precipitação média anual de 1667mm.

A estação seca compreende inteiramente os meses de junho, julho, agosto e boa parte de maio e setembro. Esses três primeiros meses são os mais secos e não raro transcorrem sem que uma única chuva seja registrada.

As temperaturas são elevadas na estação chuvosa e amenas na seca. A média das máximas é de 26,3°C e a das mínimas 15,8°C. As diferenças entre as temperaturas absolutas podem ser acentuadas, não sendo raros registros de mínimas inferiores a 10,0°C no inverno e de máximas superiores a 30,0°C no verão. A temperatura média anual é de 20,7°C. O mês mais quente é setembro, seguido de perto pelos demais meses de primavera e os de verão. Julho é o mês mais frio, com temperatura média de 18,5°C, dado que coloca o clima da Reserva na categoria Aw (Tropical de savana) da classificação de Köppen.

A umidade relativa do ar mostra-se alta durante o verão e ao longo de alguns meses da primavera e do outono. Nesse período as médias registradas situam-se entre 72% e 83%. Entre junho e setembro essas médias caem, passando a variar de 58% a 67%. Em agosto e setembro, dias com umidade relativa do ar inferior a 30% são comuns. A média anual de todos os meses é de 73%.

A insolação média por ano é de 2352 horas, sendo sempre superior a 120 horas por mês. Durante o período de abril a setembro o sol brilha mais de 200 horas por mês. Dezembro e janeiro são os meses de menor número de horas de luz.

Para melhor visualização do curso estacional do clima reinante na Reserva Ecológica do IBGE, elaborou-se um diagrama com os valores médios das

LEGENDA:

— Temperatura média mensal

— Precipitação média mensal

Período de ordez relativa

Estação úmida

Estação superúmida

Figura 03 - Diagrama climático da Reserva Ecológica do IBGE, elaborado segundo WALTER (1979) com dados de 1979 a 1985.

variáveis climáticas mais importantes do ponto de vista ecológico - temperatura e precipitação. Construído de acordo com o roteiro de WALTER (1986), esse diagrama climático (Figura 3) mostra não só os valores de tais variáveis como também a duração e a intensidade das estações úmidas e secas e dos períodos de calor e de frio.

Nesse diagrama 10°C é igual a 20 mm de precipitação pluviométrica. Assim, a curva de temperatura pode ser tomada como curva de evaporação potencial e, considerada em conjunto com a curva de pluviosidade, dá uma idéia do balanço hídrico (WALTER, 1986).

A altura da área pontilhada indica a intensidade da seca e a largura sua duração. A estação úmida é indicada da mesma forma, estando, no presente caso, dividida em úmida propriamente dita (área sombreada verticalmente) e superúmida (área pontilhada). Há portanto, na região, um período de deficiência e outro de excesso de água no solo.

3.2. Escolha, localização e descrição das árvores

A obtenção do material utilizado neste trabalho teve lugar em 5 árvores de cada variedade. A escolha dessas árvores foi feita mediante sorteio de números previamente dados a todos os indivíduos de mais de 30 cm de diâmetro de uma população da variedade *rubiginosum* e de mais de 15 cm de diâmetro de uma população da variedade *subvelutinum*. A distância mínima entre as árvores sorteadas era de 25 metros e a máxima 150 metros.

A população da variedade *rubiginosum*

habitava a borda da mata ciliar do córrego Monjolo, e da variedade *subvelutinum* uma área de cerrado típico situada nas imediações da sede da Reserva (pontos 1 e 2 da Figura 2). As árvores da primeira tinham como substrato um latossolo vermelho-amarelo do tipo LVd6, modificado pela decomposição da matéria orgânica da mata; as da segunda viviam num latossolo vermelho-escuro do tipo LEd3. A mata e o cerrado guardavam todas as suas características originais.

As árvores da variedade *rubiginosum* possuíam em média 40 cm de diâmetro a 01 m do solo e as da variedade *subvelutinum* 18 cm. As alturas totais médias eram de, respectivamente, 12 e 07 metros.

As árvores da variedade *rubiginosum* apresentavam fuste cônico, reto e alto. As copas eram elevadas, relativamente abertas e iluminadas. As folhas mostravam-se voltados para baixo, a maioria com eixo formando ângulos de cerca de 45°C com o solo. Os folíolos maduros apresentavam a face abaxial coberta de pêlos ferrugíneo-pardecentes e os mais jovens eram completamente revestidos por pêlos ferrugíneo-seríceos. O lenho era de uma cor alva, com tendência ao creme ou ao amarelo. A casca era pardo-acinzentada, com ritidoma liso nos indivíduos mais finos e fendido nos de maior diâmetro; internamente mostrava-se vermelha após o corte e bastante granulosa (Figuras 4A, 4B e 4C).

As árvores da variedade *subvelutinum* apresentavam fuste cônico, reto e baixo. As copas eram baixas, bastante abertas e iluminadas. As folhas, de ordinário aglomerados nas extremidades dos ramos, dispunham-se de modo semelhante aos da variedade *rubiginosum*. Os folíolos notabilizavam-se por apresentar

densa pilosidade ferrugíneo-serícea, os maduros quase somente na face abaxial e os mais novos em ambas. O lenho e a casca mostravam-se idênticos aos da outra variedade, embora a casca externa se mostrasse sempre mais lisa (Figuras 5A, 5B e 5C).

3.3. Coleta e conservação das amostras

3.3.1. Madeira e casca

As amostras de madeira foram retiradas do lado sul do tronco das árvores, sempre a uma altura de 01 m da superfície do solo e com auxílio de serrote, machado, formão e martelo.

Essas amostras eram de tamanho suficiente para desdobro em blocos para estudos macroscópicos, obtenção de cortes histológicos, maceração e determinação da densidade básica. Sua conservação deu-se em condições ambientes, até o momento do preparo para as finalidades a que se destinavam.

As amostras de casca foram retiradas das próprias amostras de madeira, com todos os cuidados necessários à manutenção da integridade das cascas interna e externa. O material foi conservado em vidros herméticos contendo álcool 70%. Mais tarde houve coletas de amostras para testes histoquímicos, as quais foram postas em sacos plásticos e conservadas em geladeira.

3.3.2. Folhas

As folhas foram coletadas na parte mediana dos ramos externos do terço médio da copa das árvores. Os folíolos aproveitados foram somente aqueles da parte

Figura 04 - Aspecto geral da árvore (A), casca (B) e folha (C) da variedade *rubiginosum*

Figura 05 - Aspecto geral da árvore (A), casca (B) e folha (C) da variedade *subvelutinum*

mediana das folhas. Esses cuidados tiveram por objetivo trabalhar apenas com material maduro e desenvolvido em condições idênticas.

As folhas e folíolos que se destinavam a medições, contagens, determinação de peso e fins semelhantes foram prensados, secos em estufa e guardados entre folhas de jornal. Os que se destinavam a diafanização e estudos microscópios foram acondicionados ainda verdes em vidros com álcool 70%, para conservação.

Houve também coletas de folhas e folíolos para realização de testes histoquímicos. Nesse caso o material foi acondicionado em sacos plásticos e imediatamente posto em geladeira.

3.4. Documentação do material estudado

3.4.1. Madeira e casca

Amostras de madeira com casca das duas variedades foram depositadas nas xilotecas do Laboratório de Produtos Florestais (LPF) do IBAMA, em Brasília-DF; do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) do Estado de São Paulo, em São Paulo-SP e do Instituto de Tecnologia do Amazonas (ITAM), em Manaus-AM, sob os seguintes números:

VARIEDADES	INSTITUIÇÕES		
	LPF	IPT	ITAM
<i>rubiginosum</i>	1917	14696	956
<i>subvelutinum</i>	1918	14695	957

3.4.2. Material botânico

Amostras de material botânico com folhas e

flores das duas variedades foram coletadas, herborizadas e depositadas nos herbários da Reserva Ecológica do IBGE (IBGE), da Universidade Federal de Minas Gerais (BHCB) e da Universidade Estadual de Campina (UEC), como documento de referência.

As amostras levaram a seguinte identificação:

VARIETADE	COLETOR	NÚMERO	DATA
<i>rubiginosum</i>	B. A. S. Pereira	1322-B	25-VII-1986
<i>rubiginosum</i>	B. A. S. Pereira	1326	21-VII-1987
<i>subvelutinum</i>	B. A. S. Pereira	1327	21-VII-1987

3.5. Preparo, exame, mensuração e descrição

3.5.1. Madeira

As amostras de madeira das duas variedades de *Sclerolobium paniculatum* foram estudadas a nível macro e microscópico.

O estudo macroscópico foi realizado em corpos de prova de 2,0 cm de largura x 2,0 cm de espessura x 3,0 cm de comprimento. Esses corpos foram retirados com serrote da região próxima ao alburno das amostras, aparados com navalha para tornar os planos de estudo (transversal, tangencial e radial) bem dirigidos e em seguida polidos em pedra de amolar e em pano de linho, para melhor evidência das características da madeira.

Foram analisadas as características gerais da madeira (cor, cheiro, grã etc.); a distinção e contraste dos parênquimas axial e radial; o formato,

distribuição e disposição dos poros e a presença de camadas de crescimento. Essas análises foram feitas com auxílio de lupa manual de foco fixo com aumento de 10x e a olho nú, tendo sido examinadas as superfícies polidas dos planos de estudo e também cortes feitos no ato, com navalha.

O estudo microscópico foi feito através do exame de material dissociado por processo de maceração e de cortes histológicos montados em lâminas.

Para obtenção do material dissociado, finas lascas de madeira foram retiradas com navalha de corpos de prova semelhantes aos acima mencionados e colocadas em frascos com tampa. Posteriormente, tendo por base o método de Franklin (FRANKLIN, 1945), adicionou-se a esses frascos solução macerante em quantidade suficiente para cobrir toda a porção de lascas. Tal solução era constituída por uma mistura de ácido acético glacial e água oxigenada 120 volumes na proporção de 1:1. Em seguida os frascos foram tampados e colocados em estufa sob temperatura de 60°C. Quando a solução tornou-se tinta de extrativos e as lascas de lenho esbranquiçadas, o que ocorreu após um prazo de cerca de 24 horas, os frascos foram retirados da estufa e postos para esfriar. Depois, a solução macerante foi escoada e o material macerado cuidadosamente lavado com água destilada, para posteriormente ser colorido com safranina e montado provisória, e também permanentemente, em lâminas.

Os cortes histológicos foram retirados de corpos de prova de cerca de 1,5 cm de largura x 1,5 cm de espessura x 2,0 cm de comprimento, obtidos segundo a maneira atrás descrita. Primeiro esses corpos foram identificados e depois imersos em água destilada por um

período de 48 horas, a fim de se hidratarem. Após a hidratação, os mesmos foram fervidos numa mistura de água destilada e glicerina, na proporção de 5:1, até tornarem-se moles o suficiente para serem cortados com a navalha do micrótomo. Após a fervura, a mistura foi substituída por outra de álcool e glicerina em proporções iguais, onde permaneceram até o momento do corte. Os cortes foram feitos em micrótomo de deslize marca Jung, com espessura de 15 a 20 μ m, nos planos transversal, tangencial e radial dos corpos de prova. Uma parte dos melhores cortes foi mantida ao natural, para observação do conteúdo orgânico dos tecidos. A outra foi clarificada com solução de hipoclorito de sódio a 20-30%, lavada em água destilada e em seguida desidratada em série alcoólica constituída de álcoois a 20%, 30%, 50%, 70%, 90%, 95% e 100%. Os cortes radiais dessa porção foram coloridos com safranina alcoólica após álcool 50% e os transversais e tangenciais com solução alcoólica de verde malaquita após álcool 95%. Após a coloração, esses cortes foram tratados sucessivamente com mistura de álcool: xilol nas proporções de 3:1, 1:1 e 1:3, e depois com xilol puro. Os cortes não clarificados foram igualmente desidratados e tratados com álcool: xilol, tendo sido no entanto mantidos com a cor original. Todos os cortes foram montados em lâminas com bálsamo do Canadá (NEVES, 1955 e AZAMBUJA, 1962).

O material dissociado foi examinado através de um microscópio óptico marca Carl Zeiss de luz comum. Mediu-se em lâminas desse material o comprimento das fibras e dos elementos de vaso, como também o diâmetro total e do lume das fibras. As medidas de comprimento foram tomadas num projetor de fibras Bausch & Lomb e as de diâmetro no microscópio óptico supra citado, devidamente munido de ocular micrométrica. A espessura da parede das fibras foi medida posteriormente, dividindo-se por 2 a

diferença entre o diâmetro total e o diâmetro do lume.

Os cortes histológicos foram examinados no mesmo microscópio. Com auxílio desse aparelho, foram obtidos os dados de frequência e diâmetro dos poros, de frequência, altura e largura dos raios e de diâmetro das pontuações inter e radiovasculares. Os dados de frequência foram tomados com auxílio de câmara clara e os de dimensões através do uso de ocular micrométrica. As contagens de poros foram realizadas em cortes transversais e as de raios em cortes tangenciais. Nessas contagens, cada poro ou grupo de poros foi considerado uma unidade. O diâmetro dos poros e pontuações, bem como a altura e largura dos raios, foram mensurados em cortes transversais, radiais e tangenciais, respectivamente. O total de elementos anatômicos medidos por árvore foi de 50 e o de pontuações 25. O número de campos considerados por árvore nas estimativas de frequência foi também de 50.

Cada amostra teve alguns de seus cortes transversais submetidos ao processo de dupla coloração safranina-verde rápido, com vistas à verificação de possível ocorrência de fibras gelatinosas. Esse procedimento foi complementado analisando-se cortes transversais sob microscopia de luz polarizada.

Testes para detectar cristais de oxalato de cálcio foram feitos aplicando-se gotas de ácido clorídrico concentrado sobre cortes radiais, quando houve indícios de presença desse tipo de cristal.

As descrições macro e microscópicas do lenho foram feitas com base nas normas da COPANT (1973).

Adicionalmente, determinou-se a densidade

básica da madeira das duas variedades, visando a evidencição de suas massas de substância madeira. Adotou-se nessa determinação o método do máximo teor de unidade, que preconiza a imersão de corpos de prova em água e sua submissão a vácuo até a completa saturação dos tecidos; a obtenção da massa do corpo de prova completamente saturado de água; sua completa secagem em estufa a $\pm 105^{\circ}\text{C}$; a obtenção da massa do corpo de prova completamente seco e, por fim, a determinação da densidade básica pela fórmula:

$$dB = \frac{1}{\frac{P_t}{P_s} - 0,346}, \text{ onde:}$$

dB = densidade básica (g/cm^3), P_t = massa do corpo de prova completamente saturado de água (g) e P_s = massa do corpo de prova completamente seco (g) (FOEKELE et alii, 1983). Utilizou-se 2 corpos de prova de $2 \times 2 \times 4$ cm de dimensões por árvore, tendo a saturação e secagem dos mesmos sido controladas por meio de pesagens sucessivas em balança semi-analítica.

Determinou-se, ainda, a fração parede das fibras da madeira das duas variedades, tendo-se empregado para isso a fórmula:

$$100 \frac{2e}{D}, \text{ onde}$$

e = espessura da parede da fibra e D = diâmetro total da fibra (PAULA, 1982).

Os valores encontrados para esses parâmetros foram expressos em termos de média aritmética por variedade.

3.5.2. Casca

As amostras de casca foram estudadas a nível microscópio, utilizando-se para tanto material dissociado e cortes histológicos. Foi feita também uma análise de suas características gerais em estado fresco.

Para obtenção do material dissociado, porções de fragmentos das regiões mediana e interna da casca foram retiradas com navalha de corpos de prova das amostras e colocadas em mistura de Jeffrey, constituída por uma parte de ácido nítrico a 10% e outra de ácido crômico na mesma concentração (JEFFREY, 1926). A dissociação dos elementos ocorreu cerca de 24 horas mais tarde, quando a solução macerante foi então escoada e o material dissociado cuidadosamente lavado com água destilada, colorido com safranina, desidratado e montado em lâminas com bálsamo do Canadá.

Para obtenção de cortes histológicos, corpos de prova com aproximadamente 1,5 cm de largura x 2,0 cm de comprimento e espessura igual a da casca íntegra foram retirados das amostras e cuidadosamente aparados. Depois de identificados, tais corpos foram postos para hidratar em béquer com água destilada por um período de 24 horas. Em seguida o material foi transferido para um recipiente com água destilada + glicerina (5:1) e fervido até obter-se o amolecimento dos tecidos. Após isso, os corpos foram incluídos em celoidina, conforme ROTH (1981), e cortados em micrótomo de deslize nos três planos

fundamentais de obtenção de cortes histológicos. Cortes à mão livre de material fresco e inclusões em polietilenoglicol (RUPP, 1964) também foram feitos, mas o material mostrou-se sempre difícil de cortar, por desintegra-se com facilidade. Os cortes obtidos, com mais ou menos 20 um de espessura, foram clarificados, lavados, desidratados e em seguida coloridos com vermelho de acridina/crisoidina e azul de astra, conforme fizeram MARCHIORI (1980) e TROCKENBRODT & PARAMESWARAN (1986) com casca de cutras leguminosas. A montagem foi em lâminas com bálsamo do Canadá.

O material dissociado e os cortes histológicos foram examinados sob microscópio óptico. Os elementos dissociados foram observados quanto à sua morfologia e tamanho. Algumas fibras floemáticas tiveram o diâmetro e o comprimento medidos com ocular micrométrica, para comparações entre as variedades.

Na análise e descrição anatômica da casca, procurou-se seguir os procedimentos e a terminologia sugeridos por ROTH (1981). Na descrição das características gerais seguiu-se a terminologia proposta por INOUE & REISSMANN (1981).

Alguns testes histoquímicos foram feitos em cortes histológicos de material fresco, tendo-se usado sudan III para detectar suberina; floroglucina ácida para observar elementos lignificados; cloreto férrico a 1% em ácido clorídrico 0,1 N para evidenciar tanino; lugol para identificar amido e HCL concentrado para testar presença de cristais de oxalato de cálcio, como fizeram TROCKENBRODT & PARAMESWARAN (1986) com casca de *Inga* (Leguminosae).

3.5.3. Folhas

As folhas foram estudadas macro e microscopicamente, externa e internamente, tendo-se analisado as dimensões das folhas e folíolos; o número de pares de folíolos/folha; as características da pilosidade e da nervação dos folíolos; o peso seco dos folíolos; a frequência e as dimensões das células epidérmicas e dos estômatos dos folíolos; o índice de esclerofilia dos folíolos; a estrutura anatômica da raque, pecíolo, pulvino, peciólulo; nervura principal e mesofilo e a presença de substâncias ergásticas.

As dimensões foliares foram determinadas através da medição do comprimento e diâmetro da raque de 50 folhas de cada árvore, coletadas da maneira citada no item 3.3. As medidas de comprimento foram tomadas com régua e as de diâmetro com paquímetro, no ponto médio da raque, sendo esta entendida como o eixo que, partindo do ramo, suporta os folíolos. A contagem do número de pares de folíolos foi realizada nas folhas medidas.

A forma e o sistema de nervação do folíolos foram estudados em material diafanizado. Para diafanização, folíolos inteiros e secções destes com 1 a 2 cm² de superfície foram mantidos imersos em solução de NaOH a 5% por 2 a 3 dias e depois deixados do mesmo modo em solução de hipoclerito de sódio a 20% até se tornarem transparentes. Em seguida os mesmos foram desidratados em série alcoólica, corados com safranina alcoólica e montados em gelatina glicerina, como indicado por HANDRO (1964) e MINA-RODRIGUES (1985), sendo os folíolos inteiros entre placas de vidro transparente comum e as secções entre lâmina e lamínula. Os folíolos foram examinados através de um projetor de fibras marca Bausch & Lomb, onde

tiveram sua forma e seu sistema de nervuras maiores estudados. As secções de folíolos foram examinadas sob microscópio óptico, o que permitiu observar as nervuras de ordem mais alta. Para descrição dos folíolos foi adotada a terminologia proposta por HICKEY (1979).

A determinação das dimensões dos folíolos quanto a comprimento e largura foi efetuada com paquímetro. A determinação da área dos mesmos foi realizada na tábua de gráficos de um microcomputador Apple-IIe munido de caneta magnética, tendo como base cópias xerox dos folíolos a serem mensurados. Essas determinações foram efetuadas em 50 folíolos de cada árvore.

O estudo das células epidérmicas, bem como o dos estômatos, foram realizados em epidermes dissociadas e em cortes transversais de lâmina dos folíolos. Para efetuar a dissociação das epidermes, pedaços de lâmina foliar de cerca de 1 cm² foram retirados da região central dos folíolos e colocados em mistura de Jeffrey. A separação das epidermes ocorreu 3-4 dias depois, quando então foram cuidadosamente limpas com pincel macio, lavadas com água destilada e montadas em gelatina glicerizada.

As células epidérmicas foram mensuradas segundo seus maiores eixos, em microscópio óptico provido de ocular micrométrica. Os estômatos foram medidos em seus diâmetros longitudinal e transversal, com esses mesmos equipamentos. A frequência de células epidérmicas e estômatos foi determinada por meio de microscópio óptico provido de câmara clara.

As dimensões em altura das células

epidérmicas foram tomadas em cortes transversais do linbo dos folíolos. Esses cortes foram aproveitados, também, para realizar observações complementares a respeito dos estômatos. Essas medições e verificações foram efetuadas em 30 folíolos de cada árvore, tendo sido observados 5 campos em cada folíolo e posteriormente tirada a média. A classificação dos estômatos foi feita segundo o sistema de WILKINSON (1979).

A pilosidade foi estudada diretamente sobre folíolos verdes postos sob lupa com luz incidente, e também através de cortes transversais da lâmina foliar. As observações se estenderam à morfologia, dimensões e distribuição dos pêlos.

Na determinação do peso seco dos folíolos foi seguido o método adotado por BEIGUEIMAN (1962a), com os mesmos sendo mantidos em estufa a 100-105°C até adquirirem peso constante e resfriados em dessecadores com cloreto de cálcio antes das pesagens intermediárias. As pesagens foram realizadas em balança de precisão, folíolo por folíolo.

O índice de esclerofilia foi determinado pelo método exposto por LEBRUN* (1968), citado por RIZZINI (1979), ou seja, dividindo-se o peso seco do folíolo, em gramas, pelo dobro de sua área, em dm².

O estudo da estrutura anatômica da raque, pecíolo, púlvino, peciólulo e lâmina foliar foram

* LEBRUN, J. À propos des formations "sclérophulles" du littoral congolais. **Bul. Soc. Roy.**, Bruxelles, 102 (1):89-100, 1968.

realizados através do exame de cortes histológicos retirados de material fixado em álcool etílico 70% e também de material fresco.

Os cortes de raque, pecíolo e púlvino foram obtidos em micrótomo de deslize marca Jung, utilizando-se blocos de isopor como suporte e os de peciólulo e lâmina foliar em micrótomo de congelação. Muitas vezes foram obtidos cortes também à mão livre, com lâmina de barbear nova. Foram feitos cortes transversais, longitudinais e paradérmicos, para melhor observação das particularidades das estruturas.

Os cortes da raque foram retirados da sua parte mediana; os do pecíolo das partes mediana e distal; e do púlvino das partes, mediana e distal, esta tomada como correspondente também à parte proximal do pecíolo. Os cortes do peciólulo foram retirados das partes proximal, mediana e distal; e os da lâmina foliar, da região mediana na nervura principal, da região situada entre esta e o bordo foliar e do bordo foliar. A espessura desses cortes foi de 8 a 12 μ m.

Uma vez obtidos, os cortes foram clarificados em solução de hipoclorito de sódio a 30%, lavados em água destilada, desidratados em série etílica crescente (álcoois 20% a 100%), tratados em série xilólica e corados pelo processo de dupla coloração safranina-verde rápido, conforme JOHANSEN, 1940; SASS, 1951 e FOSTER, 1974. A montagem foi feita em bálsamo do Canadá.

A presença de substâncias ergásticas foi verificada através de testes histoquímicos feitos em cortes de material fresco obtidos à mão livre e mantidos "in natura". Assim, cortes das várias partes estudadas

foram tratados com solução de cloreto férrico a 1% em ácido clorídrico 0,1N para localizar tanino; cloreto de zinco iodado para observar celulose (JENSEN, 1962); ácido clorídrico, sulfúrico e acético para identificar cristais de oxalato de cálcio; lugol para detectar amido; solução hidroalcoólica de sudan IV para evidenciar cutículas e paredes cutinizadas ou suberizadas; e floroglucina ácida para evidenciar paredes lignificadas (JOHANSEN, 1940 e FOSTER, 1974).

3.6. Análise estatística

A população de dados obtida através das mensurações e contagens nos materiais estudados foi analisada estatisticamente, com a finalidade de se chegar a conclusões objetivas a respeito das variações morfo-anatômicas existentes dentro e entre as variedades.

Para verificação das variações dentro das variedades, determinou-se a média ($\bar{x}$), o desvio padrão (d.p.) e o coeficiente de variação (c.v.) para as principais variáveis estudadas.

Para verificação das diferenças entre variedades, comparou-se as médias das variáveis estudadas através da aplicação do Teste t Não-Pareado, conforme exposto por FREESE (1970) e COUTO (1979).

Os valores de t foram calculados pela fórmula:

$$t = \frac{\bar{x}_A - \bar{x}_B}{\frac{s^2(r_A + r_B)}{(n_A) \cdot (n_B)}}, \text{ onde:}$$

$\bar{x}_A$ e x_B = média das variedades A (mata) e B (cerrado);

n_A e n_B = número de repetições nas variedades A e B; e

s^2 = variância agrupada.

A variância agrupada foi calculada pela fórmula:

$$s^2 = \frac{SQA + SQB}{(n_A - 1) + (n_B - 1)}, \text{ onde:}$$

SQA = soma corrigida dos quadrados das médias da variedade A, calculada por meio da fórmula:

$$SQA = \frac{(\bar{x}_A)^2}{n_A};$$

SQB = soma corrigida dos quadrados das médias da variedade B, calculada na mesma maneira.

Nas análises comparativas os dados relativos a contagens (número de pares de folíolos, frequência de vasos e etc.) foram primeiro transformados em x , onde x representa a contagem (PIMENTEL GOMES, 1984).

Foram consideradas significativas as diferenças entre médias que apresentaram valores calculados de t maiores que os valores da tabela de distribuição de t ao nível de 5% de probabilidade, com $n-1$ graus de liberdade.

3.7. Ilustrações

As fotografias das árvores foram tomadas com máquina fotográfica comum, alimentada com filme colorido ASA 100, em dia ensolarado. As fotomacrografias, com 10 aumentos, foram feitas com máquina fotográfica comum acoplada a uma lupa monocular com luz incidente. Para as fotomicrografias utilizou-se um fotomicroscópio Carl Zeiss-II. Usou-se filme Kodak Panatomic X, ASA 50, para as fotomacrografias e ASA 32 para as fotomicrografias. As ampliações das fotomacrografias e fotomicrografias foram confeccionadas em papel fotográfico tipo F3 resinado.

Os desenhos dos órgãos e estruturas, feitos com auxílio de um projetor de fibras Bausch & Lomb e em microscópio com câmera clara, foram confeccionados em papel poliéster mate um lado.

4. RESULTADOS

4.1. Madeira

4.1.1. Variedade *rubiginosum*

4.1.1.1. Características gerais

Alburno e cerne distintos quanto a cor; alburno de cor bege-claro, tendendo a róseo claro com o decorrer do tempo, apresentando pequenas listras longitudinais de cor marrom e variando de 2 a 6 cm de espessura; cerne castanho, tendendo a castanho claro na transição com o alburno, muitas vezes com faixas escuras intercaladas com outras mais claras. Madeira com algum brilho na seção radial e com pequenos pontos reluzentes no topo, grã direita a reversa; textura de média a fina; moderadamente dura ao corte; cheiro e gosto indistintos. Densidade básica: 0,525 g/cm³.

4.1.1.2. Descrição macroscópica

Parênquima axial vasicentrico, pouco distinto, mesmo com auxílio de lente. Poros visíveis a olho nu; seção ovalada a circular; distribuição difusa; disposição radial, com tendência a formar pequenos arranjos oblíquos ou mesmo cadeias radiais curtas; muitas vezes obstruídos por substância esbranquiçada. **Parênquima radial** visível só com auxílio de lente; regularmente espaçado no topo; pouco contrastado na seção radial. **Camadas de crescimento**

pouco distintas, eventualmente demarcadas por zonas fibrosas mais escuras do lenho tardio (Figura 6A).

4.1.1.3. Descrição microscópica

Parênquima axial paratraqueal vasicêntrico, escasso, às vezes aliforme com aletas curtas, tendendo a formar faixas marginais no limite da zona fibrosa.

Vasos/poros solitários (62%) e múltiplos de 2 a 6, predominando os múltiplos de 2 a 4 (36%); poucos (33%) a pouco numerosos (67%), variando de 4,00 a 9,00 ($X=6,49$) poros/mm²; pequenos (4,2%) a muito grandes (1%), com predominância de médios (66%), variando de 87,00 a 304,00 ($X=171,59$) μm de diâmetro tangencial; eventualmente contendo substância mucilagínosa (Figura 7A). **Elementos vasculares** muito curtos (70%), curtos (29%) e longos (1%), variando de 180,00 a 535,00 ($X=274,91$) μm de comprimento; apêndices às vezes presentes em uma ou em ambas as extremidades, curtos; placa de perfuração simples (Figura 8A, 11A e 11C); pontuações intervasculares guarnecidas, de pequenas (5%) a grandes (23%), com predominância de médias (72%), variando de 6,5 a 13,0 ($X=9,93$) μm de diâmetro tangencial, areoladas, alternas, poligonais e ovaladas, com abertura na maioria das vezes horizontal (Figura 13A); pares de pontuações radiovasculares semi-areoladas, variando de 6,0 a 11,5 ($X = 8,83$) μm de diâmetro tangencial, semelhantes às inter-vasculares.

Parênquima radial com raios homogêneos, normais ou, eventualmente, fusionados; unisseriados (80%), bisseriados (16%), localmente bisseriados (3%) e trisseriados (1%); extremamente finos (30%) a finos (10%), com predominância dos muitos finos (60%), variando de 11,00 a 40,00 ($X=18,73$) μm de largura; extremamente baixos (95%) a

muito baixos (5%), variando de 0,13 a 0,48 ($\bar{x}=0,25$)mm de altura; com 3,00 a 19,00 ($\bar{x}=8,99$) células de altura; poucos (4%), numerosos (48%) e muito numerosos (48%), variando de 4,00 a 28,00 ($\bar{x}=12,77$)raios/mm; contendo concreções silicosas arredondadas isoladas ou em grupos rarefeitos (Figura 9A e 10A).

Fibras libriformes, às vezes de crescimento intensivo e bifurcadas; extremamente curtas (8%), muito curtas (62%) e curtas (30%), variando de 0,65 a 1,50 ($\bar{x}=0,93$) mm de comprimento; estreitas (55%), medianas (40%) e largas (5%), variando de 13,50 a 42,50 ($\bar{x}=19,28$) μ m de largura; lume com 8,00 a 29,00 ($\bar{x}=9,70$) μ m de diâmetro; paredes muito finas (15%), finas (20%), espessas (40%) e muito espessas (25%), variando de 3,00 a 10,00 ($\bar{x}=4,79$) μ m de espessura (Figura 12A). Fração parede: 51%.

4.1.2. Variedade *subvelutinum*

4.1.2.1. Características gerais

Alburno e cerne distintos quanto a cor; alburno bege-claro, tendendo a róseo claro com o decorrer do tempo, apresentando pequenas listras longitudinais de cor marrom e variando de 2 a 3 cm de espessura; cerne castanho, tendendo a castanho-esverdeado na transição com o alburno, muitas vezes com faixas escuras intercaladas com outras mais claras. Madeira com algum brilho na seção radial, porém fosca no topo; grã direita a reversa; textura de média a fina; moderadamente dura ao corte; cheiro e gosto indistintos. Densidade básica: 0,677 g/cm³.

4.1.2.2. Descrição macroscópica

Parênquima axial vasicêntrico, às vezes

aliforme de extensão losangular, pouco distintos mesmo com auxílio de lente e, ainda, marginal em certos trechos. Poros visíveis a olho nu; seção ovalada circular; distribuição difusa; disposição radial, com tendência a formar arranjos oblíquos ou mesmo cadeias radiais; muitas vezes obstruídos por substância esbranquiçada. **Parênquima radial** visível só com auxílio de lente; regularmente espaçado no topo; pouco contrastado na seção radial. **Camadas de crescimento** pouco distintas, eventualmente demarcadas por zonas fibrosas mais escuras do lenho tardio (Figura 6B).

4.1.2.3. Descrição microscópica

Parênquima axial paratraqueal vasicêntrico, escasso, às vezes aliforme de extensão losangular, com aletas curtas, tendendo a formar faixas marginais no limite da zona fibrosa.

Vasos/poros solitários (65%) e múltiplos de 2 a 6, predominando os múltiplos de 2 a 4 (33%); poucos (37%) a pouco numerosos (63%), variando de 3,00 a 10,00 ($\bar{X}=5,79$) poros/mm²; pequenos (15%) a grandes (16%), com predominância de médios (69%), variando de 65,00 a 260,00 ($\bar{X}=156,59$) μm de diâmetro tangencial; eventualmente contendo substância mucilagínosa (Figura 7B). **Elementos vasculares** muito curtos (79%), curtos (19%) e longos (2%), variando de 128,00 a 518,00 ($\bar{X}=249,45$), μm de comprimento; apêndices às vezes presentes em uma ou em ambas as extremidades, curtos (Figuras 8B, 11B e 11D); placas de perfuração simples; pontuações intervasculares guarnecidas, de pequenas (28%) a grandes (9%), com predominância de médias (63%), variando de 4,50 a 10,50 ($\bar{X}=7,35$) μm de diâmetro tangencial, areoladas, alternas, poligonais a ovaladas, com abertura na maioria das vezes horizontal (Figura 13B); pares de pontuações

radiovasculares semi-areoladas, variando de 5,00 a 11,00 ($\bar{X}=7,54$), μm de diâmetro tangencial, semelhantes às intervasculares quanto à forma, sendo que a pontuação da célula radial é simples e a do elemento de vaso é areolada e guarnecida.

Parênquima radial com raios homogêneos, normais ou, eventualmente, fusionados; unisseriados (69%), bisseriados (25%), localmente bisseriados (5%) e trisseriados (1%); extremamente finos (25%) a finos (30%), com predominância de muito finos (45%), variando de 10,00 a 48,00 ($\bar{X}=21,02$) μm de largura; extremamente baixos (85%) a muito baixos (15%), variando de 0,13 a 0,46 ($\bar{X}=0,25$) μm de altura; com 3,00 a 19,00 ($\bar{X}=8,72$) células de altura; pouco numerosos (12%) a muito numerosos (41%), com predominância de numerosos (47%), variando de 4,00 a 19,00 ($\bar{X}=10,93$) raios/mm; contendo concreções silicosas arredondadas, isoladas ou em grupos rarefeitos (Figura 9B e 10B).

Fibras libriformes, às vezes de crescimento intensivo e bifurcadas; extremamente curtas (16%), muito curtas (54%) e curtas (30%), variando de 0,63 a 1,39 ($\bar{X}=0,93$) 19808 comprimento; estreitas (35%), medianas (50%) e largas (15%), variando de 13,50 a 44,00 ($\bar{X}=21,28$) μm de largura; lume com 3,50 a 17,50 ($\bar{X}=10,27$) μm de diâmetro; paredes muito finas (12%), finas (18%), espessas (45%) e muito espessas (25%), variando de 2,30 a 11,50 ($\bar{X}=5,57$) μm de espessura (Figura 12B). Fração parede: 68%.

4.1.3. Análise estatística

Os resultados do cálculo da média ($\bar{x}$), desvio padrão (d.p.), coeficiente de variação (c.v) e do teste de comparação de médias das variáveis estudadas

Figura 06 - Fotomacrografia da secção transversal da madeira das variedades *rubiginosum* (A) e *subvelutinum* (B).

Figura 07 - Fotomicrografia da seção transversal da madeira das variedades *rubiginosum* (A) e *subvelutinum* (B).

Figura 08 - Fotomicrografia da seção tangencial da madeira das variedades *rubiginosum* (A) e *subvelutinum* (B).

FIGURA 09 - Fotomicrografia da seção tangencial da madeira das variedades *rubiginosum* (A) e *subvelutinum* (B).

FIGURA 10 - Fotomicrografia da seção radial da madeira das variedades *rubiginosum* (A) e *subvelutinum* (B).

FIGURA 11 - Elementos de vasos em material dissociado da madeira das variedades *rubiginosum* (a) e *subvelutinum* (B).

FIGURA 12 - Fibras em material dissociado das variedades *rubiginosum* (A) e *subvelutinum* (B).

FIGURA 13 - Pontuações intervasculares das variedades *rubiginosum* (A) e *subvelutinum* (B).

quantitativamente na madeira estão expostos na Tabela 02. O resumo do cálculo dos valores de t para a comparação das médias está no Apêndice 03.

4.2. Casca

As cascas das variedades *rubiginosum* e *subvelutinum* mostraram-se estruturalmente muito semelhantes. Por isso, optou-se pela apresentação de uma descrição extensiva a ambas, como segue.

4.2.1. Características gerais

Casca de cor pardo-acinzentada externamente, com grandes manchas alvas de líquen e com 1-2 cm de espessura total. Ritidoma liso e descamando-se em micro-escamas nos indivíduos mais finos; fendilhado e descamando-se em pequenas placas retangulares nos de maior diâmetro, sendo tal fendilhamento mais pronunciado nos indivíduos da variedade *rubiginosum*. Região interna fibrosa, de cor avermelhada. Região mediana arenosa, de cor igualmente avermelhada. Tecidos vivos ricos em tanino. Tecidos mortos ricos em células suberizadas.

4.2.2. Descrição microscópica

Casca interna (floema ativo): Bastante desenvolvida, variando de 600 a 900 μm de espessura. Líber duro com fibras floemáticas reunidas em grupos alongados tangencialmente, de tamanho variável e em geral estendendo-se de raio a raio. Fibras floemáticas libriiformes, com 850-1150 μm de comprimento e 9-13 μm de diâmetro. Feixes de fibras com séries axiais de cristais de oxalato de cálcio romboédricos dispostas sobretudo na periferia, em contato com os raios. Elementos crivados inconspícuos.

TABELA 02. Madeira. Resultado do cálculo da média ($\bar{x}$), desvio padrão (d.p.), coeficiente de variação (c. v.) e do teste de comparação de médias das variáveis estudadas.

VARIÁVEL	RUBIGINOSUM			SUBVELUTINUM			COMPARAÇÃO ATRAVÉS DO VALOR DE t
	$\bar{x}$	d.p.	c.v.	$\bar{x}$	d.p.	c.v.	
Vasos							
Frequência (nº/mm²)	6,49	1,27	19,57	5,79	1,31	22,62	(+) R > S
Diâmetro tangencial (µm)	171,59	46,37	27,02	156,59	40,73	40,73	(+) R > S
Compr. elementos (µm)	274,91	55,18	20,07	249,45	62,22	29,94	(+) R > S
Pontuações							
Intervasculares (µm)	9,93	1,36	13,69	7,35	1,49	18,98	(+) R > S
Radiovasculares (µm)	8,83	1,09	12,34	7,54	1,14	15,12	(+) R > S
Raios							
Frequência (nº/mm²)	12,77	11,11	47,00	10,93	2,59	23,69	(-) R = S
Altura (mm)	0,25	0,07	28,00	0,25	0,07	28,00	(-) R = S
Altura (nº células)	8,99	3,09	34,37	8,72	3,85	44,15	-
Largura (µm)	18,73	4,60	24,56	21,02	4,95	23,55	(+) R < S
Largura (nº células)	1,15	0,38	33,04	1,34	0,49	36,57	-
Fibras							
Diâmetro (µm)	19,28	4,21	21,84	21,28	4,07	19,13	(+) R < S
Diâmetro lume (µm)	9,70	3,29	33,92	10,27	3,47	33,79	(-) R = S
Espessura parede (µm)	4,79	1,29	26,93	5,51	1,42	25,77	(+) R < S
Comprimento (mm)	0,93	0,13	13,90	0,93	0,17	18,28	(-) R = S
Fração parede (%)	51,00	-	-	68,00	-	-	-
Densidade básica (g/cm³)	0,52	-	-	0,68	-	-	-

(-) R = S - As variedades rubiginosum (R) e subvelutinum (S) não diferem estatisticamente entre si.

(+) R > S - As variedades rubiginosum (R) e subvelutinum (S) diferem estatisticamente entre si, sendo os valores de R maiores que os de S.

(+) R < S - As variedades rubiginosum (R) e subvelutinum (S) diferem estatisticamente entre si, sendo os valores de R menores que os de S.

Parênquima axial relativamente abundante, formado por células de paredes finas, lignificadas, muitas das quais providas de grãos de amido. Raios homogêneos, unisseriados, às vezes bisseriados, constituídos por células retangulares decumbentes e com 150-300 μm de altura por 12-18 μm de largura (Figura 14A, 14B, 16A, 16B, 17A e 17B).

Casca mediana (floema inativo): Desenvolvida, variando de 500 a 950 μm de espessura. Fibras da região contigua à casca interna idênticas às do floema ativo. Raios em geral bastante dilatados (4-6 células de largura) e sinuosos, sendo os da variedade *subvelutinum* geralmente mais largos que os da variedade *rubiginosum*. Células do parênquima axial idênticas às do floema ativo ou então esclerificadas e dando origem a células pétreas ou braquiesclereídeos. Braquiesclereídeos providos de pontuações simples, reunidos em grupos de formato e tamanho variados ou então ocorrendo isoladamente (Figura 14A e 14B).

Casca externa: Com cerca de 400-800 μm de espessura, representada por várias camadas de periderme acumulada, onde se percebe o felogênio e camadas intercaladas de feloderma e felema. Felema (súber) rico em braquiesclereídeos com pontuações simples e paredes extremamente espessas. Braquiesclereídeos dispostos em faixas alternadas ou em grupos alongados radialmente (Figura 15A e 15B).

4.3. Folhas

4.3.1. Variedade *rubiginosum*

4.3.1.1. Características gerais

Folhas alternas, compostas, paripinadas,

FIGURA 14 - Fotomicrografia da seção transversal das cascas interna e mediana das variedades *rubiginosum* (A) e *subvelutinum* (B).

FIGURA 15 - Fotomicrografia da seção transversal das cascas mediana e externa das variedades *rubiginosum* (A) e *subvelutinum* (B).

FIGURA 16 - Fotomicrografia da seção tangencial da casca das variedades *rubiginosum* (A) e *subvelutinum* (B).

FIGURA 17 - Fibras em material dissociado da casca das variedades *rubiginosum* (A) e *subvelutinum* (B).

providas de estípulas decíduas no ápice e com 5,00-(6,72)-8,00 pares de folíolos. Raque pilosa, cônica, mediando 26,00-(37,39)-48,00 cm de comprimento por 0,35-0,45 cm de diâmetro na parte mediana. Pecíolo morfológicamente idêntico à raque, provido de pulvino e medindo 8,00-9,00 cm de comprimento por 0,40-0,60 cm de diâmetro no terço médio.

Folíolos opostos, medindo 11,10-(14,63)-18,50 cm de comprimento por 4,80-(6,27)-8,90 cm de largura e com 28,52-(60,44)-114,36 cm² de área. Limbo piloso; assimétrico ou assimétrico só na base; de formato oblongo a elíptico; base cordada, ápice acuminado, quase mucronado; margem inteira, ligeiramente fletida para o lado abaxial; textura cartácea a coriácea; de coloração verde escura na face adaxial e seríceo-ferrugínea na abaxial. Peciólulo normal, piloso, com 0,70-1,10 cm de comprimento por 0,30-0,40 cm de diâmetro (Figura 18A). Peso seco: 0,36-(0,71)-1,37. Índice de esclerofilia: 0,45-(0,59)-0,70.

4.3.1.2. Nervação dos folíolos

Nervação dos folíolos do tipo pinada, camptódroma eucamptódroma. Nervuras nítidas em ambas as faces do limbo, mas salientes só na face abaxial. Nervura primária única, curva, espessa, afinando para o ápice. Nervuras secundárias alternas ou opostas, dirigidas para cima, conectadas com suas iguais superiores através de ramificações; ângulo de divergência agudo moderado, tendendo a reto na base do lado mais largo do limbo. Nervuras intersecundárias esporádicas, compostas, partindo da nervura primária (Figura 18A).

Nervuras terciárias com ângulo de origem dos tipos reto-reto (RR) e reto-agudo (RA); reticulado ao

acaso. Nervuras de ordem mais alta relativamente espessas, orientadas ao acaso, formando aréolas bem definidas, de formato irregular. Vênulas com 1, 2, às vezes 3 ramificações; algumas vezes simples (Figura 19A e 20A).

4.3.1.3. Estrutura anatômica dos folíolos

4.3.1.3.1. Epiderme

A epiderme da lâmina do folíolo dessa variedade é uniestratificada, possui poucos tricomas na face adaxial e intensa pilosidade na abaxial, onde localizam-se também os estômatos. A face adaxial, em vista frontal da região entre o bordo e a nervura principal do folíolo (Figura 21A), mostra-se formada por células poligonais, em sua maioria com 5 lados, de paredes anticlinais espessas e curso reto a levemente curvilíneo. Essas células possuem 19,75-(31,08)-43,75 μm de comprimento por 10,37-(20,84)-28,12 μm de largura e são em número de 1740-(2411)-3020 por mm^2 . Na região das nervuras maiores, as mesmas apresentam-se alongadas e dispostas em fileiras.

Em seção transversal (Figura 23A e 25A), a face adaxial apresenta células de formato retangular, em pé ou deitadas, ou quadradas, ou ainda arredondadas, com parede periclinal espessa e medindo 15,31-(20,81)-28,75 μm de altura. Na curvatura do bordo do folíolo (Figura 24A), tais células tendem a se mostrar arredondadas e menores.

A face abaxial, em vista frontal da região entre o bordo e a nervura principal do folíolo (Figura 22A), mostra células com características morfológicas idênticas às da face adaxial, porém menores, medindo 15,62-(25,42)-39,06 μm de comprimento por 9,37-(15,79)-28,12 μm de largura, e em menor frequência, em número de

1445-(1920)-2550 por mm^2 .

Em seção transversal (Figura 23A), a face abaxial apresenta células baixas, de formato retangular, quadrangular, ou ainda arredondado, com parede periclinal medindo 9,37-(12,07)-15,62 μm de altura.

As paredes periclinais das células epidérmicas mostram-se inteiramente cutinizadas. As anticlinais são cutinizadas apenas da parte mediana para o topo.

As células da epiderme são recobertas externamente por uma cutícula contínua e fortemente cutinizada. Sua espessura média na face adaxial é de 4,47 μm . Em ambas as faces do limbo a cutícula recobre também as paredes periclinais do topo das células, formando ali depósitos cuneiformes.

Os tricomas (Figura 23A e 25A), são simples, unicelulares, cutinizados, de paredes espessas e medem de 130 a 330 μm de comprimento. São muito abundantes na face abaxial e poucos na adaxial.

4.3.1.3.2. Estômatos

Os estômatos acham-se localizados na epiderme abaxial do folíolo. Aparecem também na epiderme adaxial, mas só muito ocasionalmente.

O número de estômatos por mm^2 na epiderme abaxial é de 210-(244)-332. O diâmetro longitudinal dos estômatos é de 14,06-(29,51)-34,37 μm e o transversal de 10,94-(15,36)-29,69 μm .

A vista frontal da epiderme abaxial (Figura 22A) mostra que os estômatos são do tipo paracéfico, pois são flanqueados por duas células subsidiárias dispostas paralelamente ao eixo das células-guarda.

Em seção transversal (Figura 25A), as células subsidiárias dos estômatos normais apresentam-se topograficamente no mesmo nível das células epidérmicas. Porém, projetam-se acima e abaixo das células-guarda, formando um átrio externo e outro interno.

A câmara subestomática é alongada e geralmente vai até a confluência com as células do tecido paliçádico.

4.3.1.3.3. Mesofilo

O mesofilo, visto em seção transversal (Figura 23A), mostra-se constituído por um parênquima paliçádico com 1-2 camadas estreitas de células na face adaxial e por um parênquima lacunoso com 2-3 camadas na face abaxial.

No parênquima paliçádico as células são ricas em cloroplastos, altas e compactamente dispostas. A espessura desse parênquima é de 65,62-(87,98)-112,50 μm .

No parênquima lacunoso as células são irregulares quanto a forma e disposição, além de menos ricas em cloroplastos. Entre elas há frequentes espaços, muitos dos quais sob forma de câmara subestomáticas. A espessura total do parênquima lacunoso é de 78,12-(107,51)-140,62.

Imersos no parênquima lacunoso ocorrem

feixes vasculares lignificados envolvidos por uma camada elipsoidal de esclerênquima. Circundando essa camada há uma bainha parenquimática rica em cristais romboédricos de oxalato de cálcio. Essa bainha apresenta extensões que atravessam os parênquimas paliçádico e lacunoso e promovem a comunicação dos tecidos condutores com as epidermes. Os feixes menores normalmente não apresentam essas extensões.

A região do bordo do limbo (Figura 24A), apresenta, em geral, dois feixes vasculares: um terminal, pequeno, sem bainha de esclerênquima, e outro subterminal, semelhante aos descritos acima. Nessa região as células do parênquima paliçádico diminuem muito de tamanho e se tornam arredondadas. Próximo à margem do bordo predomina parênquima de células de paredes espessas, desprovidas de cloroplastos.

Os testes histoquímicos com cloreto férrico acidificado detectaram forte presença de tanino no mesofilo.

4.3.1.3.4. Nervura principal

A nervura principal do folíolo é proeminente, de contorno aproximadamente circular, com a face abaxial ligeiramente mais desenvolvida do que a adaxial. Sua superfície, sob maior aumento, mostra-se suavemente ondulada; sua espessura média na porção mediana é de 1,35 mm.

A epiderme, vista em seção transversal de tal porção (Figura 26A), mostra células de formato deltóide, como também arredondado, sendo as da face abaxial em geral menores que as da face adaxial. A cutícula apresenta-se ondulada, espessa e rica em cutina.

Os tricomas são semelhantes aos da lâmina do folíolo.

Abaixo da epiderme há uma porção de colênquima seguida de outra de parênquima. O colênquima é do tipo angular, pouco desenvolvido, estando representado por um semi-arco de 1-2 camadas de células na face adaxial e outro de 2-3 camadas na face abaxial. Essas células são de aparência arredondada, não apresentam cloroplastos e são melhor vistas em cortes de material fresco montados em água. O parênquima, ao contrário, é bem desenvolvido e se estende por toda a circunferência da nervura, formando um anel. A espessura desse anel é variável, sendo menor na região de contato com o mesofilo, onde se resume a uma faixa de poucas células. As células desse parênquima são em sua maioria arredondadas, grandes e sem cloroplastos.

O sistema vascular acha-se completamente circndado por uma desenvolvida bainha de esclerênquima, cujas células são de paredes bastante espessas e lignificadas. Tal bainha é de espessura variável, sendo mais estreita na região de contato com o mesofilo.

Os feixes vasculares, em número de quatro, são desiguais em tamanho e forma. O principal, do tipo colateral, situa-se na porção abaxial e se acha representado por um seim-arco de floema encimado por outro de xilema, ambos com as extremidades voltadas para cima. O xilema caracteriza-se por apresentar vasos de diâmetro variado, dispostos em fileiras unisseriadas radiais separadas por células de parênquima proveniente do floema.

Os outros feixes situam-se na região adaxial. Dois são pequenos, do tipo anficrival e de posição lateral. O outro, também do tipo anficrival, é relativamente grande e tem posição mais ou menos central.

Abaixo desse feixe vascular há uma faixa horizontal de células esclerenquimáticas idênticas às da bainha.

O feixe vascular abaxial é separado dos demais por uma faixa horizontal de células de parênquima idênticas às que circundam a bainha de esclerênquima.

Em toda a nervura principal há abundância de tanino. Idioblastos com drusas de oxalato de cálcio foram observados no anel de parênquima e no floema.

4.3.1.3.5. Peciólulo

Apresenta, em seção transversal de suas porções proximal, mediana e distal (Figura 27A, 27B e 27C), epiderme com células, cutícula e tricomas idênticos aos da nervura principal, tanto em termos morfológicos quanto de dimensões.

Sob a epiderme ocorrem 2-3 camadas de células de colênquima do tipo angular, formando um semi-arco no lado adaxial e outro no abaxial, sendo o desde último lado mais largo.

O tecido parenquimático acha-se representado por um largo anel de células grandes e anisodiamétricas. Algumas de tais células possuem como conteúdo cristais de oxalato de cálcio de formato romboédrico. Muitas destas células com cristais mostram-se lignificadas e não raro com as paredes destruídas.

O sistema vascular, de conformação geral aproximadamente elipsoidal, é envolvido por uma camada descontínua e de espessura variável de células esclerenquimáticas. Na porção proximal (Figura 27A) essa camada é

bastante espessa e penetra a região dos tecidos condutores. Os feixes vasculares são em número de quatro, sendo um grande, colateral, em forma de arco e de posição abaxial, e três pequenos, de posição adaxial. Destes, dois são do tipo colateral e um do tipo anficrival. Na porção mediana (Figura 27B) a camada de células esclerenquimáticas é mais estreita e limita-se à periferia da região dos tecidos condutores. Os feixes vasculares têm o tecido xilemático subdividido, mostram-se relativamente mais amplos e são todos do tipo colateral. Na porção distal (Figura 27C) a camada de células esclerenquimáticas mantém-se estreita e em posição periférica em relação ao sistema vascular. Os feixes vasculares, ainda do tipo colateral, mostram configuração mais fragmentada, devido a novas divisões do tecido xilemático, mas já apresentam tendência à formação de feixes grandes, pelo rearranjo dos tecidos.

Em todas as posições estudadas do peciólulo há tecido parenquimático separando os feixes vasculares, mormente na região central. Nesse tecido inclusões de células esclerenquimáticas são comuns. Em todos os tecidos há abundância de tanino.

4.3.1.4. Estrutura anatômica da raque

4.3.1.4.1. Peciolo

O peciolo é de seção transversal (Figura 29A, 30B e 31C) quase circular, com duas leves saliências na face adaxial.

A epiderme é unisseriada, constituída por células deltóides, retangulares ou arredondadas, de paredes periclinais cutinizadas.

A cutícula é ondulada, fortemente cutinizada e de espessura quase igual a da epiderme. Os tricomas são, em geral, mais curtos que os do folíolo.

O parênquima cortical é formado por uma faixa circular de células poligonais grandes, de configuração alongada, orientadas tangencialmente e dispostas logo abaixo da epiderme. Essa faixa é estreita nas porções mediana e distal e relativamente larga na proximal, aqui representada pelo terço médio do pulvino. Entre as células desse parênquima há braquiesclereídeos de pontuação simples, isolados ou em pequenos grupos.

Abaixo desse parênquima há uma bainha de células esclerenquimáticas, de espessura variável, que contorna a zona central do pecíolo. Em alguns trechos células parenquimáticas interrompem a continuidade dessa bainha.

O sistema vascular é formado por um feixe principal do tipo anficrival, circundado pela bainha esclerenquimática; e alguns feixes acessórios, situados adaxialmente na faixa de parênquima cortical e também circundado por esse tipo de bainha.

Na porção mediana do pecíolo (Figura 30A) o feixe principal é contínuo e mais largo no lado adaxial. Os feixes acessórios são do tipo colateral, em número de dois e estão situados lado a lado na zona superior esquerda do lado adaxial. Na porção distal (Figura 31A) o feixe principal apresenta-se largo em ambos os lados e com uma nítida interrupção na região adjacente aos feixes acessórios. Estes são do tipo anficrival e em número de quatro, estando um par situado na zona superior direita e outro na superior esquerda do lado já mencionado. Na

porção proximal ou terço médio do pulvino (Figura 28A) o feixe mais desenvolvido segue o padrão das outras duas porções. Os acessórios são do tipo anficrival, em número de dois e estão situados na zona central da porção adaxial, próximos um do outro.

Em todas essas porções o xilema e o floema do feixe principal apresentam raios que começam bastante largos nos limites com o parênquima medular, comprimem-se ao transpassar o sistema vascular e alargam-se novamente ao atingir o parênquima cortical. As células desses raios são quadrangulares, lignificadas e no trecho referente ao xilema formam-se em fileiras de até três elementos celulares de largura.

O parênquima medular é bastante desenvolvido e tem configuração aproximadamente convexa. Suas células são heterogêneas quanto ao formato e tamanho. Na confluência com o xilema predominam células pouco angulosas e relativamente pequenas. Na região central as células são alongadas e grandes. Ambos os tipos têm, frequentemente, grãos de amido como conteúdo.

Além de grãos de amido, outras substâncias ergásticas foram observadas no pecíolo. Na epiderme e nos tecidos internos detectou-se tanino, substância que ocorre também sob forma de conteúdo marrom em células do parênquima cortical. Nesse parênquima, no parênquima medular e nos tecidos vasculares encontrou-se cristais de oxalato de cálcio isolados ou em pequenos grupos.

4.3.1.4.2. Região mediana

A região mediana da raque é de seção transversal (Figura 32A) quase ovalada, com duas

saliências no lado adaxial. A epiderme, a cutícula e os tricomas são idênticos aos do pecíolo.

O parênquima cortical é formado por uma faixa circular de células alongadas, poligonais, ou então retangulares, orientadas tangencialmente. Essa faixa é um pouco mais larga que as das porções mediana e distal do pecíolo. Braquiesclereídeos de pontuações simples são vistos isolados entre as células desse parênquima.

Em seguida ao parênquima cortical há uma bainha de células esclerenquimáticas, que circunda a zona central da raque. A bainha é bem mais larga e interrompida que aquela que se vê no pecíolo. As interrupções são feitas por células parenquimáticas.

O sistema vascular é constituído por um feixe principal do tipo anficrival, guarnecido pela bainha parenquimática, e quatro feixes acessórios, dispostos aos pares no parênquima cortical que ocupa as saliências do lado adaxial. Esses últimos são do tipo colateral e também são guarnecidos por uma bainha parenquimática.

Como no pecíolo, o xilema e o floema apresentam raios que começam bastante largos nos limites com o parênquima medular, comprimem-se ao transpassar o sistema vascular e alargam-se novamente ao atingir o parênquima cortical. As células desses raios são quadrangulares, lignificadas e formam-se em fileiras de até três elementos celulares de largura.

O parênquima medular é menos desenvolvido que no pecíolo e não tem configuração bem definida. Suas células apresentam as mesmas variações de formato e tamanho observadas no pecíolo. Além disso, muitas são

igualmente ricas em grãos de amido.

As outras substâncias ergásticas encontradas no pecíolo estão presentes também na raque, nos mesmos tipos de tecidos.

4.3.2. Variedade *subvelutinum*

4.3.2.1. Características gerais

Folhas alternas, compostas, paripinadas, providas de estípulas decíduas no ápice e portando 4,00-(5,75)-7,00 pares de folíolos. Raque pilosa, cônica medindo 19,00-(25,67)-33,50 cm de comprimento por 3,00-4,00 mm de diâmetro na parte mediana. Pecíolo morfológicamente idêntico à raque, provido de pulvino e medindo 4,00-5,00 cm de comprimento por 0,30-0,50 cm de diâmetro no terço médio.

Folíolos opostos, medindo 9,00-(11,95)-16,50 cm de comprimento por 3,20-(4,38)-6,00 cm de largura e com 18,00-(39,57)-71,80 cm² de área. Limbo piloso; inteiramente assimétrico; de formato elíptico, base obtusa, ápice agudo a ligeiramente acuminado; margem inteira, levemente fletida para baixo; textura cartácea a coriácea; de coloração verde na face adaxial e seríceo-amarelada na abaxial. Peciólulo normal, piloso, com 0,65-0,70 cm de comprimento por 0,28-0,30 cm de diâmetro (Figura 18B). Peso seco: 0,30-(0,64)-1,25. Índice de esclerofilia: 0,70-(0,81)-0,98.

4.3.2.2. Nervação dos folíolos

Nervação dos folíolos do tipo pinada, camptódrama eucampdóroma. Nervuras nítidas em ambas as

faces do limbo, mas salientes só na face abaxial. Nervura primária única, curva, espessa, afinando para o ápice. Nervuras secundárias alternas ou opostas, dirigidas para cima, conectadas com suas iguais superiores através de ramificações; ângulo de divergência agudo moderado, com tendência a reto na base do lado mais largo do limbo. Nervuras intersecundárias esporádicas, compostas, partindo da nervura primária (Figura 18B).

Nervuras terciárias com ângulo de origem dos tipos reto-reto (RR) e reto agudo (RA); reticulado ao acaso. Venação última marginal fimbriada, em alguns pontos incompleta. Nervuras de ordem mais alta relativamente espessas, orientadas ao acaso, formando aréolas bem definidas, de formato irregular. Vênulas com 1, 2 às vezes 3 ramificações; algumas vezes simples (Figura 19B e 20B).

4.3.2.3. Estrutura anatômica dos folíolos

4.3.2.3.1. Epiderme

A epiderme da lâmina do folíolo dessa variedade é uniestratificada, possui raros tricomas na face adaxial e densa pilosidade na abaxial, onde localizam-se também os estômatos. A face adaxial, em vista frontal da região entre o bordo e a nervura principal do folíolo (Figura 21B), mostra-se formada por células poligonais, em sua maioria com 5 lados, de paredes anticlinais espessas e curso reto a levemente curvilíneo. Essas células medem 12,50-(19,64)-29,69 μm de comprimento por 7,98-(13,29)-21,87 μm de largura e são em número de 3775-(4787)-5630 por mm^2 . Na região das nervuras maiores, as mesmas apresentam-se alongadas e dispostas em fileiras.

Em seção transversal (Figura 23B e 25B), a

face adaxial apresenta células de formato retangular a deltóide, arrumadas em paliçada, com parede periclinal espessa e medindo 23,43-(32,45)-40,62 μm de altura. Na curvatura do bordo (Figura 24B), tais células tendem a se mostrar arredondadas e menores.

A face abaxial, em vista frontal da região entre o bordo e a nervura principal do folíolo (Figura 22B), mostra células com características morfológicas idênticas às da face adaxial, porém menores, medindo 13,90-(18,70)-23,44 μm de comprimento por 8,90-(12,20)-17,19 μm de largura, e em menor frequência, em número de 4350-(4728)-5100 por mm^2 .

Em seção transversal (Figura 23B), a face abaxial mostra células baixas, de formato quadrangular, retangular ou ainda arredondado, com parede periclinal medindo 12,50-(16,54)-20,75 μm de altura.

As paredes periclinais das células epidérmicas mostram-se inteiramente cutinizadas. As anticlinais são cutinizadas apenas da parte mediana para cima.

As células da epiderme são recobertas externamente por uma cutícula contínua e fortemente cutinizada. Sua espessura média na face adaxial é de 6,54 μm e na abaxial 3,40 μm . Em ambas as faces a cutícula recobre também as paredes periclinais do topo das células, formando ali depósitos aproximadamente cuneiformes.

Os tricomas (Figura 23B e 25B) são simples, unicelulares, cutinizados, de paredes espessas e medem de 125 a 318 μm de comprimento. São notavelmente abundantes na face abaxial e raros na adaxial, onde se

restringem somente às nervuras.

Cristais de oxalato de cálcio são relativamente frequentes em ambas as epidermes.

4.3.2.3.2. Estômatos

Os estômatos estão presentes somente na face abaxial e só raramente apresentam-se geminados.

O número de estômatos por mm^2 na epiderme abaxial é de 335-(418)-508. O diâmetro longitudinal dos estômatos é de 15,62-(21,81)-31,25 e o transversal de 3,12-(6,59)-10,94.

A vista frontal da epiderme abaxial (Figura 22B) mostra um padrão de organização dos estômatos idênticos ao encontrado na variedade da mata.

Em seção transversal (Figura 25B), as células subsidiárias dos estômatos normais aparecem no mesmo nível das células epidérmicas e, ao projetarem-se acima e abaixo das células-guarda, formam um átrio externo e outro interno. O átrio interno é mais desenvolvido, devido à expansão da extremidade das células subsidiárias para o interior da câmara subestomática. Esta é semelhante à da variedade da mata.

4.3.2.3.3. Mesofilo

O mesofilo, visto em seção transversal (Figura 23B), mostra-se constituído por um parênquima paliçádico tipicamente bisseriado na face adaxial e por um parênquima lacunoso com 2-3 camadas de células na face abaxial.

No parênquima paliçádico as células da série externa são altas e compactamente dispostas. As da série interna são mais baixas e espaçadas. Em ambas, as células são ricas em cloroplastos. A espessura total desse parênquima é de 115, 62-(138,28)-175,00 μm .

No parênquima lacunoso as células são irregulares quanto à forma e disposição, além de menos ricas em cloroplastos. Entre elas há frequentes espaços, muitos dos quais sob forma de câmaras subestomáticas. A espessura do parênquima lacunoso é de 118,75-(138,72)-159,37 μm .

Imersos no parênquima lacunoso ocorrem feixes vasculares lignificados envolvidos por uma camada elipsoidal de células esclerenquimáticas. Circundando essa camada há uma bainha parenquimática rica em cristais romboédricos de oxalato de cálcio. Essa bainha apresenta extensões que atravessam os parênquimas paliçádico e lacunoso e promovem a comunicação dos tecidos condutores com as epidermes. Os feixes menores normalmente não apresentam essas extensões.

A região do bordo do limbo (Figura 24B) apresenta dois feixes vasculares: um terminal, pequeno, sem bainha de esclerênquima, e outro subterminal, semelhante aos descritos no parágrafo acima. Nessa região as células do parênquima paliçádico diminuem muito de tamanho e se tornam arredondadas. Próximo à margem do bordo predomina um parênquima de células de paredes espessas, desprovidas de cloroplastos.

Os testes histoquímicos com cloreto férrico acidificado detectaram forte presença de tanino em todo o mesofilo. O teste com floroglucina ácida evidenciou uma

nítida lignificação na zona de contato do parênquima paliçádico com a epiderme superior, porém não foram observadas células que caracterizassem existência de hipoderme naquela região.

4.3.2.3.4. Nervura principal

A nervura principal do folíolo é aproximadamente circular, com a face abaxial bem mais desenvolvida do que a adaxial. Sua superfície, sob maior aumento, mostra-se suavemente ondulada; sua espessura média na porção mediana é de 1,15 mm.

A epiderme, vista em seção transversal de tal porção (Figura 26A), mostra células de formato retangular a deltóide, ou ainda arredondado, sendo as da face abaxial geralmente menores que as da face adaxial. A cutícula apresenta-se ondulada, espessa e rica em cutina. Os tricomas são semelhantes aos da lâmina do folíolo e mais numerosos na face abaxial.

Abaixo da epiderme há uma porção de colênquima seguida de outra de parênquima. O colênquima é do tipo angular, pouco desenvolvido, estando representado por um semi-arco de 1-2 camadas de células na face adaxial e outro de 2-3 camadas na face abaxial. Essas células são de aparência arredondada, não apresentam cloroplastos e são melhores vistas em corte de material fresco montados em água. O parênquima, ao contrário, é bem desenvolvido e se estende por toda a circunferência da nervura, formando algo como um anel. A espessura desse anel é maior na face abaxial do que na adaxial, atingindo o mínimo na região de contato com o mesófilo. As células desse parênquima são em sua maioria arredondadas, grandes e sem cloroplastos.

O sistema vascular acha-se completamente circundado por uma bem desenvolvida bainha de esclerênquima, cujas células são de paredes bastante espessas e lignificadas. Tal bainha é de espessura variável e mostra-se mais desenvolvida na face abaxial. Na face adaxial, principalmente, ocorrem penetrações da mesma no sistema vascular, onde chega a separar feixes vasculares.

Os feixes vasculares, em número de três, são desiguais em tamanho e forma. O mais desenvolvido, do tipo colateral, situa-se na porção abaxial e se acha representado por um simi-arco de floema encimado por outro de xilema, ambos com as extremidades voltadas para cima. O xilema caracteriza-se por apresentar vasos de diâmetro variado, dispostos em fileiras unisseriadas radiais separadas por células de parênquima provenientes do floema.

Os outros feixes, bem menores e semelhantes entre si, são do tipo anficrival, estão situados lateralmente na porção adaxial e se acham separados por um pequeno anel de células de esclerênquima.

O feixe abaxial é separado dos adaxiais por uma faixa horizontal de células de parênquima idênticas às que circundam a bainha esclerenquimática.

Em toda a nervura principal há abundância de tanino. Idioblastos com drusas de oxalato de cálcio ocorrem no anel de parênquima e no floema.

4.3.2.3.5. Peciólulo

Como na variedade anterior, apresenta, em

seção transversal de suas porções proximal, mediana e distal (Figura 28A, 28B e 28C), epiderme com células, cutícula e tricomas bastante semelhantes aos da nervura principal.

Sob a epiderme ocorrem 2-3 camadas de células de colênquima do tipo angular, formando um semi-arco no lado adaxial e outro no abaxial, de dimensões idênticas.

O tecido parenquimático acha-se representado por um largo anel de células grandes e anisodiamétricas. Algumas de tais células possuem como conteúdo cristais de oxalato de cálcio de formato romboédrico. Muitas destas células com cristais mostram-se lignificadas e não raro com as paredes destruídas.

O sistema vascular, de conformação geral elipsoidal, é envolvido por uma camada descontínua e de espessura variável de células esclerenquimáticas. Na porção proximal (Figura 27A) essa camada é relativamente espessa e se limita à periferia da região dos tecidos condutores. Os feixes vasculares são em número de seis, sendo um grande, colateral, em forma de semi-arco e situado abaxialmente, e cinco pequenos, situados adaxialmente. Destes, três são do tipo colateral. Na porção mediana (Figura 27B) a camada de células esclerenquimáticas segue o padrão da porção anterior. O feixe vascular abaxial apresenta-se subdividido, fato que acontece também com os adaxiais do tipo anficrival. Estes mantêm, porém, sua feição de feixes concêntricos. Os feixes mais centrais apresentam-se parcialmente circundados por células esclerenquimáticas. Na porção distal (Figura 27C) a camada de células esclerenquimáticas mostra um nítido estreitamento no lado abaxial e várias

extensões para a região dos tecidos condutores. Os feixes vasculares mostram-se nitidamente afastados para a periferia e há um ressurgimento de feixes anficrivais.

Em todas as posições estudadas do pecíolo há tecidos parenquimático separando os feixes vasculares, mormente na região central. Nesse tecido inclusões de células esclerenquimáticas são comuns. Em todos os tecidos há abundância de tanino.

4.3.2.4. Estrutura anatômica da raque

4.3.2.4.1. Pecíolo

O pecíolo é de seção transversal (Figura 29B, 30B e 31B) circular.

A epiderme é unisseriada, constituída por células de formato deltóide, ou então arredondado, e de paredes periclinais cutinizadas.

O parênquima cortical é formado por uma faixa circular de células poligonais grandes, de conformação predominantemente arredondada, dispostas logo abaixo da epiderme. Essa faixa é de largura relativamente grande e pouco variável nas três faixas estudadas. Nela há branquiesclereídeos de pontuações simples entre as células.

Em seguida a esse parênquima há uma bainha de células esclerenquimáticas de espessura variável que contorna a zona central do pecíolo e se mostra interrompida por células parenquimáticas em vários trechos. A espessura dessa bainha tende a diminuir da porção distal para a proximal do pecíolo.

O sistema vascular é constituído por um feixe principal do tipo anficrival, circundado pela bainha esclerenquimática; e alguns feixes acessórios, situados adaxialmente na faixa de parênquima cortical e também guarnecidos por esse tipo de bainha.

Na porção mediana do pecíolo (Figura 30B) o feixe principal tem um arranjo quase em círculo, com um nítido achatamento no lado adaxial; o xilema é contínuo e o floema interrompido por células parenquimáticas na região do achatamento. Os feixes acessórios são arredondados, do tipo anficrival, em número de dois e estão situados imediatamente acima da região achatada do feixe principal. Na porção distal (Figura 31B) o feixe principal apresenta-se depressionado adaxialmente e levemente comprimido dos lados; o xilema e o floema são contínuos. Os feixes acessórios, ainda em número de dois, são alongados, estão acima da região achatada do feixe principal e acham-se divididos por fileiras de células do parênquima cortical, mantendo porém a feição de feixe anficrival. Na porção proximal (Figura 29B) o feixe principal mostra-se bastante achatado, com a depressão adaxial menos pronunciada e com as reentrâncias laterais mais desenvolvidas; o xilema e o floema permanecem contínuos. Os acessórios, agora bem pequenos, estão situados na mesma posição e são em número de cinco, dos quais dois são tipo anficrival e os demais simples feixes floemáticos.

Em todas essas porções o xilema e o floema do feixe principal apresentam raios que começam bastante largos nos limites com o parênquima medular, comprimem-se ao transpassar o sistema vascular e alargam-se novamente ao alcançar o parênquima cortical.

As células desses raios são quadrangulares, lignificadas no trecho referente ao xilema e formam-se em fileiras que, no pulvino, podem ter até três elementos celulares de largura.

O parênquima medular é relativamente desenvolvido, alongado horizontalmente e de configuração convexa. Suas células são heterogêneas quanto ao formato e tamanho. Próximo ao xilema predominam células pouco angulosas e relativamente pequenas. Na região central as células são alongadas e grandes. Somente as do pulvino apresentam grãos de amido como conteúdo, mesmo assim raramente e só na confluência com o xilema.

Outras substâncias ergásticas observadas no pecíolo foram tanino, encontrado disperso em todos os tecidos do órgão e sob a forma de conteúdo de cor marrom no parênquima cortical e cristais de oxalato de cálcio, que ocorrem isoladamente ou em pequenos grupos, sobretudo no parênquima cortical do pulvino.

4.3.2.4.2. Região mediana

A região mediana da raque é de seção transversal (Figura 32B) ovalada, com leve compressão lateral nas proximidades da porção superior. A epiderme, a cutícula e os tricomas são idênticos aos do pecíolo.

O parênquima cortical é formado por uma faixa circular relativamente estreita de células arredondadas, ou então alongadas mas pouco angulosas, dispostas imediatamente abaixo da epiderme. Essa faixa é de largura variável, sendo bastante ampla no lado adaxial.

Sob o parênquima supra citado há uma bainha

de células esclerenquimáticas, que circunda a zona central da raque e se mostra morfológicamente idêntica à descrita para as porções mediana e distal do pecíolo.

O sistema vascular é constituído por um feixe principal do tipo anficrival, guarnecido pela bainha esclerenquimática, e três feixes acessórios, situados adaxialmente na faixa de parênquima cortical. Estes últimos também são do tipo anficrival e igualmente guarnecidos por bainha esclerenquimática.

Os raios que transpassam o sistema vascular não são tão largos quanto no pecíolo, pois as células que os formam são mais estreitas e, no xilema, nunca passam de duas por fileira.

O parênquima medular não é muito desenvolvido, nem tem configuração bem definida. As células são em sua maioria de conformação arredondada, sendo as mais próximas do xilema menores que as demais. Não apresentam grãos de amido.

As substâncias ergásticas observadas foram tanino, encontrado disperso na epiderme e nos tecidos centrais; e cristais de oxalato de cálcio, vistos algumas vezes no parênquima cortical.

4.3.3. Análise estatística

Os resultados do cálculo da média ($\bar{x}$), desvio padrão (d.p.), coeficiente de variação (c.v.) e do teste de comparação de médias das variáveis estudadas quantitativamente nas folhas estão expostos na Tabela 03. O resumo do cálculo dos valores de t para a comparação das médias está no Apêndice 04.

TABELA 03. Folhas. Resultado do cálculo da média ($\bar{x}$), desvio padrão (d.p.), coeficiente de variação (c. v.) e do teste de comparação de médias das variáveis estudadas.

VARIÁVEL	RUBIGINOSUM			SUBVELUTINUM			COMPARAÇÃO ATRAVÉS DO VALOR DE t
	$\bar{x}$	d.p.	c.v.	$\bar{x}$	d.p.	c.v.	
Folhas							
Comprimento (cm)	37,39	5,23	13,99	25,67	3,68	14,34	(+) R > S
Nº pares folíolos	6,72	0,87	12,95	5,76	0,87	15,10	(-) R = S
Folíolos							
Comprimento (cm)	14,63	1,48	11,12	11,95	1,30	10,88	(+) R > S
Largura (cm)	6,26	0,81	12,94	4,38	0,51	11,64	(+) R > S
Área (cm²)	60,62	17,51	28,88	39,57	10,61	26,81	(+) R > S
Peso seco (g)	0,71	0,21	29,58	0,64	0,19	29,69	(-) R = S
Índice de esclerofilia	0,59	0,05	8,47	0,81	0,06	7,41	(+) R < S
Células epidérmicas							
Frequência (nº/mm²)							
Face adaxial	2410,99	258,76	10,73	4786,80	442,99	9,25	(+) R < S
Face abaxial	1919,97	297,55	15,50	4728,87	153,64	3,25	(+) R < S
Comprimento (µm)							
Face adaxial	31,08	5,41	17,41	19,64	3,31	16,85	(+) R > S
Face abaxial	25,42	4,87	19,16	18,70	2,13	11,39	(+) R > S
Largura (µm)							
Face adaxial	20,10	3,96	19,70	13,29	2,94	22,12	(+) R > S
Face abaxial	15,79	3,18	20,14	12,20	1,75	14,34	(+) R > S
Altura (µm)							
Face adaxial	20,81	2,90	13,94	32,45	4,13	12,73	(+) R < S
Face abaxial	12,07	1,55	12,84	16,54	2,13	12,88	(+) R < S

TABELA 03. Folhas. Resultado do cálculo da média ($\bar{x}$), desvio padrão (d.p.), coeficiente de variação (c. v.) e do teste de comparação de médias das variáveis estudadas. (Cont.)

VARIÁVEL	RUBIGINOSUM			SUBVELUTINUM			COMPARAÇÃO ATRAVÉS DO VALOR DE t
	$\bar{x}$	d.p.	c.v.	$\bar{x}$	d.p.	c.v.	
Cutícula (μm)	4,47	-	-	6,54	-	-	-
Estômatos							
Frequência ($\text{n}^\circ/\text{mm}^2$)	243,89	36,38	8,70	418,03	19,21	7,88	(+) R < S
Diâm. longit. (μm)	29,51	3,02	10,23	21,81	2,63	12,06	(+) R > S
Diâm. transv. (μm)	15,36	2,48	16,14	6,59	1,23	18,66	(+) R > S
Mesofilo							
Espessura (μm)							
Parênq. paliçádico	87,98	9,42	10,71	138,28	11,50	8,32	(+) R < S
Parênq. lacunoso	107,52	13,04	12,13	138,72	9,76	7,04	(+) R < S
Total	195,49	21,43	10,96	276,00	23,10	8,36	(+) R < S

(-) R = S - As variedades rubiginosum (R) e subvelutinum (S) não diferem estatisticamente entre si.

(+) R > S - As variedades rubiginosum (R) e subvelutinum (S) diferem estatisticamente entre si, sendo os valores de R maiores que os de S.

(+) R < S - As variedades rubiginosum (R) e subvelutinum (S) diferem estatisticamente entre si, sendo os valores de R menores que os de S.

FIGURA 18 - Morfologia e nervação dos folíolos das variedades *rubiginosum* (A) e *subvelutinum* (B).

FIGURA 19 - Aspecto da nervação dos folíolos das variedades *rubiginosum* (A) e *subvelutinum* (B) na região mediana da nervura principal.

FIGURA 20 - Aspecto das nervuras de ordem mais alta da dos folíolos das variedades *rubiginosum* (A) e *subvelutinum* (B).

FIGURA 22 - Vista frontal das células epidérmicas da face abaxial e estômatos dos folíolos das variedades *rubiginosum* (A) e *subvelutinum* (B).

FIGURA 23 - Seção transversal da região entre o bordo e a nervura principal dos folíolos das variedades *rubiginosum* (A) e *subvelutinum* (B).

FIGURA 24 - Seção transversal da região do bordo dos folíolos das variedades *rubiginosum* (A) e *subvelutinum* (B).

FIGURA 25 - Seção transversal dos estômatos dos folíolos das variedades *rubiginosum* (A) e *subvelutinum* (B).

FIGURA 26 - Seção transversal da região mediana da nervura principal dos folíolos das variedades *rubiginosum* (A) e *subvelutinum* (B).

FIGURA 27 - Seção transversal das porções proximal (A), mediana (B) e distal (C) do pecíolulo da var. *rubiginosum*.

FIGURA 28 - Seção transversal das porções proximal (A) mediana (B) e distal (C) do peciólulo da var. *subvelutinum*.

FIGURA 29 - Seção transversal da porção proximal (meio do pulvino) do pecíolo da raque das variedades *rubiginosum* (A) e *subvelutinum* (B).

FIGURA 30 - Seção transversal da porção mediana do pecíolo da raque das variedades *rubiginosum* (A) e *subvelutinum* (B).

FIGURA 31 - Seção transversal da porção distal do pecíolo da raque das variedades *rubiginosum* (A) e *subvelutinum* (B).

FIGURA 32 - Seção transversal da porção mediana da raque das variedades *rubiginosum* (A) e *subvelutinum* (B).

5. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos permitem discutir a respeito das características morfo-anatômicas dos órgãos/tecidos e das diferenças existentes entre as variedades da mata e do cerrado.

5.1. Madeira

As características gerais e macroscópicas da madeira das duas variedades são muito semelhantes. Existem diferenças marcantes apenas quanto à densidade básica da madeira, que é de $0,52 \text{ g/cm}^3$ e $0,68 \text{ g/cm}^3$ nas variedades *rubiginosum* e *subvelutinum*, respectivamente, com uma diferença de 23% entre esses valores. Valores mais elevados de densidade básica foram obtidos por PAULA (1980, 1982 e 1985) para as variedades *rubiginosum* - $0,79$ a $0,83 \text{ g/cm}^3$ - é *subvelutinum* - $0,74$ a $0,80 \text{ g/cm}^3$. Por outro lado, SUDAM (1981) e TOMAZELLI et al. (1983) apresentaram, para a variedade *paniculatum*, valores de densidade básica da madeira de $0,75$ e $0,60 \text{ g/cm}^3$, respectivamente. Essas diferenças observadas são comumente relatadas na literatura, face às variações na estrutura da madeira devido à procedência das amostras, idade das árvores, local de retirada da amostra no tronco e mesmo à metodologia empregada na determinação da densidade básica.

A descrição microscópica da madeira releva que as duas variedades são estruturalmente similares. Em ambos os poros são predominantemente solitários, de

diâmetro mediano; os elementos vasculares em sua maioria muito curtos; os raios homogêneos, predominantemente unisseriados e as fibras libriiformes, sendo na maioria das vezes muito curtas e de paredes espessas. Esses aspectos estruturais básicos do lenho coincidem com os apresentados por PAULA (1980) para a variedade *rubiginosum* e pela SUDAM (1981) para a variedade *paniculatum*. Coincidem, também, em seus aspectos principais, com as descrições da anatomia da madeira apresentadas por METCALFE & CHALK (1957) e BARETA-KUIPERES (1981) para a subfamília Caesalpinioideae, por PEREIRA et al. (1970) para *S. densiflorum*, por MAINIERI (1978) para o paçuaré (*Sclerolobium* sp) e por DECHAMPS (1980) para os *Sclerolobium* amazônicos analisados.

A principal diferença anatômica diz respeito ao parênquima axial, que na variedade do cerrado tende a aliforme de extensão losangular, mostrando-se também mais abundante. Algumas das espécies de *Sclerolobium* estudadas por DECHAMPS (1980) apresentaram significativas variações no parênquima axial, porém não se esperava que esse tipo de variação fosse ocorrer também entre variedades. Por outro lado, CHIMELO & MATTOS FILHO (1988) verificaram que as plantas de habitats mais secos tendem a ter maior abundância de parênquima axial, em comparação com as de habitats mésicos. Outra diferença verificada foi quanto ao tipo de raio, sendo que as espécies analisadas por LOUREIRO et al. (1983) possuíam raios heterogêneos, ao contrário das variedades estudadas no presente trabalho e por PEREIRA et al. (1970), MAINIERI (1978) e DECHAMPS (1980), que apresentaram raios homogêneos.

No que se refere aos valores encontrados para as dimensões e frequência dos elementos anatômicos, verificou-se que em sua maioria estão bastante próximos

aos obtidos por PAULA (1980, 1982 e 1985) em seus trabalhos sobre as variedades em estudo. Somente os parâmetros frequência de poros, largura dos raios, diâmetro das fibras e, conseqüentemente, fração parede revelaram valores discordantes, tendo os mesmos se mostrado mais altos nos materiais usados na presente pesquisa. No entanto, todos os valores encontrados situam-se nas faixas de dimensões e frequência máximas e mínimas citadas por PEREIRA et al. (1970), MAINIERI (1978), DECHAMPS (1980) e LOUREIRO et al. (1983) em seus estudos sobre outras espécies de *Sclerolobium*.

Os resultados comparativos das dimensões e frequência dos elementos anatômicos da madeira (Tabela 02) revelam diferenças estatisticamente significativas, indicando contrastes expressivos entre as duas variedades.

Na variedade da mata - *rubiginosum* - os vasos são significativamente mais longos, largos e frequentes; as pontuações inter e radiovasculares mais amplas; os raios mais finos; as fibras mais estreitas e de paredes mais delgadas. Na variedade do cerrado - *subvelutinum* - ocorre o inverso.

Essas diferenças quantitativas podem ser discutidas como respostas das plantas às pressões seletivas do ambiente. Algumas delas referem-se às dimensões e frequência dos elementos de vasos.

A variedade *subvelutinum*, conforme mencionado, possui elementos de vasos mais curtos, com menor diâmetro e menor frequência que os da variedade *rubiginosum*.

Esses dados estão de acordo com CARLQUIST

(1980) no que se refere somente ao comprimento e diâmetro dos elementos de vasos, uma vez que segundo esse autor as plantas de habitats mais xéricos ou mais frios tendem a apresentar vasos mais curtos, mais estreitos e em maior frequência. Essas tendências foram também observadas por STARR (1912) em plantas de dunas, por WEBBER (1936) em plantas de deserto e de formações esclerófilas, por GRAAF & BAAS (1974) ao estudarem a influência do aumento da latitude e da altitude - e conseqüentemente do frio - sobre as dimensões dos elementos de vasos do xilema, por BARAJAS-MORALES (1985), comparando madeiras de espécies que ocorrem ao mesmo tempo em floresta sempre verde e floresta decídua e por CHIMELO & MATTOS FILHO (1988), comparando o mesmo com espécies comuns ao cerrado, à caatinga e à mata. Quando se considera os dados referentes ao diâmetro dos vasos do par vicariante *Plathymenia reticulata*/*P. foliolosa* obtidos por MATTOS FILHO (1959), verifica-se mais uma vez a concordância com os dados do presente trabalho, pois no representante do cerrado do parsupra citado os elementos de vasos foram significativamente mais estreitos que no da mata.

No estudo comparativo feito por BAAS et alii (1983) os elementos de vasos das plantas de habitats xéricos foram apenas mais curtos do que os das plantas de habitats méxicos. No estudo de OUIER & VENEENDAL (1976) os elementos de vasos das árvores de savana mostraram-se mais curtos do que os das árvores da mesma espécie das matas adjacentes, sendo porém mais largos e em maior número por unidade de área. Resultado igualmente discordante quanto à largura dos raios obteve MINA-RODRIGUES (1986), que verificou serem os vasos dos indivíduos de *Pera glabrata* do cerrado mais largos do que os dos indivíduos da mata.

Apesar da frequência de vasos ter sido mais

alta na variedade da mata e de constar da literatura casos de vasos mais largos em plantas de savana ou cerrado, em comparação com plantas de mata (OUIER & VENEENDAL, 1976; MINA-RODRIGUES, 1986), pode-se considerar que a variedade do cerrado, com vasos significativamente mais curtos e estreitos, desenvolveu, ao longo do tempo, um sistema vascular adaptado à condução de água nas condições de pouca umidade e alta luminosidade a que as plantas do cerrado ficam submetidas em certos períodos.

De acordo com ZIMMERMANN (1982) os vasos grandes são mais eficientes no transporte de água, mas os vasos pequenos suportam melhor as pressões negativas a que a água fica submetida na planta, evitando que ocorra embolismo no sistema condutor de seiva nos períodos de baixa disponibilidade de água.

Como se sabe, o cerrado é uma formação aberta e ensolarada, que normalmente se situa em solos mais pobres, ácidos e drenados que os de mata (CAMARGO, 1963; GOODLAND & POLLARD, 1973). Autores como RAWITSCHER (1943) e FERRI (1944) constataram que as plantas do cerrado não mostram sinais de carência de água, mesmo durante os períodos mais secos do ano. Por outro lado ALVIM & SILVA (1980) afirmam que não se pode, com base nos estudos até agora realizados, concluir que tais plantas sejam, de fato fisiologicamente (insensíveis" à acentuada desidratação das camadas superiores do solo na estação seca. A presença de vasos pequenos no xilema da variedade do cerrado permite levantar a hipótese de que a falta de sinais de deficiência de água nas plantas desse habitat no período da seca esteja relacionada com a economia de água proporcionada por vasos com essas características.

Além das diferenças quantitativas observadas

para os elementos de vaos, devem ser também analisadas as verificadas para as dimensões das fibras.

As dimensões das fibras das duas variedades de *S. paniculatum* não foram estatisticamente diferentes em relação ao comprimento e ao diâmetro do lume, ao contrário do diâmetro total e da espessura da parede, que foram significativamente maiores na variedade do cerrado.

A existência de fibras mais largas e de paredes mais espessas na variedade do cerrado pode ser considerada concordante com as assertivas de LARSON (1978) e DENNE & DODD (1981), segundo as quais em condições de alta luminosidade, adequado suprimento de água e temperatura favorável ocorre formação de fibras largas e de paredes espessas, sendo espessamento parietal proporcional ao período de diferenciação e formação da célula. RICHARDSON (1978) complementa afirmando que fibras com paredes espessas podem surgir também quando stress hídrico ocorre e os demais fatores permanecem favoráveis.

Com relação ao comprimento das fibras e ao diâmetro do lume das mesmas, os valores obtidos na presente pesquisa discordam dos apresentados por STARR (1912), STERN-COHEN & FAHN (1964) e GRAAF & BAAS (1974), que encontraram nas árvores de ambientes mais xéricos fibras mais curtas e com lume mais estreito. Com relação somente ao comprimento das fibras esses valores discordam também dos obtidos por BARATAS-MORALES (1985), que encontrou fibras mais curtas nas plantas do ambiente mais xérico, comparativamente com as do ambiente mais méxico. Segundo CHALK (1983a) as fibras das plantas de ambientes xéricos tendem a ser, realmente, mais curtas do que as das plantas de ambientes méxicos estando o diâmetro do lume na dependência da largura assumida pela fibra, bem como do

espessamento atingido por suas paredes.

Os maiores valores de densidade básica da madeira da variedade *subvelutinum* estão relacionados com a estrutura anatômica, pois, conforme foi visto, os elementos de vasos nesse material são mais estreitos e em menor frequência, e as fibras apresentam maior diâmetro e paredes mais espessas (para um mesmo valor de diâmetro do lume), em relação à variedade *rubiginosum*. Esses resultados coincidem com os de BARAJAS-MORALES (1985), que encontrou pesos específicos mais altos na madeira das plantas do ambiente mais xérico, devido principalmente à menor largura dos vasos e à maior espessura das fibras.

Quanto aos raios, a altura e a frequência desse tipo de elemento não diferiram estatisticamente de uma variedade para outra, enquanto a largura foi significativamente maior na variedade do cerrado. Os resultados apresentados por OUIER & VENEENDAL (1976) dão conta de raios mais largos em árvores de savana, comparativamente com os de árvores de mata; porém, os raios das árvores de savana eram também mais altos e mais numerosos. Essas mesmas variações foram observadas por CHIMELLO & MATTOS FILHO (1988) em suas comparações de plantas de cerrado, caatinga e mata. Por outro lado MINA-RODRIGUES (1986) observou que em árvores de *Pera glabrata* de cerrado os raios, apesar de mais altos, eram menos frequentes. De acordo com ESAU (1974) os raios têm como principal função o armazenamento de substâncias ergásticas, além de água.

Com relação ao diâmetro das pontuações inter e radiovasculares verifica-se que as suas dimensões são maiores na variedade da mata, acompanhando assim as dimensões apresentadas pelos elementos de vasos. MINA-RODRIGUES (1986) verificou o oposto em seus estudos

sobre os ecótipos de *Pera glabrata* de cerrado e mata.

5.2. Casca

A casca das duas variedades de *Sclerolobium paniculatum* acha-se nitidamente dividida em casca interna, mediana e externa. Essa é a organização típica da casca das plantas lenhosas (ESAU, 1974).

A distinção entre as diferentes camadas pode ser feita já a nível macroscópico, pela observação da textura, cor e conteúdo químico dos tecidos.

A cor alvacentas característica da superfície externa da casca dessas variedades (Figura 4B e 5B) é própria de árvores de formações abertas (ROTH, 1981). Cabe observar, no entanto, que o habitat da variedade *rubiginosum* é consideravelmente fechado e que nessas condições existem muito poucas espécies com casca dessa cor.

A espessura total da casca da variedade *rubiginosum* é próxima à da maioria das espécies de mata tropical relacionadas por RICHARDS (1952). Entretanto, a espessura da casca da variedade *subvelutinum* é bem inferior à da maior parte das espécies do cerrado, não parecendo sofrer, em alto grau, as influências do oligotrofismo do solo referidas por ARENS (1958, 1963).

As cascas interna e mediana têm espessura superior à das espécies de *Delbergia*, *Mimosa* e *Acacia* estudadas por TEIXEIRA et alii (1978) e MARCHIORI (1980), sendo que segundo ROTH (1981) os *Sclerolobium* na Venezuela estão entre as espécies que têm casca interna muito espessa. ROTH (1981) afirma haver correlação positiva

entre espessura da casca interna e qualidade do habitat, porém os dados obtidos no presente estudo não confirmam essa observação.

O ritidoma liso observado nas duas variedades é típico de muitas leguminosas arborescentes (INOUE & REISSMANN, 1971). O fato do ritidoma ser fendilhado nos indivíduos de maior diâmetro indica que as células felogênicas são capazes de se dividirem anticlinamente até a árvore atingir um certo diâmetro, aumentando o perímetro do felogênio e da periderme resultante.

O maior fendilhamento da casca da variedade *rubiginosum* (Figuras 4B e 5B) pode ser devido ao grande diâmetro atingido pelas árvores mais idosas e por um ritmo mais acelerado do engrossamento do tronco, que podem estar ligados a fatores genéticos e/ou ambientais.

A descrição microscópica da casca mostra que as variedades da mata e do cerrado não apresentam diferenças estruturais marcantes (Figuras 14A, 14B, 16A e 16B). Sob esse aspecto, a estrutura anatômica da casca é muito similar a observada por ROTH (1981) em espécies de *Sclerolobium*. Essa autora salienta que a casca das *Caesalpinioideae* varia muito pouco entre as espécies.

Essa similaridade da casca das duas variedades coincide com as observações microscópicas da casca de leguminosas feitas por TEIXEIRA et alii (1978), MARCHIORI (1980) e TROCKENBRODT & PARAMESWARAN (1986).

A nível microscópico as fibras floemáticas foram grupos característicos, distinguindo o floema ativo e em parte também o inativo (Figuras 14A e 14B). Seu arranjo no floema ativo segue o padrão apresentado pelos

Sclerolobium estudados por ROTH (1981) e lembra, no aspecto geral, os de algumas *Mimosa* estudadas por MARCHIORI (1980).

As características do parênquima axial parecem idênticas às descritas por ROTH (1981) para as espécies venezuelanas. As células pétreas ou braquiesclerídeos observados na casca são normalmente constatados em casca de árvores, sendo resultado da transformação das células parenquimatosas. Células parenquimatosas contendo grãos de amido são comuns em casca (ESAU, 1974), não tendo todavia sido mencionadas nos trabalhos com leguminosas feitos por TEIXEIRA et alii (1978) e MARCHIORI (1980).

Os elementos crivados são muito incospícuos e de difícil observação pelas técnicas e meios utilizados, necessitando de métodos de preparação e observação mais eficientes.

Os raios da casca interna são de espessura idêntica à das espécies de *Dalbergia* e *Inga* estudadas, respectivamente, por TEIXEIRA et al. (1978) e TROCKENBRODT & PARAMESWARAN (1986), sendo no entanto de maior altura. Raios estreitos e altos, com dilatação pronunciada na casca mediana são comuns em leguminosas e predominantes nas Caesalpinioideae (ROTH, 1981).

A dilatação dos raios na região mediana da casca das variedades é, segundo ESAU (1974) e MOREY (1980) resultado da expansão e divisão das células de parênquima radial, na medida em que processa o engrossamento do tronco. Segundo MOREY (1980), a dilatação dos raios da casca constitui-se em um dos principais mecanismos que possibilitam a casca aumentar o seu perímetro sem provocar rupturas no ritidoma.

O arranjo das camadas de periderme e a proporção de súber na casca das variedades (Figuras 15A e 15B) lembram os de muitas espécies de *Dalbergia*, *Mimosa*, *Acacia* e *Inga* mencionadas. As características dos braquiesclereídeos são idênticas às dessas espécies, sendo a quantidade desses elementos maior nos materiais utilizados na presente pesquisa.

O alto teor de tanino verificado nos tecidos vivos através dos testes histoquímicos explica o uso da casca dessas variedades no Brasil Central. Para curtição de couros, principalmente no passado. Esse fato coincide com a observação de PAVIANI (1978), que afirma ser alta a frequência de plantas ricas em tanino nos cerrados. Segundo ESAU (1974), uma das funções dessa substância ergástica na planta seria a proteção dos protoplastos contra a dessecação.

5.3. Folhas

A filotaxia das folhas e folíolos, nas duas variedades, coincide com a descrita por BENTHAM (1876) para o gênero *Sclerolobium*. Folhas alternas, paripinadas e folíolos opostos são citados por BARROSO et alii (1984) como muito frequentes em Caesalpinioideae.

A raque, só sucintamente descrita por BENTHAM (1876) e DWYER (1957a), tem praticamente a mesma morfologia nas duas variedades. Quanto às dimensões, a da variedade *rubiginosum* tem comprimento significativamente maior e diâmetro ligeiramente superior.

O número de pares de folíolos por folha foi mais alto na variedade da mata, mas não foi detectada significância estatística para esse parâmetro.

Os folíolos das duas variedades assemelham-se quanto à morfologia do peciólulo, à indumentação do limbo, ao aspecto da margem e a textura da lâmina foliar. Por outro lado, diferenciam-se por terem base cordada a ápice bastante acuminado na variedade *rubiginosum*, e serem bem mais assimétricos na variedade *subvelutinum* (Figura 18A e 18B).

O acúmen observado nos folíolos da variedade *rubiginosum* assemelha-se, frequentemente, com a estrutura denominada "drip-tip" por RICHARDS (1952) e "punta de gotero" por ROTH & BIFANO (1971). Limbos com "drip-tip" são frequentes em espécies de mata tropical. Já limbos obtusos como os apresentados pela variedade *subvelutinum* são próprios de plantas de ambientes onde a insolação é alta e a umidade do ar baixa (RICHARDS, 1952 e RIZZINI, 1976).

O padrão de nervação dos folíolos é fundamentalmente o mesmo nas duas variedades. (Figura 18A e 18B). Essa similaridade ocorre também na configuração das nervuras de ordem mais alta (Figura 19A e 19B). A nervação do tipo eucamptódromo, presente em ambas, é frequente em espécies de *Sclerolobium* e em outros membros da família Leguminosae (DWYER, 1957a e BARROSO et alii, 1984). A denominação camptódroma dada por CARVALHO (1967) à nervação dos folíolos da variedade *subvelutinum* deve-se ao fato do autor ter adotado em suas descrições o sistema de classificação de folhas de ETTINGSHAUSEN (1861), já revisado e modificado por vários autores.

Os folíolos da variedade *rubiginosum*, quanto às dimensões, são significativamente maiores em comprimento, largura e, conseqüentemente, em área (Tabela 03). No

entanto a área foliar média encontrada para as duas variedades permite a sua inclusão na categoria dos "mesófilos" do sistema de classificação de RAUNKIAER (1934). Essa categoria engloba as espécies que tenha folhas ou folíolos com 20,25 a 182,50 cm² de área e, segundo RICHARDS (1952), representa cerca de 80% das espécies e indivíduos da mata tropical.

A respeito das dimensões foliares, RICHARDS (1952) e RIZZINI (1963 e 1976) comentam que nas formações fechadas as folhas tendem a ser grandes e nas formações abertas pequenas. RIZZINI (1963) reconhece, entretanto, que muitas espécies do cerrado possuem folhas grandes. Entre elas estariam os membros vicariantes do cerrado, que em confronto com seus correspondentes da mata teriam folhas maiores. As dimensões foliares obtidas para o par vicariante em estudo contradizem esta última afirmação.

Apesar de terem apresentado maior área foliar, os folíolos da variedade *rubiginosum* só ligeiramente diferem dos seus homólogos da outra variedade quanto ao peso seco. A não significância observada seria consequência de uma maior proporção de tecidos mecânicos nos folíolos da variedade do cerrado, que então teriam maior índice de esclerofilia.

O índice de esclerofilia (IE) médio de 0,81 g/cm² determinação na variedade do cerrado é, realmente, bem mais alto do que o detectado no material da mata, cujo valor foi de 0,59 g/cm². O IE médio permite a inclusão da variedade *subvelutinum* na classe dos "esclerófitos" do sistema de classificação de LEBRUN (1969) e pode ser considerado idêntico aos índices mencionados por RIZZINI (1976) para *Anacardium othonianum*, *Piptocarpha rotundifolia*, *Palicourea rigida* e outras espécies do

cerrado. Por outro lado, o IE médio do material da mata permite a inclusão da variedade *rubiginosum* na classe dos "mesófitos", e pode ser considerado bem mais baixo do que os de uma série de espécies de mata citadas por RIZZINI (1976).

Os índices de esclerofilia acima citados corroboram a afirmação de RIZZINI (1976), segundo a qual a intensidade de esclerofilia cresce da mata para o campo. MINA-RODRIGUES (1986) observou essa mesma tendência ao estudar as folhas de *Pera glabrata*.

As epidermes adaxial e abaxial do folíolo das duas variedades possuem células poligonais, com paredes anticlinais espessas e retas quando observadas frontalmente. Quando vistas em corte transversal essas epidermes mostram que também as paredes periclinais são espessas. Células com essas características morfológicas ocorrem em muitas leguminosas do cerrado, como *Dimorphandra mollis*, *Machaerium acutifolium*, *Platypodium elegans* e *Stryphnodendron adstringens* (MORRETES & FERRI, 1959) e *Plathumena reticulata* (PAVIANI & FERREIRA, 1974).

O comprimento e a largura das células epidérmicas, nas duas faces, foram significativamente maiores na variedade da mata em relação à do cerrado, enquanto a altura foi significativamente maior na do cerrado. (Figura 21A, 21B, 22A e 22B). Conclui-se, então, que na variedade do cerrado as células são menores e mais altas.

No que se refere à frequência de células epidérmicas, observou-se diferença significativa entre as duas variedades, sendo que os valores são mais elevados na variedade do cerrado.

Autores como RYDER (1954), ESAU (1974) e RIZZINI (1979a) comentam que as dimensões das células epidérmicas variam, muito frequentemente, em função do habitat em que a planta ocorre e mesmo da posição da folha no vegetal. Segundo esses autores, é comum uma diminuição da área das células epidérmicas dos ambientes mais fechados para os mais abertos, sendo que os fatores microclimáticos e edáfítois seriam responsáveis por essa variação. Essa tendência foi observada no presente estudo, sendo que VALIO et al. (1966) observaram o inverso nos seus trabalhos com o par vicariante *Hymenaea stilbocarpa*/*H. stigonocarpa*.

A cutícula, nas duas variedades, é espessa e fortemente cutinizada. Na variedade da mata a espessura da cutícula tem valor idêntico ao obtido por PAVIANI & FERREIRA (1974) em *Plathumena reticulata*, uma leguminosa do cerrado. A espessura da cutícula é influenciada por fatores ambientais, principalmente a luz. Cutícula espessa é indicativo de xeromorfismo (ESAU, 1974; CUTLER, 1978 e RIZZINI, 1979).

Os tricomas em ambas as variedades são simples e unicelulares. DWYER (1957a) e PYYKKO (1979) encontraram tricomas semelhantes em outras espécies de *Sclerolobium*. Esse tipo parece não ser o mais comum nas leguminosas do cerrado, pois de um total de sete espécies estudadas por MORRETES e FERRI (1959) e MORRETES (1967) somente duas apresentaram tricomas simples e unicelulares.

Os tricomas das duas variedades têm paredes espessas e cutinizadas. Suas dimensões não diferem grandemente entre os taxa estudados e permitem sua classificação na categoria "longos", por conferirem uma aparência vilosa ou tomentosa à superfície da folha,

quando examinados sob lente manual ou a olho nú. Os tricomas "curtos", ao contrário, conferem uma aparência pubescente às folhas (THEOBALD et alii, 1979).

A distribuição dos tricomas nos folíolos é idêntica nas duas variedades: ambas os têm concentrados na face abaxial. Porém, na variedade *subvelutinum* o indumento é nitidamente mais vasto, o que pode ser notado pelo tato e pela observação comparativa de folíolos sob lupa.

É fato notório que o grau de pilosidade varia com a espécie e com a idade da folha e, segundo vários pesquisadores (ESAU, 1974; METCALFE & CHALK, 1983 etc.), a pilosidade varia também de acordo com o ambiente. Sugerem que se uma mesma espécie ocorre em ambientes méxicos e xéricos, as folhas dos indivíduos da condição mais seca são comparativamente mais pilosas, possuindo assim maior proteção contra perdas de água por transpiração. Por outro lado, JOHNSON (1975) afirma ser possível que, em alguns casos, uma pilosidade vasta possa diminuir a transpiração (através da formação de uma camada de saturação) e em outros possa aumentá-la (funcionando como uma superfície evaporativa adicional).

Os folíolos das duas variedades podem ser classificados como hipoestomáticos, apesar da presença de alguns estômatos na face adaxial da variedade *rubiginosum*. Folíolos hipoestomáticos são comuns em leguminosas do cerrado, tendo sido observados em seis das sete espécies examinadas por MORRETES & FERRI (1959) e MORRETES (1967).

Os estômatos em ambas as variedades são do tipo paracítico (Figura 22A e 22B), segundo o sistema de classificação de WILKINSON (1979). Estômatos desse tipo ocorrem em espécies das três sub-famílias em que a família

Leguminosae se acha dividida (MORRETES & FERRI, 1959; MORRETES, 1967; PAVIANI & FERREIRA, 1974 e MENEZES, 1985). METCALFE & CHALK (1957) consideram que na sub-família Caesalpinioideae predominam estômatos paracíticos e anomocíticos. Os primeiros são citados por DWYER (1957a) como sendo o tipo comum nos *Sclerolobium* e PYYKKO (1979) relata sua ocorrência em *S. guianense*.

Os estômatos situam-se no mesmo nível das células epidérmicas (Figuras 25A e 25B) e nem mesmo na variedade do cerrado foram encontrados aparelhos estomáticos em depressões ou criptas como citado por FERRI (1944); BEIGUELMAN (1962a); ESAU (1974) e outros para espécies de ambientes secos. A propósito, das sete leguminosas estudadas por MORRETES & FERRI (1959) e MORRETES (1967) apenas duas apresentaram estômatos em depressões.

Além dos estômatos normais os folíolos das duas variedades apresentaram alguns estômatos geminados, de configuração similar a dos encontrados por CAMARGO (1960) em *Hymenaea stilbocarpa* (Caesalpinioideae).

A frequência estomática foi significativamente mais alta na variedade do cerrado. O número de estômatos por área registrado nos folíolos dessa variedade foi o dobro do observado na variedade da mata, superando ainda os totais citados por PAVIANI & FERREIRA (1974) para *Plathumena reticulata*. Por outro lado, o número de estômatos registrados na variedade da mata iguala aos encontrados por CAMARGO (1960) em *H. stilbocarpa* e por PYYKKO (1979) em *S. guianense*. Essas observações são coincidentes com CUTLER (1978) e METCALFE (1983), que afirmam haver correlação positiva entre frequência estomática e condições xéricas. Da mesma forma SOUSA

(1977) constatou maior frequência em folhas de *Xylopia aromática* do cerrado, em comparação com folhas de indivíduos da mesma espécie procedentes da mata. Ao contrário, BEIGUELMANN (1962a) encontrou maior número de estômatos nas plantas das valetas adubadas com matéria orgânica - e portanto com maiores reservas de água - em relação as plantas do cerrado natural.

Diferenças significativas foram observadas também no tocante às dimensões dos estômatos. Os diâmetro longitudinal e transversal do aparelho estomático mostraram-se maiores na variedade da mata, em relação a do cerrado, cujas dimensões aproximam-se das citadas por PAVIANI & FERREIRA (1974) para *P. reticulata*. Apesar das diferenças das dimensões, os estômatos das duas variedades podem ser considerados de tamanho médio, segundo a classificação de WILKINSON (1979).

O mesofilo nas duas variedades possui camadas de parênquima paliçádico e lacunoso perfeitamente diferenciadas (Figuras 23A e 23B), sendo portanto do tipo dorsiventral. Esse tipo de mesofilo ocorre em quase todas as leguminosas (METCALFE & CHALK, 1957), já tendo sido observado, inclusive, em numerosos representantes da família nos cerrados, tais como em *Dimorphandra mollis*, *Stryphnodendron adstringens* e *Sweetia dasycarpa* (MORRETES, 1967) e *Plathymenia reticulata* (PAVIANI & FERREIRA, 1974). Foi observado também em *S. guianense* (PYYKKO, 1979).

Na variedade da mata a espessura do parênquima paliçádico é menor do que a do lacunoso, enquanto que a espessura dos dois parênquimas é praticamente a mesma na variedade do cerrado. Os parênquimas são mais espessos na variedade do cerrado, que em consequência apresenta maior espessura total do mesofilo.

Como a lâmina foliar da variedade do cerrado é menor e mais espessa do que a da variedade da mata, conclui-se que o seu folíolo possui maior relação volume/superfície. Altas relações volume/superfície são, segundo SHILDS (1950), ESAU (1974) e RIZZINI (1979a) indicativos de xeromorfismo. Do mesmo modo, esses autores consideram que uma relação mais elevada do parênquima paliçádico para o lacunoso, como a apresentada pela variedade *subvelutinum*, representa uma característica xeromorfa.

As diferenças no desenvolvimento do parênquima paliçádico em folhas de plantas em ambientes diversos são, fundamentalmente, uma resposta às diferenças de intensidade luminosa (RIZZINI 1979a); WHATLEY & WHATLEY (1982). Como se sabe, a intensidade luminosa entre o cerrado e a mata são significativamente diferentes.

Nos demais aspectos do mesofilo nenhuma contraste relevante foi notado entre as variedades. A compacidade dos parênquimas, frequentemente citada como elevada em folhas com características mais xeromorfas, não apresentou grandes variações e a morfologia dos feixes vasculares e bainhas foi a mesma nos dois materiais.

A região mediana da nervura principal dos folíolos das duas variedades tem praticamente o mesmo diâmetro e conformação. No entanto a nervura da variedade *rubiginosum* possui face adaxial bem mais proeminente que a da variedade *subvelutinum*. Por sua vez, as características da epiderme, cutícula e tricomas também são similares nas duas variedades.

A organização dos tecidos internos, principalmente dos condutores, em tais nervuras segue o

padrão organizacional mencionado por METCALFE & CHALK (1957) para as leguminosas.

Na nervura principal chama a atenção a espessa bainha de esclerênquima que circunda o sistema vascular. Essa bainha é mais espessa na variedade do cerrado, onde chega a penetrar o sistema vascular e envolver um dos feixes vasculares adaxiais, fato que não ocorre na outra variedade. Segundo METCALFE & CHALK (1957) a ocorrência de esclerênquima em nervuras de maior porte é comum nas Caesalpinioideae. MORRETES & FERRI (1959), CAMARGO (1960), MORRETES (1967) e PAVIANI & FERREIRA (1974) encontraram esse tipo de estrutura nas leguminosas que estudaram.

Outro aspecto importante relaciona-se ao número de feixes vasculares: 4 na variedade *rubiginosum* e 3 na *subvelutinum*.

Considerando que os folíolos da variedade *subvelutinum* são menores que os da variedade *rubiginosum* e que existem semelhanças em diâmetro das nervuras principais, conclui-se que a nervura da primeira é proporcionalmente, mais espessa que a da segunda.

As porções proximal, mediana e distal dos peciólulos têm seção circular na variedade *rubiginosum* e ovalada na *subvelutinum* (Figuras 27A, B e C e 28A, B e C). Em ambas as variedades a epiderme, a cutícula e os tricomas têm características morfo-anatômicas semelhantes às observadas na nervura principal.

A bainha de células parenquimáticas embora presente nas porções mencionadas, é mais estreita e descontínua, sendo que espessa apenas na porção proximal

do peciólulo da variedade da mata. Bainhas semelhantes foram observadas por CAMARGO (1960) e PAVIANI & FERREIRA (1974) em *Hymenaea stilbocarpa* e *Plathymenia reticulata*, respectivamente.

A organização do sistema condutor segue o padrão básico apresentado pela nervura principal, com a diferença de que no peciólulo os feixes vasculares apresentam-se bem mais subdivididos. Nas duas variedades essa subdivisão aumenta da base para o ápice do peciólulo, indicando que ao entrarem na lâmina foliar os feixes unem-se novamente, indo se apresentar em menor número na nervura principal.

O parênquima cortical chama a atenção por possuir muitas células com cristais de oxalato de cálcio, as quais ao mesmo tempo se apresentam com as paredes lignificadas e às vezes também destruídas. Características idênticas foram observadas em células do parênquima cortical de *Aspidosperma aquaticum* (MILANEZ, 1937), *Swartzia acutifolia* var. *spathulata* (PAVIANI, 1973) e *Plathymenia reticulata* (PAVIANI & FERREIRA, 1974). A lignificação e destruição das paredes celulares em *Plathymenia reticulata* deve-se a redissolução dos cristais contidos nas células e a diversidade das plantas com células com paredes nessas condições leva à conclusão de que se trata de característica não afetada por fatores ecológicos (PAVIANI & FERREIRA, 1974).

Quanto à raque, a da variedade *rubiginosum* possui maior diâmetro e conformação mais variável. O pecíolo tem seção transversal circular no pulvino e circular com saliências adaxiais nas porções superiores, enquanto a porção mediana é ovalada, com saliências pronunciadas no lado adaxial (Figuras 29A, 29B, 30A, 30B, 32A, e 32B).

A epiderme, a cutícula e os tricomas da raque das duas variedades têm características morfológicas e anatômicas idênticas às dos folíolos.

A organização dos sistema condutor não apresenta muitas discrepâncias entre as variedades, sendo que as únicas diferenças relevantes dizem respeito ao número e posição dos feixes acessórios nas diferentes porções do órgão.

A bainha de esclerênquima que circunda o feixe vascular principal e os acessórios é mais desenvolvida no material do cerrado. No material da mata só a porção mediana da raque apresenta bainha de esclerênquima com espessura igual a do material do cerrado.

O parênquima cortical na variedade *rubiginosum* é desenvolvido no pulvino e escasso nas demais porções. Na variedade *subvelutinum* esse parênquima é amplo em toda a raque. Nas quatro porções estudadas da raque da variedade *rubiginosum* há braquiesclereídeos de pontuações simples no parênquima cortical. Na variedade *subvelutinum* esse tipo de elemento ocorre somente no pecíolo. Em ambas as variedades as células desse parênquima são alongadas e grandes.

Os grãos de amido estão presentes no parênquima medular de todas as porções estudadas da raque da variedade *rubiginosum*. Na outra variedade esses grãos só ocorrem no pulvino. ESAU (1974) afirma que grãos de amido ocorrem em diferentes órgãos de diferentes plantas, onde funcionam com substância de reserva. PAVIANI (1978) relaciona, indiretamente, esses grãos a processos de economia de água em plantas do cerrado.

6. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho permitem enumerar as seguintes conclusões:

- 1) As madeiras das duas variedades de *S. paniculatum* são estruturalmente semelhantes e mostram similaridades com a madeira de várias espécies do gênero. As diferenças encontradas entre as variedades são de natureza qualitativa e quantitativa. A diferença qualitativa mais marcante diz respeito ao parênquima axial, que na variedade do cerrado é mais abundante e tende a aliforme de extensão losangular, em contraste com o da variedade da mata, que não assume essa conformação. As diferenças quantitativas que mostraram-se estatisticamente significativas foram: frequência, diâmetro e comprimento dos poros/elementos de vasos; diâmetro das pontuações inter e radiovasculares; largura dos raios; diâmetro e espessura da parede das fibras. As variáveis fração parede e densidade básica, não analisadas estatisticamente, também mostraram-se consideravelmente diferentes.

- 2) As variedades estudadas formam um par

homogêneo quanto à estrutura anatômica da casca, apresentando numerosos caracteres em comum. Estes caracteres são típicos da estrutura anatômica da casca de *Sclerolobium* e de várias espécies da família Leguminosae. As variedades diferem, principalmente, quanto a casca externa, que é mais suberosa na variedade da mata.

- 3) As folhas/folículos das duas variedades diferem por caracteres de natureza qualitativa e quantitativa. O caráter diferencial de natureza qualitativa mais importante é a morfologia do folículo. Os caracteres diferenciais de natureza quantitativa mais importantes são: comprimento da folha (raque); comprimento, largura, área foliar e índice de esclerofilia dos folículos; frequência, comprimento, largura e altura das células epidérmicas nas faces adaxial e abaxial dos folículos; espessura da cutícula; frequência, diâmetro longitudinal e diâmetro transversal dos estômatos; índice estomático; espessura do mesofilo e dos parênquimas paliçádico e lacunoso.
- 4) As diferenças morfo-anatômicas observadas entre as duas variedades estudadas são preponderantemente, de natureza quantitativa.
- 5) A variedade do cerrado apresenta maior

número de características indicativas de
xeromorfismo que a da mata.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADÂMOLI, J.; MACEDO, J.; AZEVEDO, L. G. de & MADEIRA NETO, J. S. Caracterização da região dos cerrados. In: GOEDERT, W. J. (ed.). Solos dos cerrados - tecnologia e estratégias de manejo. São Paulo, Nobel; Brasília, EMBRAPA, 1985, p. 33-74.

ADJANOHOOUN, E. *Végétation de savanes et des rochers décourverts en Cote d'Ivoire centrale.* Office, de la ~~Recherche Scient. et Tech.~~ Outre-Mer, 1964. 178 p.

ALLEN, O .N. & ALLEN, E. K. *The leguminosae: a source book of characteristics, uses, and nodulation.* Madison, Univ. of Wisconsin Press, 1981. 812 p.

ALVIM .P. de T. & SILVA, J. E. da. Comparação entre os cerrados e a região amazônica em termos agroecológicos. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO: USO E MANEJO, 5. Brasília, Editerra, 1980. p. 143-160.

ANDRADE, M. A. B. de. Contribuição ao conhecimento da ecologia das plantas das dunas do litoral do Estado de São Paulo. *Bol. Fac. Filos. Ciên. Letr. USP* (305), São Paulo, Sér. Bot., 22:7-170, 1966.

ARAÚJO, V. C. Fenologia de essências florestais amazônicas. *Boletim de Pesquisas Florestais INPA*, Manaus, 4:1-25, 1970.

ARENS, K. Considerações sobre as causas do xeromorfismo foliar. *Bol. Fac. Filos. Ciên. e Letr. USP* (224), São Paulo, Sér. Bot., 15:25-56, 1958.

_____. As plantas lenhosas dos campos cerrados como flora adaptada às deficiências minerais do solo. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, São Paulo, EDUSP, 1963. p. 285-303.

AZAMBUJA, D. de. Algumas considerações sobre as técnicas mais empregadas na anatomia das madeiras. *Anu. Bras. Econ. Flor.*, Rio de Janeiro, 14(14):181-202, 1962.

AZEVEDO, L. G. de. Tipos eco-fisionômicos da vegetação da região de Januária (MG). *An. Acad. Brasil. Ciên.*, Rio de Janeiro, 38(Supl):39-57, 1966.

_____. & CASER, R. L. Regionalização do cerrado em função de seus geossistemas. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO: USO E MANEJO, 5. Brasília, Editerra, 1980. p. 213-229.

BAAS, P. Systematic, phylogenetic and ecological wood anatomy - History and perspectives. In: BAAS, P. (ed.). *New perspectives in wood anatomy*. The Hague, Martinus Nijhoff Publis., 1982. p. 23-58.

_____. & MILLER, R. B. Functional and ecological wood anatomy - some introductory comments. *IAWA Bulletin*, Leiden, 6(4):281-287, 1985.

_____. WERKER, E. & FAHN, A. Some ecological trends in vessel characters. *IAWA Bulletin*, Leiden, 4(2-3): 141-159, 1983.

BAILLON, E. R. *Histoire des plantes*. Paris, s. e., 1870. 320 p. v. 2.

BARAJAS-MORALES, J. Wood structural differences between trees of two tropical forests in México. *IAWA Bulletin*, Leiden, 6(4):355-361, 1985.

BARETTA - KUIPERS, T. Wood anatomy of Leguminosae: its relevance to taxonomy. In: POLHILL, R. M. & RAVEN, P. V. (eds.). **Advances in legume systematics**. Kew, Royal Botanic Gardens, 1981. p. 677-705.

BARROSO, G. M.; PEIXOTO, A. R.; ICHASO, C. L. F.; COSTA, C. G.; GUIMARÃES, E. F. & LIMA, H. C. de. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. Viçosa, Imp. Universitária, 1984. 377 p. v. 2.

BEADLE, N. C. W. Soil phosphate and the delimitation of plant communities in Eastern Australia. **Ecology**, Durban, 43:281-288, 1962.

_____. Soil phosphate and its role in molding segments of the Australia flora and vegetation. **Ecology**, Durban, 12:79-146, 1979.

BEIGUELMAN, B. Cerrado: Vegetação oligotrófica. **Ciência e Cultura**, São Paulo, 14(2):99-107, 1962a.

_____. Fibras do periciclo ramificadas no interior do mesofilo. **Phyton**, Buenos Aires, 18(2):127-131, 1962b.

_____. Contribuição para o estudo das plantas do cerrado. I. Anatomia da folha e caule de *Erythroylum suberosum* St. Hil. **Revista Biol.**, Lisboa, 3:97-110, 1962c.

_____. Contribuição para o estudo de plantas do cerrado II. Anatomia da folha e caule de *Byrsomina cocolobifolia* Kth. **Revista Biol.**, Lisboa, 3:111-123, 1962-3.

- _____. Contribuição para o estudo de plantas do cerrado III. Anatomia da folha e caule de *Annona coriacea* Mart. *Revista Biol.*, Lisboa, 4:1-12, 1963-4.
- BENSON, L. *Plant taxonomy - method and principles*. New York, Ronald Press, 1962. 494 p.
- BENTHAM, G. Leguminosae. II et III: Swartziae, Caesalpiniae e Mimoseae. In: MARTIUS, C. F. P. *Flora Brasiliensis*, Monachii Lipsiae, 15(2):41-254, 1876.
- BIDWELL, R. G. S. *Plant physiology*. New York, Macmillan Publish., 1974. 643 p.
- BURLEY, J. Genetic variation in wood properties. In: BASS, P. (ed.). *New perspectives in wood anatomy*. The Hague, Martinus Nijhoff Publish., 1982. p. 151-169.
- CAIN, S. A. *Foundations of plant geography*. 2ª ed. New York, Hafner Press, 1974. 556 p.
- CAMARGO, A. P. de. Clima do cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE CERRADO. São Paulo, EDUSP, 1963. p. 95-115.
- CAMARGO, P. N. Contribuição para o conhecimento da anatomia de *Hymenaea stilbocarpa* Hayne. *Bol. Fac. Ciên. Letr. USP* (247), São Paulo, Sér. Bot., 17:11-105, 1960.
- CARLQUIST, S. Ecological factors in wood evolution: a floristic approach. *Am. J. Bot.*, Columbus, 64(7): 887-896, 1977.
- _____. Further concepts in ecological wood anatomy, with comments on recent work in wood anatomy and evolution. *Aliso*, Claremont, 9(4):499-553, 1980.

CARPANEZZI, A. A.; MARQUES, L. C. T. & KANASHIRO, M.
Aspectos ecológicos e silviculturais de taxi-branco-da-terra-firme (*Sclerolobium paniculatum*). Curitiba, EMBRAPA-URPFCS, 1983. 10 p. (EMBRAPA-URPFCS. Circular Técnica, 8).

CARVALHO, J. O. P. Fenologia de espécies florestais de potencial econômico que ocorrem na Floresta Nacional do Tapajós. Belém, EMBRAPA/CPATU, 1981. 15 p. (Boletim de Pesquisa nº 20).

CARVALHO, L. d'A. F. de. Contribuição ao estudo da nervação foliar das leguminosas dos cerrados. I-Caesalpinioideae. An. Acad. Bras. Ciên., Rio de Janeiro, 39(3/4):507-520, 1967.

CHALK, L. The effects of ecological conditions on wood anatomy. In: METCALFE, C. R. & CHALK, L. (eds.). Anatomy of the dicotyledons. 2ª ed. London, Clarendon Press, 1983a. p. 152-156. v. 2.

_____. Vessels. In: METCALFE, C. R. & CHALK, L. (eds.). Anatomy of the dicotyledons. 2ª ed. London, Clarendon Press, 1983b. p. 2-12. v. 2.

CHIMELO, J. P. & MATTOS FILHO, A. de. Observações preliminares na estrutura da madeira de cinco espécies de folhosas de diferentes locais no Brasil. 1988. 15 p. (Mimeografado).

CHUDNOFF, M. Tropical timbers of the world. Washington, USDA Forest Service, 1984. 466 p. (Agricultural Handbook, 607).

CODEPLAN - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DO PLANALTO CENTRAL. Atlas do Distrito Federal. Brasília, CODEPLAN, 1984. 79 p. v. 1.

- COPANT - COMISSION PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS. COPANT 30:1-19, Madeiras: descrição macroscópica, microscópica e geral. Assunción, 1973. 16 p.
- CORRÊA, M. P. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Rio de Janeiro, Min. Agric/IBDF, 1974. p. 44-109, v. 1.
- COUTINHO, L. M. O conceito de cerrado. *Revta. Bras. Bot.*, Campinas, 1(1):17-24, 1978.
- _____. & PITA, S. M. Estudo comparativo do teor de alguns nutrientes minerais em sementes de duas espécies de vicariantes de jatobá (*Hymenaea stigonocarpa* Mart. e *H. stilbocarpa* Hayne.) *Rev. Bras. Biol.*, Rio de Janeiro, 31(3):357-360, 1971.
- COUTO, H. T. Z. do. Teste de significância: Teste t. In: CURSO SOBRE PRÁTICAS EXPERIMENTAIS EM SILVICULTURA. Piracicaba, IPEF, 1979. p. cl-c7.
- COWAN, R. S. Caesalpinioideae. In: POLHILL, R. M. & RAVEN, P. H. (eds.). *Advances in legume systematics*. Kew, Royal Bot. Gardens, 1981. p. 57-64.
- CROIZAT, L. *Manual of phytogeography*. The Hague, W. Junk, 1952. 587 p.
- CRONQUIST, A. *An integrated system of classification of flowering plants*. New York, Columbia Univ. Press, 1981. 1262 p.
- CUTLER, D. F. *Applied plant anatomy*. London, Longman, 1978. 103 p.

DAUBENMIRE, R. F. *Plant and enviroment - a textbook of plant autoecology*. New York, John Wiley & Sons, 1974. 422 p.

DECHAMPS, R. *Étude anatomique de bois d`Amerique du Sud*. Tevuren, Musée Royal de L`Afrique Central, 1980 229 p. v. 2. (Serie Sciences Economiques, 11).

DE MARINIS, G. Morfologia da semente e da plântula no gênero *Plathymenia* Benth. (Leg. Mimos.). *Ciência e Cultura*, São Paulo, 15(3):238-239, 1963.

_____. Anatomias foliares em plantas novas de *Plathymenia foliolosa* Benth. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 17(2):222-223, 1965.

_____. Contribuição ao conhecimento das espécies vicariantes do gênero *Plathymenia*. *An. Acad. Bras. Ciên.*, Rio de janeiro, 38(Supl.):71-83, 1966.

DENNE, M. P. & DODD, R. The enviromental control of xylem differentiation. In: BARNETT, J. R. (ed.). *Xylem cell development*. Tunbridge Wells, Castle House Publ., 1981. p. 236-255.

DUCKE, A. Plantes nouvelles ou peu connues de la région Amazonienne. *Arq. Jard. Bot. Rio de Janeiro*, Rio de Janeiro, 1:30, 1915.

_____. Plantes nouvelles ou pen connves de la région Amazonienne. *Arq. Inst. Biol. Veg.*, Rio de Janeiro, 2(1):41-43, 1935.

_____. New or notworthy leguminosae of the Brazilian Amazon. *Bol. Técn. Inst. Agron. do Norte*, Belém, 2:19-20, 1944.

- _____. As leguminosas da Amazônia Brasileira. Nota sobre a flora neotrópica. II. Bol. Téc. Inst. Agron. do Norte, Belém, 18:65-68, 1949.
- _____. As leguminosas de Pernambuco e Paraíba. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 51:417-461, 1953.
- DUTRA, R. de C. Fenologia de dez espécies arbóreas nativas do cerrado de Brasília-DF. Brasil Florestal, Brasília, 19(62):23-41, 1987.
- DWYER, J. D. The tropical american genus *Tachigalia* Aubl. (Caesalpiniaceae). Ann. Mo. Bot. Garden, St. Louis, 41:223-260, 1954.
- _____. The tropical american genus *Sclerolobium* Vogel (Caesalpiniaceae). Lloydia, Cincinnati, 20(2): 67-118, 1957a.
- _____. Supplement to "Tropical american genus *Sclerolobium* Vogel (Caesalpiniaceae)". Lloydia, Cincinnati, 20(4):266-267, 1957b.
- EITEN, G. The cerrado vegetation in Brazil. Bot. Rev., Bronx, 38(2):201-341, 1972.
- EMBRAPA. Levantamento de reconhecimento dos solos do Distrito Federal. Rio de Janeiro, EMBRAPA, 1978. 455 p. (Boletim Técnico nº 53).
- _____. Avaliação da fertilidade dos solos do Distrito Federal. Rio de Janeiro, EMBRAPA, 1980. 11 p. (Boletim Técnico nº 74).
- ESAU, K. Anatomia das plantas com sementes. (Trad. B. L. de Morretes). São Paulo, Edgard Blucher-EDUSP, 1974. 293 p.

ETTINGSHAUSEN, C. von. Die blattskelete des dicotyledonen. K. K. Hof. Staatsdruckeri, Wien, 1861. 308 p.

FAHN, A. Anatomia vegetal. Madrid, H. Blume, 1978. 643 p.

FERRI, M. G. Transpiração de plantas permanentes dos cerrados. Bol. Fac. Filos. Ciên. e Letr. USP (41), São Paulo, Sér. Bot., 4:159-224, 1944.

_____. Contribuição ao conhecimento da ecologia do cerrado e da caatinga. Bol. Fac. Filos. Ciên. e Letr. USP (195), São Paulo, Sér. Bot., 12:1-170, 1955.

_____. & COUTINHO, L. M. Contribuição ao conhecimento da ecologia do cerrado. Bol. Fac. Filos. Ciên. e Letr. USP (224), São Paulo, Sér. Bot., 15-103-150, 1954.

FIGUEIREDO, R. C. L.; HANDRO, W. & CAVALCANTI, P. B. Contribuição ao estudo da nervação foliar das plantas do cerrado - Connaraceae, Ebenaceae e Guttiferae (gênero *Kielmeyera* Mart.). In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 3. São Paulo, Edgard Blucher, 1971. p. 231-239.

FOEKEL, C. E. B; MILANEZ, A. F. & BUSNARDO, C. A. Método do máximo teor de umidade aplicada à determinação da densidade básica da madeira do eucalípto. Silvicultura, São Paulo, 8(28):792-796, 1983.

FOSTER, A. S. Practical plant anatomy. New York, Robert E. Krieger, 1974. 228 p.

FRANKLIN, G. L. Preparations of thin sections of synthetic resin and local wood resin composites, and a new macerating method for wood. *Nature*, London, 155:51, 1945.

FREESE, F. *Metodos estadisticos elementales para tecnicos florestales*. México, CRAT/AID, 1970. 102 p.

GOODLAND, R. A. Physiognomic analysis of the "cerrado" vegetation of Central Brazil. *J. Ecol.*, London, 59:411, 1971.

_____. & POLLARD, R. The brazilian cerrado vegetation: a fertility grandient. *J. Ecology*, London, 61(1):219-224, 1973.

GOTTILIEB, O. R.; MAGALHÃES, M. T. & MORS, W. B. Problemas e possibilidades da fitoquímica no cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, São Paulo, EDUSP, 1963. p. 243-248.

_____; MEDITSCH, J. O. & MAGALHÃES, M. T. Com vistas ao aproveitamento do cerrado como ambiente natural. Composição química das espécies arbóreas. *An. Acad. Bras. Ciên.*, Rio de Janeiro, 38(Supl.):303-314, 1966.

GDF - GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL. Secretaria da Agricultura e Produção. *Inventário Florestal do Distrito Federal*. Curitiba, Univ. Fed. do Paraná, 1972. 198 p.

GRAAFF, N. A. van der & BAAS, P. Wood anatomical variation in relation to latitude and altitude. *Blumea*, Leiden, 22:101-121, 1974.

HANDRO, W. Contribuição ao estudo da venação e anatomia foliar das Amarantháceas dos cerrados. *An. acad. Bras. Ciên.*, Rio de Janeiro, 36(4):479-499, 1964.

_____. Escleromorfismo foliar e nutrição mineral em *Gomphrena prostrata*. *Mart. An. Acad. Bras. Ciên.*, Rio de Janeiro, 38(Supl.):225-242, 1966.

_____; MELLO CAMPOS, J. F. B. & OLIVEIRA, Z. M. Sobre a anatomia foliar de algumas compostas dos campos rupestres. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 22(2):107-126, 1970.

HERINGER, E. P. O gênero *Plathymenia*. In: SOCIEDADE BOTÂNICA DO BRASIL. Reunião Anual, 5. Porto Alegre, 1954. *Anais*. Porto Alegre, Imp. Universitária, 1956. p. 55-64.

HICKEY, L. J. A revised classification of the architecture of dicotyledoneous leaves. In: METCALFE, C. R. & CHALK, L. (eds.). *Anatomy of the dicotyledons*. 2ª ed. Oxford, Clarendon Press, 1979. p. 25-39. v. 1.

HOWARD, R. A. The petiole. In: METCALFE, C. R. & CHALK, L. (eds.). *Anatomy of the dicotyledons*. 2ª ed. Oxford, Clarendon Press, 1979. p. 88-96. v. 1.

INOUE, M. T. & REISSMANN, C. B. Terminologia dendrológica para as árvores nativas do Brasil. *Revista Floresta*, Curitiba, 3(1):21-28, 1971.

JEFFREY, E. C. *The anatomy of woody plants*. Chicago, Univ. of Chicago Press, 1926. 478 p.

JENSEN, W. A. *Botanical histochemistry - principles and practice*. San Francisco, W. H. Freeman, 1962. 408 p.

- JOHANSEN, D. A. Plant microtechnique. New York, McGraw-Hill, 1940. 523 p.
- JOHNSON, H. B. Plant pubescence: an ecological perspective. Bot. Rev., Bronx, 41(3):233-258, 1975.
- KIRKBRIDE JR., J. H. Legumes of the cerrado. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, 19:23-46, 1984.
- LABOURIAU, L. G. Problemas da fisiologia ecológica dos cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE CERRADO. São Paulo, EDUSP, 1963. p. 205-241.
- _____. Revisão da situação da ecologia vegetal dos cerrados. An. Acad. Bras. Ciênc., Rio de Janeiro, 38(Supl.):5-38, 1966.
- LAMBERTI, A. Contribuição ao conhecimento da ecologia das plantas do manguezal de Itanhaém. Bol. Fac. Filos. Ciên. Letr. USP (317), São Paulo, Sér. Bot., 23:7-217, 1969.
- LARSON, P. R. Some indirect effects of environment on wood. In: ZIMMERMANN, M. H. (ed.). The formation of wood in forest trees. New York, Academic Press, 1978. p. 345-365.
- LE COINTÉ, P. Amazônia Brasileira. III. Árvores e plantas úteis (Indígenas e aclimadas). 2ª ed. São Paulo, Nacional, 1947. 506 p. (Col. Brasiliana, Série 5ª, v. 251).
- LI, H. L. Vicariism in the geography of the Scrophulariaceae in China. Taiwanica, Taipei, 1(2-4): 141-152, 1950.

- LOPES, A. S. & COX, F. R. Cerrado vegetation in Brasil: an edaphic gradient. *Agronomy Journal*, Madison, 60: 828-831, 1977.
- LOUREIRO, A. A. VASCONCELOS, F. J. de & FREITAS, J. A. de. Contribuição ao estudo anotômico do lenho de 5 espécies de *Sclerolobium* e 5 espécies de *Tachigalia* (Leguminosae) da Amazônia. *Acta Amazônica*, Manaus, 13(1): 149-170, 1983.
- LOVELESS, A. R. A nutritional interpretation of sclerophylly based on differences in the chemical composition of sclerophyllous and mesophytic leaves. *Annals of Botany*, London, 25:168-184, 1961.
- _____. Further evidence to support a nutritional interpretation of sclerophylly. *Annals of Botany*, London, 26:551-561, 1962.
- MAGALHÃES, F. M. M.; MAGALHÃES, L. M. S; OLIVEIRA, L. A. de & DOBEREINER, J. Ocorrência de nodulação em leguminosas florestais de terra firme nativas da região de Manaus-AM. *Acta Amazônica*, Manaus, 12(3):509-514, 1982.
- MAINIERI, C. Madeiras do Parque Estadual Morro do Diabo. *Silvicultura*, São Paulo, 7:147-150, 1978.
- _____. **Manual de identificação das principais madeiras comerciais brasileiras.** São Paulo, Promecet/IPT, 1983. 241 p. (Publicações Especiais IPT, 14).
- _____. & PEREIRA, J. A. Madeiras do Brasil - sua caracterização macroscópica, usos comuns e índices quantitativos físicos e mecânicos. *An. Bras. Econ. Flor.*, Rio de Janeiro, 17(17):1-282, 1965.

MARCHIORI, J. N. C. Estudo anatômico do xilema secundário e da casca de algumas espécies dos gêneros *Acacia* e *Mimosa*, nativas no Rio Grande do Sul. Curitiba, 1980. 186 p. (Dissertação Mestrado - UFPR).

MATTOS FILHO, A. de. Contribuição ao estudo anatômico do lenho do gênero *Plathymenia*. *Rodriguésia*, Rio de Janeiro, 21/11(33/34):45-67, 1959.

MEDITSCH, J. de O. Fósforo em pares vicariantes, não vicariantes e em vegetais do cerrado. *Engenharia e Química*, São Paulo, 18(6):10-14, 1966.

MENEZES, E. M. de. *Arachis prostrata* Benth. (Leguminosae - Papilionoideae. Anatomia dos órgãos vegetativos. *Rodriguésia*, Rio de Janeiro, 37(63):49-56, 1985.

METCALFE, C. R. Ecological anatomy and morphology - General survey. In: METCALFE, C. R. & CHALK, L. (eds.). *Anatomy of the dicotyledons*. 2ª ed. Oxford, Clarendon Press, 1983. p. 126-156, v. 2.

_____. *Anatomy of the dicotyledons*. Oxford, Clarendon Press, 1957. 1550 p. v. 2.

MILANEZ, F. R. Anatomia do lenho de *Aspidosperma aquaticum* Ducke. *Arq. Inst. Biol. Vegetal*. Rio de Janeiro, 4(1): 65, 1937.

_____. & ONISH, E. Peculiaridades da anatomia foliar nos cerrados. Sete Lagoas, DNPEA/Min. Agric., 1972. 10 p. (Separatas da IIª Reunião Brasileira de Cerrados, 1967).

MINA-RODRIGUES, E. M. C. Estudo morfo-anatômico dos órgãos vegetativos de *Pera glabrata* Baill. (Euphorbiaceae), em material procedente de mata mesófila semidecídua e de cerrado. Rio Claro, 1986. 102, p. (Dissertação Mestrado - UNESP).

MOREY, P. R. O crescimento das árvores. (Trad. M. F. D. A. Pereira). São Paulo, EPU/EDUSP, 1980. 72 p. (Temas de Biologia, v. 19).

MORRETES, B. L. de. Contribuição ao estudo da anatomia das folhas de plantas do cerrado II. Bol. Filos. Ciên. e Letr. USP (305), São Paulo, Sér. Bot., 22:207-244, 1967.

_____. Contribuição ao estudo da anatomia das folhas de plantas do cerrado III. Bol. Fac. Filos. Ciên. e Letr. USP (331), São Paulo, Sér. Bot., 24:7-32, 1969.

_____. & FERRI, M. G. Contribuição ao estudo da anatomia das folhas de plantas do cerrado. Bol. Fac. Ciên. e Letr. USP (243), São Paulo, Sér. Bot., 16:7-70, 1959.

_____. & FERRI, M. G. Contribuição ao conhecimento da anatomia das folhas de plantas de uma "caatinga" do rio Negro (Amazonas). Revista Biol., Lisboa, 8(1-4):97-122, 1972.

NEGRET, A. J. Diversidade e abundância da avifauna da Reserva Ecológica do IBGE, Brasília-D.F. Brasília, 1983. 136 p. (Disertação Mestrado - UnB).

NELSON, G. & PLATNICK, N. Systematics and biogeography - cladistic and vicariance. New York, Columbia Univ. Press, 1981. 567 p.

- NEVES, A. T. **Introdução ao estudo anatômico das madeiras.** Belo Horizonte, Imprensa Oficial, 1955. 413 p. (Inst. de Tecn. Industrial, Boletim nº 24).
- NOVAES PINTO, M. Residuais de aplainamentos cenozóicos no Distrito Federal. In: CONG. BRAS. DE CARTOGRAFIA, 12, Brasília. **Anais.** Brasília, CODEPLAN, 1985. p. 187-202. Livro 1.
- OLIVEIRA, E. de C. & PEREIRA, T. S. Morfologia dos frutos alados em Leguminosae-Caesalpinoideae - *Martiodendron* Glaeson, *Peltophorum* (Vogel) Walpers, *Sclerolobium* Vogel, *Tachigalia* Aublet e *Schizolobium* Vogel. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, 36(60):35-42, 1984.
- OLIVEIRA FILHO, A. R. Estudo florístico e fitossociológico em um cerrado na Chapada dos Guimarães - Mato Grosso - uma análise de gradientes. Campinas, 1987. 133 p. (Dissertação Mestrado - UNICAMP).
- OUTER, R. W. den & VEENENDAAL, W. L. H. Variation in wood anatomy of species with a distribution covering both rain forest and savanna áreas of the Ivory Coast, West-Africa. In: BAAS, P. et. alii (eds.). **Wood structure in biological and technological research.** Leiden, Leiden Univ. Press, 1976. p. 182-195.
- PARAMESWARAN, N. & LIESE, W. Bark anatomy in the genus *Entandrophragma*. **Flora**, Regensburg, 158(1/2):22-40, 1968.
- PATEL, R. N. Bark anatomy of Radiata Pine, Corsican Pine and Douglas Fir grown in New Zealand. **New Zealand J. Bot.**, 13(2):149-167, 1975.

PAULA, J. E. de. Estudos sobre Vochysiaceae - VI. Anatomia de *Salvertia convallariodora* St. Hil., análise comparativa entre espécimes dos cerrados equatoriais do Amapá e do Brasil Central. *Acta Amazônica*, Manaus, 2(3):5-23, 1972.

_____. Madeiras que produzem álcool, coque e carvão. *Atualidades do Cons. Nac. do Petróleo*, Brasília, 12(12):31-45, 1980.

_____. Estudo das estruturas internas das madeiras de dezesseis espécies da flora brasileira, visando seu aproveitamento para produção de álcool, carvão, coque e papel. *Brasil Florestal*, Brasília, 11(47):23-50, 1981a.

_____. de. Estudo de madeiras da Amazônia visando aproveitamento para produção de polpa e papel: *Brasil Florestal*, Brasília, 42:35-52, 1981b.

_____. Espécies nativas com perspectivas energéticas. *Silvicultura em São Paulo*, São Paulo, 16A(Parte 2):1259-1315, 1982.

_____. Estudo dendrométrico e anatômico de *Sclerolobium densiflorum* Benth., visando seu aproveitamento na produção de energia. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTANICA, 37. Ouro Preto, 1986. **Resumo.** Ouro Preto, Soc. Bot. do Brasil, 1986. p. 69.

PAVIANI, T. I. Sobre a ocorrência de fibras gelatinosas em *Plathymenia reticulata* Benth. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 26(8):783-786, 1974.

_____. Anatomia vegetal e cerrado. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 30(9):1076-1086, 1978.

- _____. & FERREIRA, M. L. Anatomia foliar de *Plathymenia reticulada* Benth. *Rev. Bras. Biol.*, Rio de Janeiro, 34(2):159-176, 1974.
- _____. & SANTOS FILHO, R. A. dos. Anatomia vascular do nó e da folha *Swartzia acutifolia* Vog. var. *spathulata* Riz. Rio de Janeiro, *Acad. Bras. Ciên.*, 1977. 11 p. (Separatas do Cong. Nac. Bot., 1975).
- PEREIRA, A. J. DO R.; VASCONCELLOS, J. M. C. de; TAVARES, S. & TAVARES, E. J. de S. Caracteres tecnológicos de 25 espécies de madeiras do Nordeste do Brasil. *Bol. Rec. Nat.*, Recife, 8(1/2):5-148, 1970.
- PEREIRA, B. A. S. da. Espécies apícolas da flora da Área de Proteção Ambiental (APA) da Bacia do Rio São Bartolomeu, DF. (Estudo Preliminar). *Cadernos de Geociências*, Rio de Janeiro, 5:7-19, 1990.
- POLHILL, R. M. & VIDAL, J. F. Tribe 1. Caesalpinieae. In: POLHILL, R. M. & RAVEN, P. H. (eds.). *Advances in legumes systematics*. Kew, Royal Botanic Gardens, 1981. p. 81-96.
- PIMENTEL GOMES, F. *A estatística moderna na pesquisa agropecuária*. Piracicaba, POTAFOS, 1984. 160 p.
- PYYKKO, M. Morphology and anatomy of leaves from some wood plants in a humid tropical forest of Venezuelan Guayana. *Acta Bot. Fennica*, Helsinki, 112:1-41, 1979.
- RACHID, M. Transpiração e sistemas subterrâneos da vegetação de verão dos campos cerrados de Emas. *Bol. Fac. Filos. Ciên. e Letr. USP* (80), Sér. Bot., 5:5-140, 1947.

- RATTER, J. A.; RICHARDS, P. W.; ARGENT, G. & GIFFORD, D. R. Observations on the vegetation types of the Xavantina - Cachimbo Expedition area. *Phil. Trans. Roy. London*, London, 266(880):449-492, 1973.
- RAUNKIAER, C. The use of leaf size in biological plant geographu. In: RAUNKIAER, C. (ed.). *The life forms of the plants and statistical plants geography*. (Trad. H. Gilbert-Carter). Oxforf, Clarendon Press, 1934. 320 p.
- RAWITSCHER, F.; FERRI, M. G. e RACHID, M. Profundidade dos solos e vegetação em campos cerrados do Brasil meridional. *An. Acad. Brasil. Ciênc.*, Rio de Janeiro, 15(4):294, 1943.
- REIS, A. C. S. Climatologia dos cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 3. São Paulo, Edgard Blucher-EDUSP, 1971. p. 15-25.
- RIBEIRO, J. F.; OLIVEIRA, P. E. A. M.; SCHIAVINI, I. & AZEVEDO, L. G. de. A vegetação da Estação Florestal Cabeça de Veado. 1984. 20 p. (Mimeografado).
- RICHARDS, P. W. *The tropical rain forest - an ecological study*. Cambridge, University Press, 1952.
- RICHARDSON, S. D. The external enviroment and tracheid size in conifers. In: ZIMMERMANN, M. H. (ed.). *The formation of wood in forest tree*. New York, Academic Press, 1978. p. 367-388.
- RIZZINI, C. T. A flora do cerrado; análise florística das savanas centrais. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO. São Paulo, E. Blucher-EDUSP, 1963. p. 125-177.

- _____. **Tratado de fitogeografia do Brasil.** São Paulo, Hucitec, Ed. da Univ. de São Paulo, 1976. 327 p. v. 1.
- _____. **Tratado de fitogeografia do Brasil.** São Paulo, Hucitec, Ed. da Univ. de São Paulo, 1979a. 37 p. v. 2.
- _____. Estudos sobre a vicariância. **Arq. Jard. Bot. do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, 23:23-47, 1979b.
- _____. & HERINGER, E. P. Preliminares acerca das formações vegetais e do reflorestamento no Brasil Central. Rio de Janeiro, SIA/MA, 1962. 79 p.
- ROLLET, B. Intérêt de l'étude des écorce dans la détermination des arbres tropicaux sur pied. **Revue Bois et Forêts des Tropiques**, Paris, 195:31-50, 1982.
- ROTH, I. Características estructurales de la corteza de árboles tropicales en zonas húmedas. **Darwiniana**, Buenos Aires, 15(1-2):115-127, 1969.
- _____. Anatomia e textura foliar de plantas de la Guyana Venezolana. **Acta Bot. Venez.**, Caracas, 12: 79-146, 1977.
- _____. **Structural patterns of tropical barks.** Berlin, Gebruder Borntraeger, 1981. 609 p.
- _____. & BIFANO, T. M. de. Morphological and anatomical of leaves of the plants of a Venezuelan cloud forest. I. Shape and size of the leaves. **Acta Biol. Venez.**, Caracas, 7(2):127-155, 1971.

- _____. Morphological and anatomical studies of leaves of the plants of a venezuelan cloud forest. II. Stomata density and stomatal patterns. *Acta Biol. Venez.*, Caracas, 10(1):69-107, 1979.
- RUPP, P. Polyglycol als einbettungsmedium zum schneiden botanischer präparate. *Mikrokosmos*, Stuttgart, s3: 123-128, 1964.
- RYDER, V. L. On the morphology of leaves. *Bot. Rev.*, Bronx, 20(5):263-276, 1954.
- SALATINO, A.; MONTENEGRO, G. & SALATINO, M. L. F. Microscopia eletrônica de varredura de superfícies foliares lenhosas do cerrado. *Revta. Brasil. Bot. Campinas*. 9:117-124, 1986.
- SASS, J. E. *Botanical microtechnique*. Ames, Iowa State Univ. Press, 1964. 228 p.
- SCHIMPER, A. F. W. *Plant-geography upon a physiological basis*. Oxford, Clarendon Press, 1903. 839 p.
- SEDDON, G. Xerophytes, xeromorphs and sclerophylls: the history of some concepts in ecology. *Biol. J. Linn. Soc.*, London, 6:65-87, 1974.
- SHIELDS, L. M. Leaf xeromorphy in dicotyledon species from a gypsum sand deposit. *Am. J. Bot.*, Columbus, 38: 175-190, 1951.
- SICK, H. As aves do cerrado como fauna arborícola. *An. Acad. Bras. Ciên.*, Rio de Janeiro, 38(Supl.):354-363, 1966.

- SINNOT, E. W. *Plant morphogenesis*. New York, McGraw-Hill, 1960. 550 p.
- SOUZA, J. P. de. Análise comparativa da morfologia, anatomia e óleos essenciais das folhas de *Xylopia aromatica* (Lam.) Martius provenientes de quatro localidades do Brasil. São Paulo, 1977. 149 p. (Tese Doutorado - USP).
- SPRUCE, R. *Notes of a botanist on the Amazon and Andes*. New York, Johnson Rep. Co., 1970. v. 2.
- SPURR, S. H. & BARNES, B. V. *Forest ecology*. 2ª ed. New York, Ronald Press, 1973. 571 p.
- STACE, C. A. *Plant taxonomy and biosystematics*. London, Edward Arnold, 1980. 279 p.
- SUDAM - SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA. *Madeiras da Reserva Florestal de Curuá-Una, Estado do Pará - características anatômicas, propriedades gerais e aplicações*. Belém, SUDAM, 1981. 118 p.
- TEIXEIRA, L. L.; BURGUER, L. M. & KARSTEDT, P. Estudos microscópios do xilema e da casca do gênero *Dalbergia* baseados em quatro espécies do sul do Brasil. *Arq. Jard. Bot.*, Rio de Janeiro, 23:115-133, 1978.
- THEOBALD, W. L.; KRAHULIK, J. L. & COLLINS, R. C. Trichome description and classification. In: METCALFE, C. R. & CHALK, L. (eds.). *Anatomy of the dicotyledons*. 2ª ed. Oxford, Clarendon Press, 1979. p. 40-53. v. 1.
- THODAY, D. The terminology of "xerophytism". *Jour. Ecol.*, London, 21:1-6, 1933.

- TOMASELLI, I.; MARQUES, L. C. T.; PEREIRA, J. C. D. & CARPANEZZI, A. A. Caracterização da madeira de taxi-branco-da-terra-firme *Sclerolobium paniculatum* Vogel) para energia, *Bol. Pesq. Flor.*, Curitiba, (6/7):33-44, 1983.
- TROCKENBRODT, M. & PARAMESWARAN, N. A contribution to the taxonomy of the genus *Inga* Scop. (Mimosaceae) based on the anatomy of the secondary phloem. *Iawa Bulletin*, Leiden, 7(1):62-71, 1986.
- TURRIL, W. B. Principles of plant geography. *Kew Bul.*, Kew, 12:208-237, 1939.
- VALIO, I. F. et alii. Estudo comparativo do balanço d'água de *Hymenaea stigonocarpa* Mart. e *H. stilbocarpa* Hayne, em condições de cerrado, na estação seca. *An. Acad. Bras. Ciênc.*, Rio de Janeiro, 38(Supl.): 261-276, 1966.
- VELOSO, H. P. Fitofisionomia e algumas considerações sobre a vegetação do Centro-Oeste brasileiro. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, 46:813-852, 1948.
- WAIBEL, H. Vegetation and land use in the planalto central of Brazil. *Geograph. Rev.* New York, 38:529-554, 1948.
- WALTER, H. *Vegetação e zonas climáticas* -tratado de ecologia global. (Trad. A. T. Giová & e H. T. Buckup). São Paulo, EPU, 1986. 325 p.
- WARMING, E. *Lagoa Santa: Contribuição para o geographya phytobiológica*. (Trad. A. Loeftgren). Belo Horizonte. Imprensa Oficial, 1908. 282 p.
- WEBBER, I. E. The woods of sclerophyllous and desert shrubs and desert plants in California. *Am. J. bot.*, Columbus, 23:181-188, 1936.

WHATLEY, J. M. & WHATLEY, F. R. **A luz e a vida das plantas.** (Trad. G. M. Felipe). São Paulo, EPU/EDUSP, 1982. 101 p. (Temas de Biologia, v. 30).

WHERRY, E. T. Divergent soil reaction preferences of related plants. **Ecology**, Durban, 8:197-206, 1927.

WHITHMORE, T. C. Why do trees have different sort of bark? **New Scientist**, London, 312(8):33-331, 1962a.

_____. Studies in systematic bark morphology. I. Bark morphology in Dipterocarpaceae. **New Phytologist**, Oxford, 61:191-200, 1962b.

_____. Studies in systematic bark morphology. IV. The bark of beech, oak and sweet chestnut. **New Phytologist**, London, 62(3):161-169, 1963.

WILKINSON, H. P. The plant surface (mainly leaf). Parte I. Stomata. In: METACALFE, C. R. & CHALK, L. (eds.). **Anatomy of the dicotyledons.** 2ª ed. Oxford, Clarendon Press, 1979. p. 97-117. v. 1.

YARIHUAMÁN, D. A. & ZÁRATE, J. B. Determinacion del contenido tanico de la corteza de cinco arboles forestales de la amazonia peruana. **Rev. Flor. del Perú**, Lima, 10(1):91-101, 1980-1.

ZARUR, M. S. Comparative study of secondary phloem of 423 species of woody dicotyledons belong to 85 families. **Mem. N. Y. St. Coll. Agric.**, New York, 1959. p. 1-160.

ZIMMERMANN, M. H. Functional xilem anatomy of angiosperm trees. In: BAAS, P. (ed.). **New perspectives in wood anatomy.** The Hague, Martinus Nijhoff Publishers, 1982. p. 59-70.

A P P E N D I C E S

A P Ê N D I C E 1

Legenda de identificação dos solos da Reserva Ecológica do IBGE, Distrito Federal. (Segundo EMBRAPA, 1978).

<u>Legenda</u>	<u>Identificação</u>
LEd3	Latossolo Vermelho-Escuro Álico ou Distrófico A moderado, textura argilosa, fase cerrado subcaducifólio, relevo plano e suave ondulado.
LEd4	Latossolo Vermelho-Escuro Álico ou Distrófico A moderado, textura argilosa, fase campo cerrado, relevo plano e suave ondulado.
LVd3	Latossolo Vermelho-Amarelo Álico A moderado, textura argilosa, fase cerrado subcaducifólio, relevo plano e suave ondulado, substrato concrecionário.
LVd4	Latossolo Vermelho-Amarelo Álico A moderado, textura argilosa, fase campo cerrado, relevo plano e suave ondulado.
LVd6	Latossolo Vermelho-Amarelo Álico A moderado, textura média, fase cerrado subcaducifólio, relevo plano e suave ondulado.
CD12	Associação de cambissolo textura cascalhenta fase concreciombária + Cambissolo raso textura média fase cascalhenta, ambos Álicos argila de atividade baixa A moderado campo cerrado e campestre relevo plano e suave ondulado substrato filito, xisto, metassiltito e ardósia.
Hi1	Solos Hidromórficos Indiscriminados fase floresta perenifólia de várzea relevo plano.
Hi2	Solos Hidromórficos Indiscriminados fase campo

LegendaIdentificação

de várzea relevo plano.

Hi3 Solos Hidromórficos Indiscriminados fase campo
hidrófilo de surgente relevo plano e suave
ondulado.

A P Ê N D I C E 2

ESPÉCIES LENHOSAS MAIS COMUNS NAS MATAS CILIARES (MC) E CERRADOS (CE) DA RESERVA ECOLÓGICA DO IBGE, DISTRITO FEDERAL

(MC)	(CE)
<i>Acacia cf. paniculata</i>	<i>Agonandra brasiliensis</i>
<i>Alchornea iricurana</i>	<i>Aspidosperma dasycarpon</i>
<i>Aspidosperma subincanum</i>	<i>A. macrocarpon</i>
<i>Bauhinia rufa</i>	<i>Brosimum gaudichaudii</i>
<i>Lamanonia tomentosa</i>	<i>Byrsonima cocolobifolia</i>
<i>Byrsonima laxiflora</i>	<i>B. verbascifolia</i>
<i>Callisthene fasciculata</i>	<i>Caryocar brasiliense</i>
<i>Cheiloclinium cognatum</i>	<i>Connarus suberosus</i>
<i>Copaifera langsdorffii</i>	<i>Dalbergia violacea</i>
<i>Cordia selowiana</i>	<i>Didymopanax macrocarpum</i>
<i>Coussarea hydrangeifolia</i>	<i>Dimorphandra mollis</i>
<i>Didymopanax morototonii</i>	<i>Eremanthus glomerulatus</i>
<i>Diospyrus hispida</i>	<i>Eriotheca pubescens</i>
<i>Emmotum nitens</i>	<i>Erythroxylum suberosum</i>
<i>Fagara rhoifolia</i>	<i>Enterolobium gummiferum</i>
<i>Guettarda viburnoides</i>	<i>Hymenaea stigonocarpa</i>
<i>Hirtella glandulosa</i>	<i>Kielmeyera coriacea</i>
<i>Hymenaea cf. martiana</i>	<i>Miconia ferruginata</i>
<i>Inga spp</i>	<i>Myrsine guianensis</i>
<i>Maprounea guianensis</i>	<i>Neea guianensis</i>
<i>Matayba guianensis</i>	<i>Ouratea hexasperma</i>
<i>Miconia spp</i>	<i>Pisonia subferruginea</i>
<i>Myrcia velutina</i>	<i>Pouteria ramiflora</i>
<i>Myrsine ferruginea</i>	<i>Pterodon pubescens</i>
<i>Pera glabrata</i>	<i>Qualea grandiflora</i>

(MC)

Piper spp
Piptadenia communis
Piptocarpha macropoda
Terminalia phaeocarpa
Virola sebifera
Vismia guianensis
Xylopia aromatica

(CE)

Q. multiflora
Q. parviflora
Salacia crassifolia
Stryphodendron adstringens
Styrax ferrugineus
Vochysia elliptica
V. thyrsoidea

A P Ê N D I C E 3

MADEIRA. Resumo do cálculo dos valores de t para comparação das médias das variáveis estudadas quantitativamente

V A R I Á V E I S	VARIE- DADES	SOMA	MÉDIA	SOMA CORRIGIDA DOS QUADRADOS	VARIÂNCIA AGRUPADA	t CALCULADO
Vasos						
Frequência	R	12,60	2,52	0,04	0,0125	2,687+
	S	11,64	2,33	0,06		
Diâmetro	R	857,94	171,59	255,44	88,05	2,49+
	S	783,96	159,79	448,99		
Comprimento	R	1374,56	274,91	1348,25	661,85	7,82+
	S	1247,26	249,45	3946,55		
Pontuações						
Intervasculares	R	49,66	9,93	4,61	0,99	3,48+
	S	38,72	7,35	3,31		
Radiovasculares	R	44,16	8,83	1,94	0,54	13,88+
	S	37,72	7,54	2,37		
Raios						
Frequência	R	17,23	3,45	0,46	0,077	0,342-
	S	16,31	3,26	0,16		
Altura (mm)	R	1,23	0,28	0,0005	0,0008	0,447-
	S	1,27	0,25	0,0059		
Lagura (µm)	R	90,38	18,01	4,48	0,705	4,97+
	S	103,24	20,65	1,16		
Fibras						
Diâmetro	R	96,38	19,28	4,24	2,700	13,03+
	S	106,40	21,28	7,61		
Diâmetro do lúmen	R	48,49	9,70	11,47	2,49	0,571-
	S	51,33	10,27	8,44		

A P Ê N D I C E 3

MADEIRA. Resumo do cálculo dos valores de t para comparação das médias das variáveis estudadas quantitativamente (Cont.)

V A R I Á V E I S	VARIE- DADES	SOMA	MÉDIA	SOMA CORRIGIDA DOS QUADRADOS	VARIÂNCIA AGRUPADA	t CALCULADO
Espessura da parede Comprimento	R	23,94	4,79	1,18	0,220	2,42+
	S	17,57	5,51	0,58		
	R	4,66	0,93	0,004	0,001	0,20-
	S	4,64	0,93	0,004		

Obs.: 1) Variedade R = rubiginosum e S = subvelutinum

2) + Valor significati (R e S diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade).

3) - Valor não significativo (R e S não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade).

A P Ê N D I C E 4

FOLHAS. Resumo do cálculo dos valores de t para comparação das médias estudadas quantitativamente

V A R I Á V E I S	VARIE- DADES	SOMA	MÉDIA	SOMA CORRIGIDA DOS QUADRADOS	VARIÂNCIA AGRUPADA	t CALCULADO
Folhas						
Comprimento	R	186,93	37,39	7,72	1,277	16,392+
	S	128,37	25,67	2,50		
Nº pares folíolos	R	12,93	2,59	0,00	0,000	0,200-
	S	11,97	2,39	0,00		
Folíolos						
Comprimento	R	73,15	14,63	1,93	0,357	7,063+
	S	59,78	11,96	0,93		
Largura	R	31,33	6,27	0,54	0,081	10,500+
	S	21,90	4,38	0,11		
Área foliar	R	303,19	60,64	10,36	12,296	12,998+
	S	197,83	39,57	88,01		
Peso seco	R	3,53	0,71	0,003	0,004	1,675-
	S	3,20	0,64	0,031		
Índice esclerofilia	R	2,92	0,58	0,000	0,0002	24,555+
	S	4,03	0,81	0,002		
Células epidérmicas						
Frequência						
Face adaxial	R	245,13	49,03	27,26	7,852	11,332+
	S	345,54	69,11	35,56		
Face abaxial	R	219,45	43,59	39,75	5,142	17,475+
	S	343,77	68,75	1,39		
Comprimento						
Face adaxial	R	155,37	31,07	29,67	4,455	42,856+
	S	98,20	19,64	5,97		

A P Ê N D I C E 4

FOLHAS. Resumo do cálculo dos valores de t para comparação das médias estudadas quantitativamente (Cont.)

V A R I Á V E I S	VARIE- DADES	SOMA	MÉDIA	SOMA CORRIGIDA DOS QUADRADOS	VARIÂNCIA AGRUPADA	t CALCULADO
Face abaxial	R	127,11	25,42	12,04	1,641	8,308+
Largura	S	93,45	18,69	1,09		
Face adaxial	R	100,49	20,10	32,32	5,811	4,475+
	S	66,40	13,28	14,17		
Face abaxial	R	79,00	15,80	4,07	0,686	6,889+
	S	60,95	12,19	1,42		
Espessura						
Face adaxial	R	104,04	20,81	14,53	2,945	10,728+
	S	162,25	32,45	9,03		
Face abaxial	R	60,32	12,06	3,28	0,625	8,980+
	S	82,73	16,55	1,72		
Estômatos						
Frequência	R	87,02	15,60	0,67	0,404	60,000+
	S	102,14	20,43	2,56		
Comprimento	R	147,55	29,51	17,78	2,941	7,103+
	S	109,04	21,81	5,75		
Largura	R	75,81	15,36	2,90	0,464	20,348+
	S	32,96	6,59	0,81		

A P Ê N D I C E 4

FOLHAS. Resumo do cálculo dos valores de t para comparação das médias estudadas quantitativamente (Cont.)

V A R I Á V E I S	VARIE- DADES	SOMA	MÉDIA	SOMA CORRIGIDA DOS QUADRADOS	VARIÂNCIA AGRUPADA	t CALCULADO
Mesofilo						
Espessura						
Parênquima paliçádico	R	439,89	87,98	52,93	15,632	20,120+
	S	691,40	138,28	72,13		
Parênquima esponjoso	R	537,54	107,51	160,47	23,560	10,169+
	S	693,59	138,72	28,01		
Espessura total	R	977,36	195,47	336,30	72,461	15,015+
	S	1381,23	276,25	243,39		

Obs.: 1) Variedade R = rubiginosum e S = subvelutinum.

2) + Valor significativo (R e S diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade).

3) - Valor não significativo (R e S não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade).