

MARIANA DE ANDRADE WAGNER

**MORFO-ANATOMIA DO CAULE DO VIME BRASILEIRO (*SALIX X
RUBENS*, SCHRANK)**

Monografia submetida ao Departamento de Botânica da UFPR, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas

Orientadora: Prof(a). Dra. Maria Cecília Chiara Moço

**CURITIBA
2005**

Tudo passa – sofrimento, dor, sangue, fome, peste. A espada também passará, mas as estrelas ainda permanecerão quando as sombras de nossa presença e nossos feitos se tiverem desvanecido da Terra. Não há homem que não saiba disso. Por que então não voltamos nossos olhos para as estrelas? Por quê?

- Mikhail Bulgakov

AGRADECIMENTOS

Agradeço do fundo do meu coração:

- ◆ ao professor Gregório Cecantini pela inspiração e orientação;
- ◆ a professora Graciela Muñiz por me ajudar nos primeiros passos desse trabalho;
- ◆ ao Sr. Dieter Brandes e ao Tássio Rech na EPAGRI
- ◆ à orientadora Maria Cecília Chiara Moço por aceitar me orientar em Anatomia da Madeira, por sua compreensão nos momentos difíceis, sem ela não teria conseguido chegar até aqui;
- ◆ à professora Cleusa Bona que me ensinou as técnicas e tirou dúvidas;
- ◆ ao Nilson pelas ajudas no laboratório, e as tantas risadas;
- ◆ ao Alison pela ajuda indispensável, apoio moral, e também pelas risadas;
- ◆ ao Paulo, pelo amor, suporte, compreensão e constância;
- ◆ à Elza que me ajudou a fazer algo meu;
- ◆ aos meus pais, por todo o suporte de vida;
- ◆ à professora Thelma que deu o empurrãozinho final;

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
I. INTRODUÇÃO	1
1. O GÊNERO SALIX E SUA IMPORTÂNCIA ECONÔMICA	1
2. ESTUDOS ANAT GÊNERO SALIX	3
III. OBJETIVOS	6
1. OBJETIVO GERAL	6
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
IV MATERIAL E MÉTODOS	7
1. MATERIAL BOTÂNICO	7
2. FIXAÇÃO	7
3. PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS	7
a) Microscopia fotônica	7
b) Microscopia eletrônica de varredura	8
V. RESULTADOS	9
1. CARACTERIZAÇÃO MORFO-ANATÔMICA DO CAULE	9
2. CARACTERIZAÇÃO DO XILEMA SECUNDÁRIO	9
a) Anéis de crescimento	9
b) Vasos (Poros)	9
c) Fibras	10
d) Parênquima axial	10
e) Raios	10
VI. DISCUSSÃO	16
VII. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	19
VIII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

RESUMO

Na região do Planalto Serrano em Santa Catarina existe a cultura do vime, plantas do gênero *Salix* usadas para o artesanato de traçado. A espécie mais cultivada na região é o híbrido *Salix x rubens* Schrank que, segundo artesãos, não apresenta boa qualidade para o artesanato de traçado fazendo com que muitos prefiram importar vime do Chile da espécie *Salix viminalis* L. A Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) no município de Lages desenvolve um programa para o melhoramento da qualidade do vime da região. Foi caracterizada a anatomia do caule do híbrido *S. x rubens* e percebeu-se que qualitativamente esta não difere de outras espécies do gênero. As características quantitativas foram comparadas ecologicamente com a de outras espécies e foi observado que seus elementos de vaso têm características de hidrófita emergente diferente das características de espécies de *Salix* em ambientes méxicos e xéricos. Quanto às características do híbrido para o artesanato alguns trabalhos indicaram que o vime brasileiro requer menor energia para a quebra do ramo que ramos de *Salix viminalis*, é possível que isso se deva à diferente composição das ligninas da parede celu

ABSTRACT

In the Plateau area of Santa Catarina State in Southern Brazil there are plantations of willow trees of the genus *Salix* used for basketry. The species most planted in the region is the hybrid *Salix x rubens* Schrank, which, according to craftsmen, is not of good quality for basketry making most weavers import willow from Chile of the species *Salix viminalis* L. The research institute: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) in the city of Lages, is developing a program to improve the willow quality from the region. In this work it was characterized *S. x rubens*' stem wood anatomy and it was observed that there are no qualitative difference from that of other *Salix* species. The quantitative characteristics were compared in regards to ecology, and it was observed that vessel elements dimensions are of a hydrophilic plant, different from vessel elements dimensions of xeric and mesic plants. When it comes to characteristics for basketry and weaving, some authors indicated that *Salix x rubens* requires less energy to break the twig than *Salix viminalis* twig, this may be due to the different composition of lignin in the cell wall

I. INTRODUÇÃO

1. O GÊNERO *SALIX* E SUA IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

O gênero *Salix*, família Salicaceae, compreende 400 espécies e cerca de 200 híbridos, está distribuído em todos os continentes, ocorrendo desde regiões quentes tropicais (América Central e África) até regiões árticas (Norte da Europa, Canadá e Alasca). Somente a espécie *S. humboldtiana* Wild é endêmica da América do Sul, (Newsholme, 2003).

Hoje, espécies do gênero *Salix* são usadas em uma variedade de funções como: ornamental, cestaria, fabricação de móveis, matéria-prima para a produção de papel e combustível para produção de energia. Outras espécies, ainda, podem ser usadas como barreira contra erosão nas margens dos rios, como uma alternativa de florada para as abelhas na produção de mel e, também, para alimentação de ruminantes. Atualmente, a aplicação medicamentosa da substância salicina, extraída de espécies de *Salix*, como antitérmico e analgésico, foi substituída pela produção sintética da aspirina, contendo ácido salicílico (Newsholme 2003).

Sua utilização para o artesanato foi muito difundida na Europa, na Ásia e na América do Norte, e foi um dos fatores responsáveis pela presente distribuição mundial deste gênero, uma vez que os países trocavam entre eles espécies e híbridos (Newsholme 2003).

Na Inglaterra, as espécies mais usadas para cestaria são *Salix triandra* L., *Salix purpurea* L. e *Salix viminalis* L. Na América do Norte, os produtores estão preferindo usar as espécies nativas *Salix scouleriana* Barr., *Salix eriocephala* Michx. e *Salix petandra* L., e a exótica *S. purpurea* L. (Newsholme 2003.). A indústria de móveis de vime já foi bem desenvolvida na França, Espanha e Itália, porém hoje está mais fortemente presente nos países do Leste Europeu (Moura, 2002).

O nome popular dado às espécies de *Salix* usadas para artesanato no Brasil é vime. O vime brasileiro foi identificado como *Salix X rubens* Schrank, um híbrido entre as espécies *S. alba* L. e *S. fragilis* L., pela especialista Bettina Braun (Moura 2002).

A espécie *Salix X rubens* Schrank é uma árvore entre 20 e 30 metros de altura, com muitos ramos, folha lanceolada com ápice acuminado e bordo serrado,

dióica com inflorescências do tipo amento, com ráquis pubescente, flores nuas, protegidas por uma bráctea, ovário glabro, estigma bifido e dois estames glabros livres entre si (Newsholme, 2003) (Figura 2).

A cultura do vime brasileiro se baseia na reprodução por estaquia. O tronco principal, desenvolvido a partir da estaca, sofre uma poda apical. Cortes freqüentes provocam um crescimento em diâmetro formando a chamada “cabeça do vimeiro” (Figura 1 e 3). A partir da cabeça originam-se ramificações, as quais são podadas após um ano de desenvolvimento (Figura 4). Estes ramos anuais do vimeiro são chamados de varas pelos artesãos e, após um processamento (cozimento, retirada da casca e secagem) servem de matéria-prima para a cestaria e para indústria de móveis.

Esta cultura é exigente quanto às condições climáticas de cultivo, pois perde todas as folhas entre abril e maio e, para que ocorra a quebra da dormência das gemas axilares, é necessário um período com baixa temperatura (Arruda, 2000). A região do Planalto Serrano do Estado de Santa Catarina tem se mostrado a mais propícia para o cultivo deste híbrido. Esta região corresponde a 90% da produção nacional, a qual é concentrada, principalmente, nos municípios de Bom Retiro, Bocaina do Sul, Rio Rufino, Urubici, Urupema, Palmeira e Rio dos Cedros (Silva, 1999).

Os artesãos consideram a qualidade do vime brasileiro inferior quando comparado ao produzido no Chile (*S. viminalis*) (Arruda, 2000). Alguns estudos sobre as propriedades mecânicas das espécies de *Salix* constataram que nas espécies *S. x rubens* e *S. viminalis* os ramos são mais quebradiços (Lautenschlager e Lautenschlager-Fleury, 1994, Beismann et al. 2000). Em publicação técnica da Embrapa, Moura (2002) comenta que a qualidade inferior das varas se deve a presença de menos lenho e mais medula, deixando o material com menor resistência, flexibilidade, torcedura e elasticidade, características essas importantes no artesanato. Além disso, existem problemas climáticos e edáficos que dificultam a produção de *S. viminalis* em grande escala no Brasil. Por estes motivos, os artesãos brasileiros importam o vime do Chile aumentando os custos da produção.

Devido a esta problemática a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) está executando um projeto de “Desenvolvimento sustentável da cultura do vime (*Salix* spp.) para artesanato no Planalto Catarinense”,

cujos objetivos são: introdução de novas espécies e instalação de um programa de melhoramento genético visando o aumento da qualidade das varas. O projeto vem sendo desenvolvido desde novembro de 2002 e já introduziu mudas de 13 espécies e 4 variedades e estacas de 5 espécies, todas originárias da Alemanha. A espécie *S. viminalis* foi introduzida na forma de mudas e estacas vindas de Portugal e Alemanha, mas foi a que demonstrou menor percentual de sobrevivência (Moura, 2002). Para compensar essa perda a EPAGRI trouxe mudas e estacas da Argentina e estas se desenvolveram com sucesso (Dieter Brandes, com. pess.).

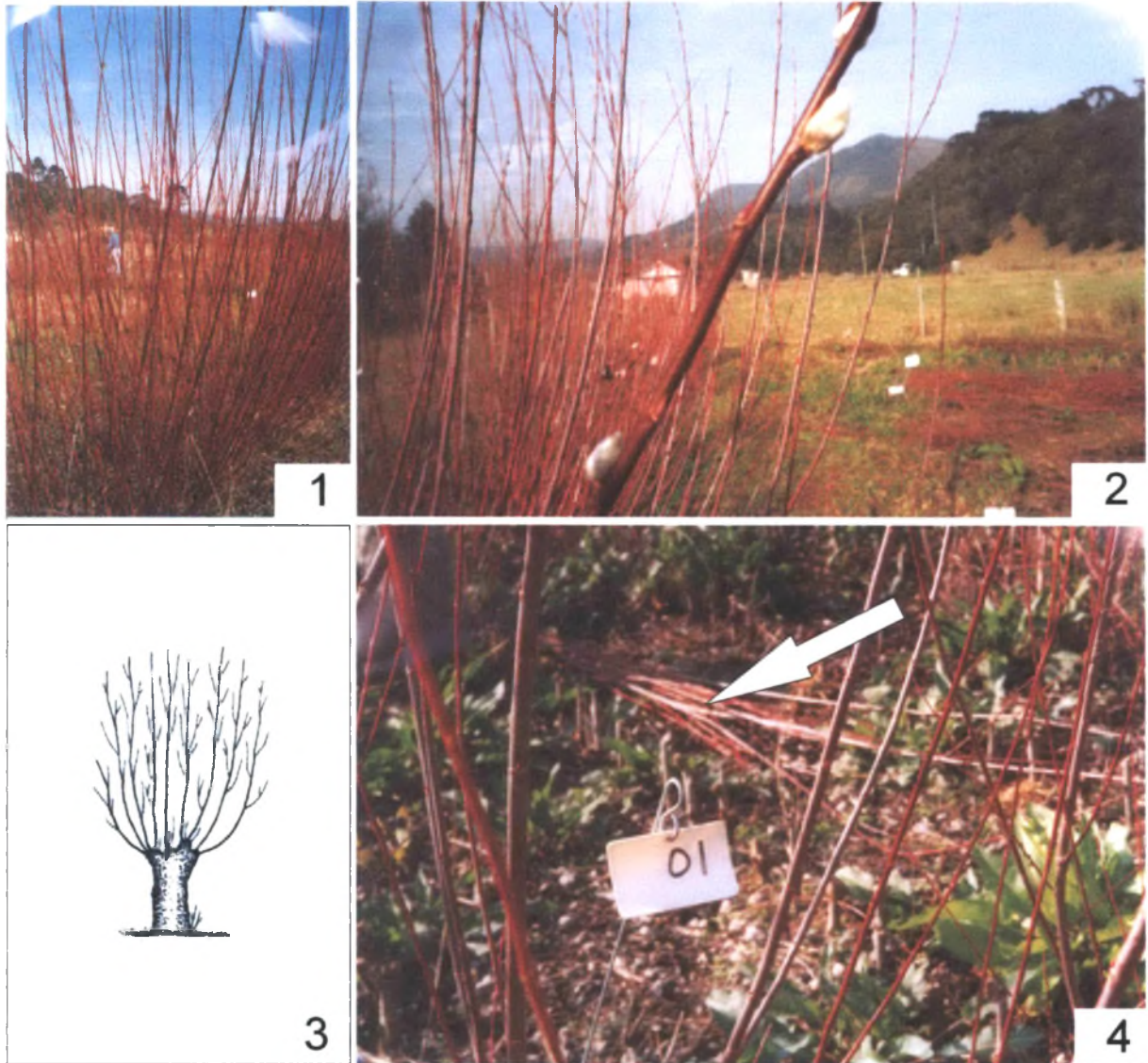
2. ESTUDOS ANATÔMICOS NO GÊNERO *SALIX*

A identificação das espécies de *Salix* é difícil porque as plantas são dióicas, em algumas espécies as folhas não estão completamente desenvolvidas no período de floração, apresentam grande variação na forma da folha dentro da mesma espécie e formam híbridos livremente. A fim de ultrapassar estas dificuldades, diversos autores têm feito estudos anatômicos e comparativos da estrutura foliar (Skvortsov & Golysheva, 1966; Binns & Blunden, 1969, 1980) e estrutura da madeira (Ryu & Soh, 1988; Sennerby & Forsse, 1989; Klasnja & Kopitovic, 1997).

Schoch (2004) estudou a variabilidade na estrutura da madeira de espécies da Europa Central, incluindo espécies de *Salix*. A comparação de caracteres da anatomia da madeira pode ser aplicada em estudos de sistemática, ecologia e evolução (Carlquist, 2001). Alguns trabalhos têm sido feitos no gênero relacionando características estruturais do xilema secundário com as condições ambientais (Cooper & Cass, 2001; Chavchavadze *et al.*, 2002; Sizonenko & Chavchavadze; 2002). Estas mesmas características também têm sido aplicadas para a avaliação da qualidade da madeira utilizada na indústria moveleira (Bloskova *et al.*, 1983; Boever *et al.* 2002; Blossfeld *et al.*, 1990; Keil, *et al.*, 2000.; Leclercq *et al.*, 1997) e na fabricação de papel (Senisterra *et al.* 2000). Não há trabalhos relacionando as características dos elementos do lenho com a qualidade das varas de vime utilizadas em artesanato com trançado.

Esse trabalho é de importância para o aumento da qualidade das varas de vime do Planalto Catarinense, pois o conhecimento da morfo-anatomia do caule de

Salix x Rubens, auxilia na análise de seus problemas e potencialidades quanto ao artesanato de trançado.



Figuras 1-4: Cultura de vime no Município de Bocaina do Sul, SC. 1. Aspecto geral de um indivíduo de *S. x rubens*. 2. Detalhe da inflorescência de *S. x rubens*. 3. Aspecto da cabeça do vimeiro depois da poda apical e podas laterais anuais. 4. Detalhe das varetas durante a poda de vime (seta).

III. OBJETIVOS

1. OBJETIVO GERAL:

Caracterizar a morfo-anatomia do caule de *Salix x rubens* Schrank.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Descrever os tecidos e a organização destes no caule de *S. x rubens*.
- Descrever a estrutura das fibras, dos elementos de vaso e dos raios do xilema secundário do caule de *S. x rubens*.

IV. MATERIAL E MÉTODOS

1. MATERIAL BOTÂNICO

A coleta do material de *S. x rubens* foi feita em setembro de 2004, na propriedade da EPAGRI, em Lages, Santa Catarina. Foram selecionadas 20 cabeças de vimeiro com ramos de um ano de desenvolvimento. Foi coletada uma amostra de 10cm, de um dos ramos de cada cabeça, na altura de 50cm da base. O diâmetro de cada amostra foi mensurado.

2. FIXAÇÃO

As amostras foram fixadas em FAA 70 (álcool etílico, ácido acético e formaldeído 90:5:5) (Johansen, 1940), a vácuo, por 24 horas. Após a fixação, o material foi transferido e armazenado em álcool etílico 70%.

3. PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS

a) Microscopia Fotônica

Todo o material para análise em microscópio fotônico foi processado no Laboratório de Botânica Estrutural, do Departamento de Botânica da UFPR. Para a dissociação e mensuração dos elementos do xilema, o material foi imerso em solução de Peróxido de Hidrogênio e Ácido Acético, segundo Franklin, (1945 *apud* Kraus & Arduin, 1997), colocado em estufa a 60°C até a dissociação completa, lavado em água destilada, desidratado em série de álcool-etílico e xilol, corado com safranina (em álcool-xilol 1:1) e montado entre lâmina e lamínula com resina sintética Permout®.

Para obtenção de seções anatômicas (transversais, tangenciais e radiais), o material foi hidratado e amolecido através de cozimento em panela de pressão por seis horas. Posteriormente, foi infiltrado em polietileno (Kraus & Arduin, 1997 modificado), seguindo as etapas: a) 2 horas em polietileno diluído em água (1:1), a 60°C, em vidro com tampa fechada e b) 24 horas a 60°C, com vidro destampado, até a evaporação total da água. Os espécimes foram colocados em fôrmas, as quais foram completadas com polietileno, resfriados e montados em suporte de madeira.

Antes de fazer cada corte foi colado um recorte de fita durex invisível transparente 3M® no bloco para facilitar a secção. Os cortes foram feitos com micrótomo de rotação com espessura de 15 µm. Os fragmentos de fita com os cortes aderidos foram colados nas lâminas com adesivo Haupt, essas ficaram empilhadas sob um peso durante uma semana para que os cortes se fixassem na lâmina. As lâminas foram mergulhadas em xilol para soltar os fragmentos de fita, e os cortes foram corados com Azul de Astra e Fucsina (Luche *et al.*, 1996 *apud* Kraus & Arduin 1997). O material foi montado entre lâmina e lamínula com resina sintética Permout®.

Cortes a mão livre foram submetidos a testes com Sudan III para identificar presença de suberina e cutina; com floroglucinol para lignina; e com cloreto férrico para compostos fenólicos.

As descrições das características anatômicas do lenho e dos tipos celulares, fibras do xilema e elementos de vaso, seguiram os parâmetros determinados pelo comitê da IAWA (1989).

O material foi mensurado no microscópio fotônico Olympus CBB, com objetiva micrometrada, e analisado e fotomicrografado no microscópio fotônico Zeiss Oxiolab com câmara fotográfica acoplada (digital Sony PC 200).

b) Microscopia eletrônica de varredura

As amostras foram desidratadas a 60°C, por 48 horas, montadas em suportes de alumínio e metalizadas com ouro em metalizador Balzers SCD 050. A análise e o registro eletromicrográfico foram feitos no microscópio eletrônico de varredura Philips modelo SEM-505, do Centro de Microscopia Eletrônica da UFPR.

V. RESULTADOS

1. CARACTERIZAÇÃO MORFO-ANATÔMICA DO CAULE

O caule, em secção transversal, apresenta epiderme unisseriada, córtex com hipoderme, floema primário, floema secundário, câmbio, xilema secundário e medula (Figura 5, 6, 7, e 8). A epiderme apresenta cutícula espessa e paredes anticlinais finas, que durante o crescimento secundário sofre compressão. O córtex é composto de hipoderme com parede periclinal externa muito espessada com depósito de suberina e aproximadamente oito camadas de células parenquimáticas com grande depósito de compostos fenólicos (Figura 5 e 6). O floema primário aparece associado a uma calota de fibras pouco lignificadas (figura 5 e 6). O floema secundário apresenta células de raio com depósito de compostos fenólicos e feixes de fibras dispersos entre as células parenquimáticas (células de transferência e células companheiras) e os elementos de tubo crivado (figura 5 e 6). O câmbio apresenta-se com aspecto de faixa cambial com quatro camadas de células (Figura 5 e 6). O xilema secundário ocupa uma área de mais de cinquenta por cento do diâmetro do caule e detalhes de sua citologia encontram-se no item 2 dos resultados. A medula é composta por células parenquimáticas de paredes finas sem conteúdo específico.

2. CARACTERIZAÇÃO DO XILEMA SECUNDÁRIO

a) Anéis de Crescimento

Os anéis de crescimento estão ausentes nos ramos de um ano coletados (Figura 7 e 8).

b) Vasos (Poros)

A porosidade é difusa com arranjo diagonal dos vasos, mais que 90 % dos vasos são solitários com raros agrupamentos radiais de dois a três vasos e índice de vasos por agrupamento de 1,56 (Figura 9), a forma da secção dos vasos é angular

(Figura 10), as placas de perfuração são simples (Figuras de 11 a 13 e 19 a 22), as pontoações intervasculares são alternas poligonais (Figuras de 13 a 16) e as pontoações raio-vasculares são arredondadas, grandes, com bordas muito diminuídas, tem aparência de pontoações guarnecidas (Figura 17 e 18).

As medidas de comprimento do elemento de vaso, diâmetro tangencial do lume e de densidade dos vasos (número de vasos por milímetro quadrado) estão apresentadas na Tabela 1.

c) Fibras

As fibras têm pontoações simples muito pequenas e são septadas (Figuras de 23 a 27), suas paredes são de delgadas a espessas (Figura 10), a medida de comprimento médio está demonstrada na Tabela 1.

Tabela 1: Descrição aritmética das médias dos elementos de vasos e fibras da amostra de *Salix X rubens* Schrank.

Medidas	Média e DP	Classe*
Comprimento do elemento de vaso (μm)	445,81 \pm 51,66	350-800 μm
Número de elementos de vaso/ mm^2	120,6 \pm 1,67	\geq 100 vasos/ mm^2
Diâmetro tangencial do lume do elemento de vaso (μm)	55,57 \pm 8,85	50-100 μm
Comprimento das fibras (μm)	711,16 \pm 149,99	\leq 900 μm

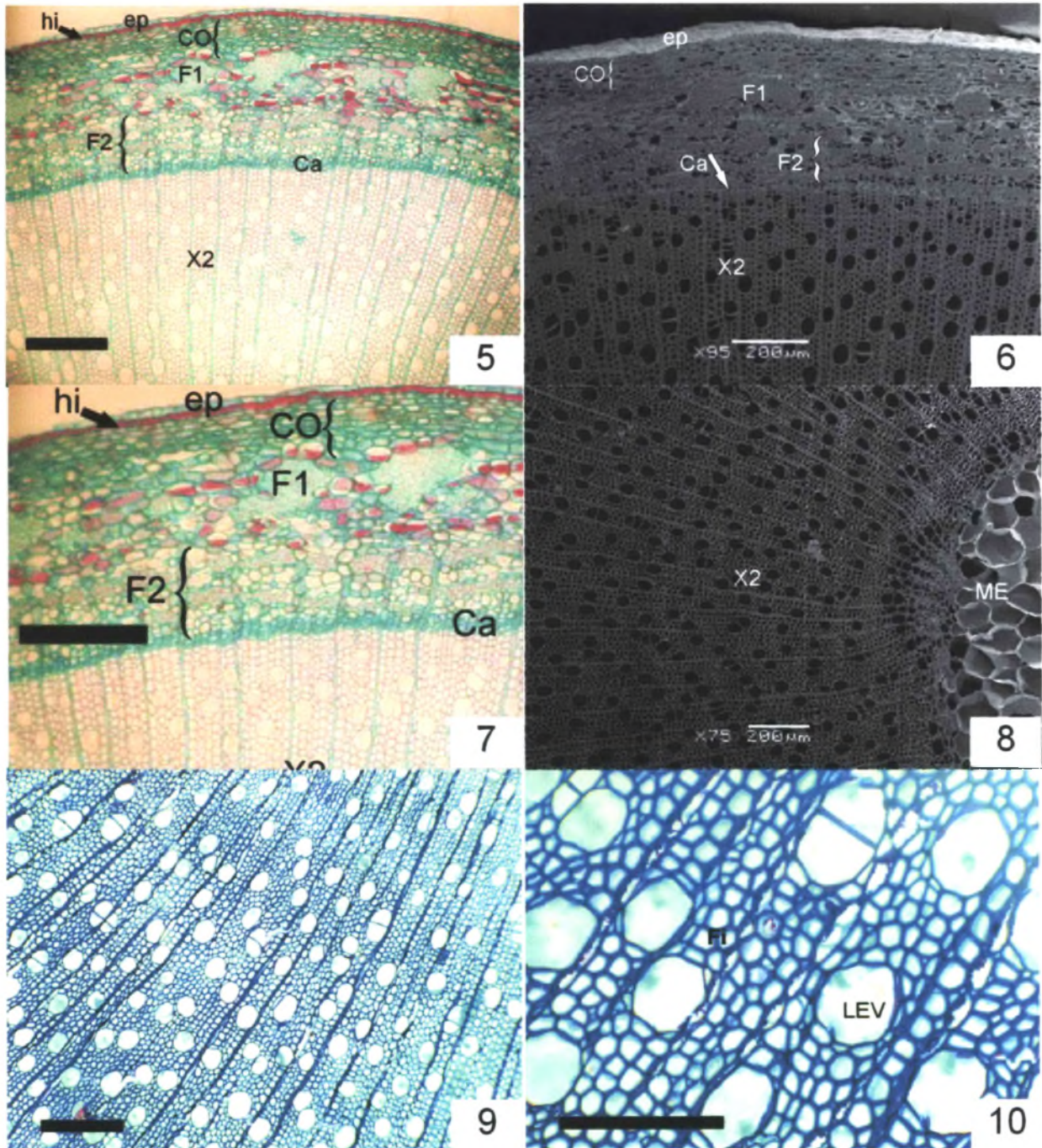
*Classes consideradas pelo IAWA list of microscopic features for hardwood identification, (IAWA, 1989)

d) Parênquima Axial

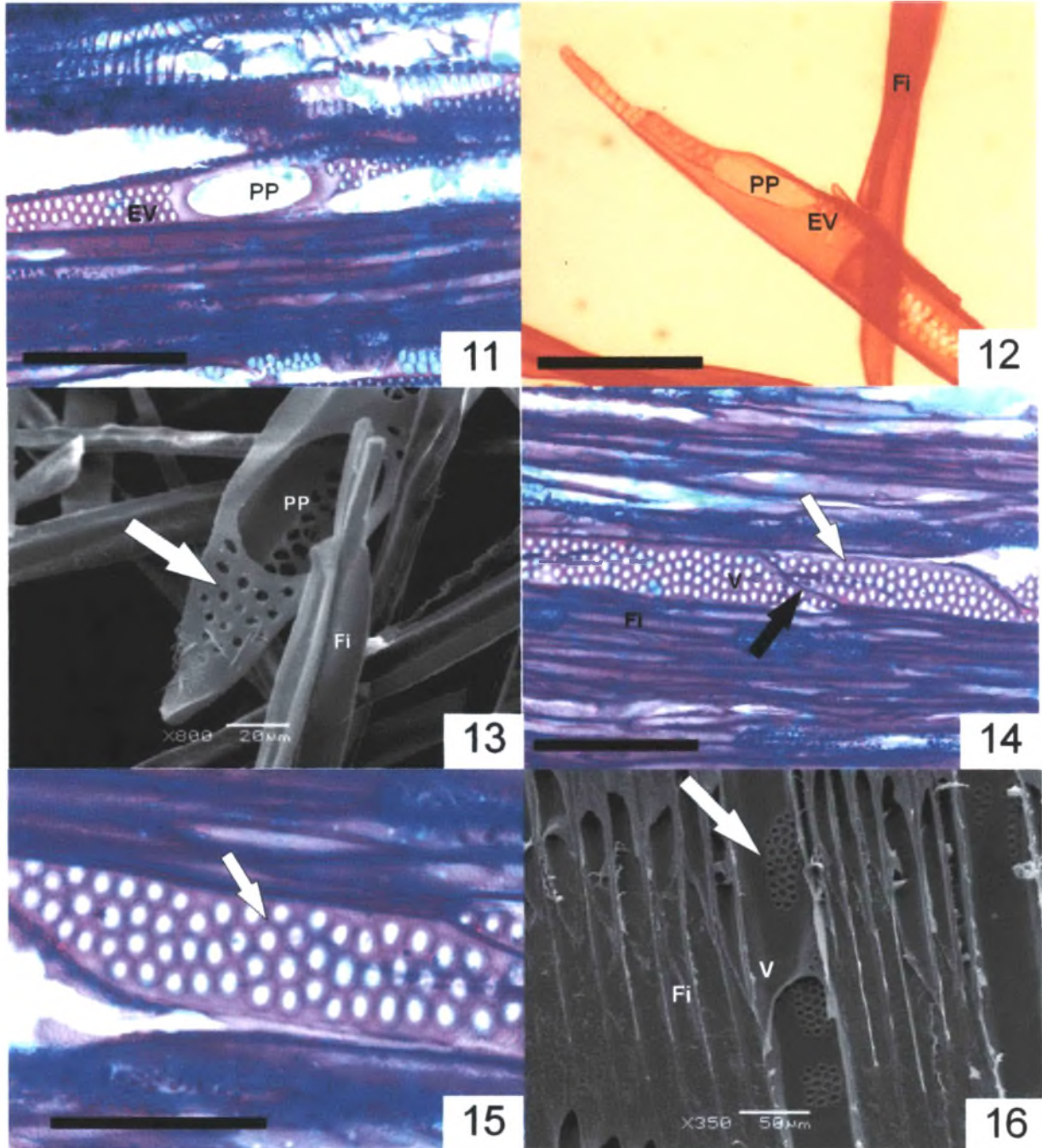
Parênquima axial difuso (Figura 22).

e) Raios

Os raios são exclusivamente uniseriados, heterocelulares, com células procumbentes, células quadradas e eretas, em filas de uma ou duas células na maioria das vezes marginais (Figuras de 26 a 28). A altura do raio é menor que 1 milímetro. Existe uma média de 10,5 raios por milímetro linear em corte tangencial



Figuras 5-10: Secções transversais do caule de *Salix x rubens*. Coloração dupla de azul de astra com fucsina nas fig. 5, 7, 9 e 10. 5. Vista geral evidenciando córtex, floema e xilema, MF. 6. Vista geral evidenciando córtex, floema e xilema, em MEV. 7. Detalhe da região cortical e floema, MF. 8. Vista geral do xilema secundário (X2) e medula (ME), em MEV. 9. Xilema secundário com arranjo diagonal dos vasos e porosidade difusa, MF. 10. Detalhe do xilema secundário evidenciando vasos solitários e agrupamentos, MF. Ca-câmbio; CO-córtex; ep-epiderme; F1-floema primário; F2-floema secundário; Fi-fibras; hi-hipoderme; LEV- lume elemento de vaso; ME-medula; X2-xilema. Barra de escalas = 200 µm nas fig. 5, 7 e 9; = 100 µm na fig 10



Figuras 11 a 16: Características dos EV de *Salix x rubens*. Coloração dupla com azul de astra e fucsina nas fig 11, 14, e 15, e safranina na fig. 12. 11. Corte radial mostrando EV, MF. 12. Material macerado mostrando EV e fibras, MF. 13. Segmento terminal de EV, com pontoações (seta branca) e fibras, MEV. 14. Corte radial mostrando conexão entre dois EV (seta preta), e pontoações intervasculares (seta branca) MF. 15. Corte radial mostrando pontoações intervasculares (seta branca), MF. 16. Corte radial mostrando vaso com pontoações intervasculares (seta branca) e fibras, MEV. EV-elemento de vaso; Fi-fibra; PP-placa de perfuração; V-vaso. Barra de escalas = 100 μ m nas fig. 11, 12 e 14; = 50 μ m na fig 15.

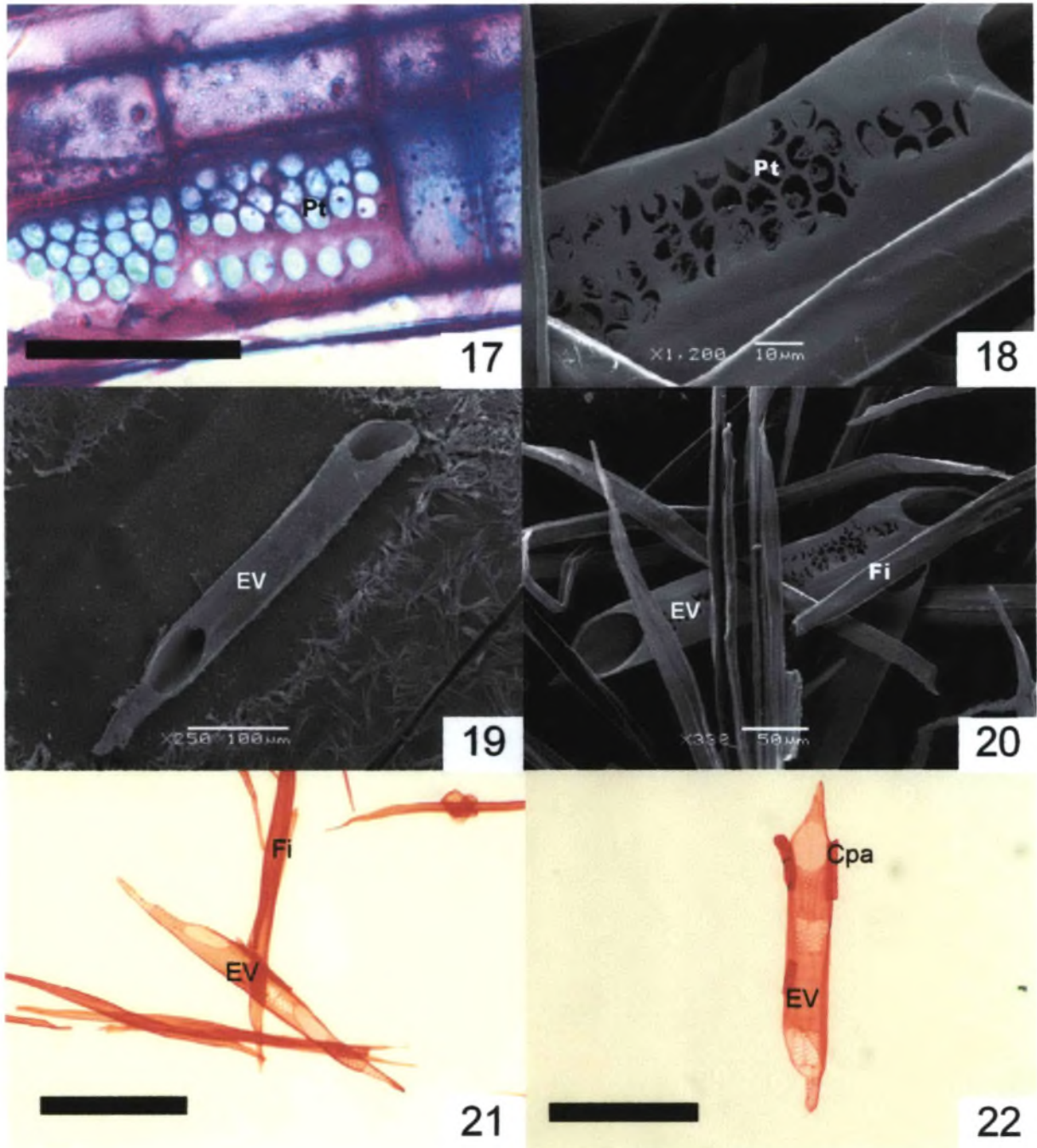


Figura 17 a 22: Características do xilema secundário de *Salix x rubens*. Coloração dupla com azul de astra e fucsina na fig. 17, e safranina nas fig. 21 e 22. 17. Corte radial mostrando células do raio e pontoações raio vasculares, MF. 18. Pontoações raio-vasculares no EV, MEV. 19. EV do xilema secundário, MEV. 20. EV e fibras do xilema secundário, MEV. 21. Material macerado mostrando EV e fibras do xilema secundário, MF. 22. Material macerado mostrando EV do xilema secundário e células do parênquima axial (Cpa), MF. Cpa-células do parênquima axial; EV-elemento de vaso; Fi-fibras; Pt-pontoações. Barra de escalas = 50 μm na fig. 17; = 200 μm nas fig. 21 e 22.

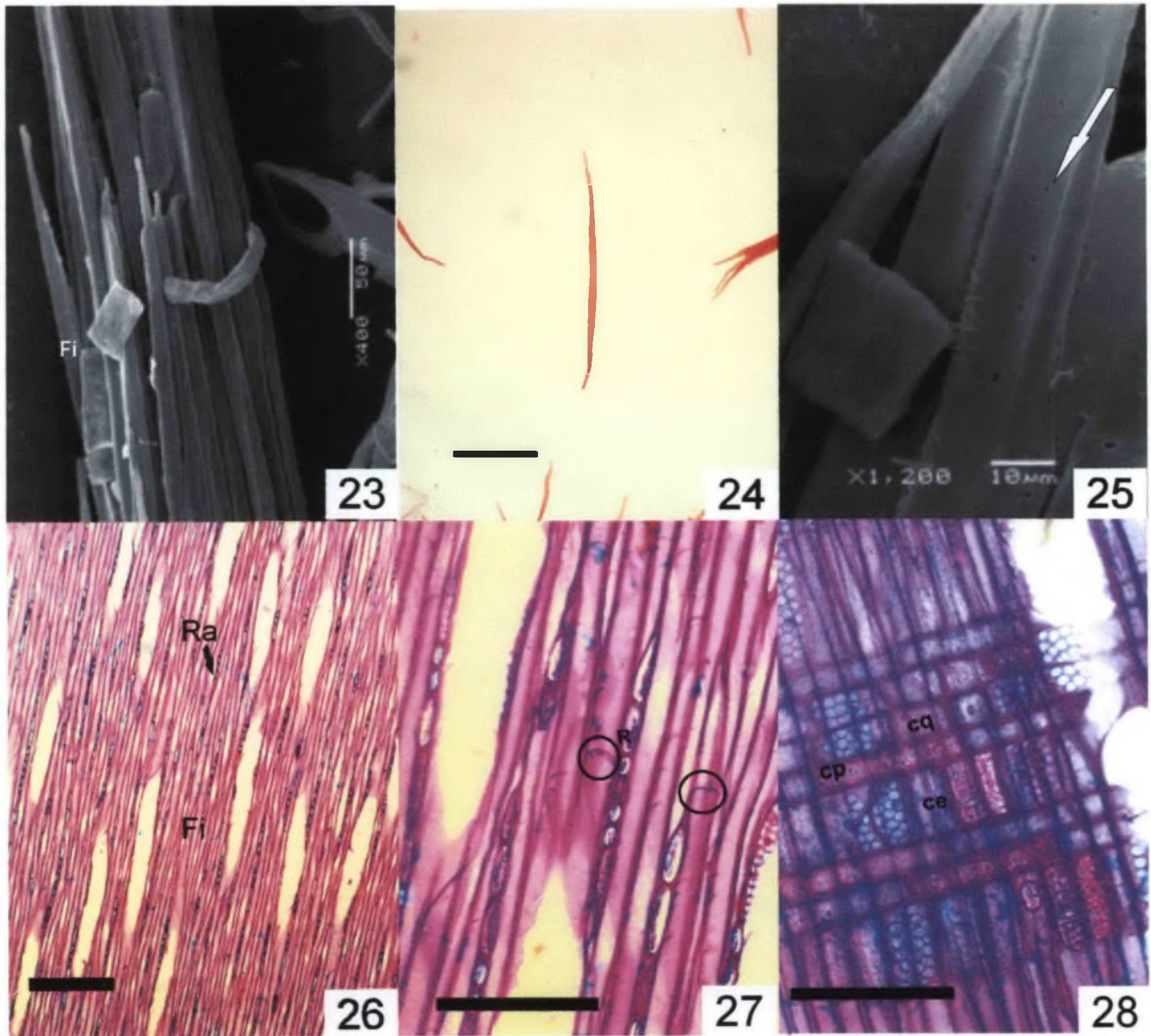


Figura 23 a 28: Características das fibras e dos raios do xilema secundário de *S. x rubens*. Coloração dupla com azul de astra e fucsina nas fig. 26, 27 e 28, e safranina na fig. 24. 23. Feixe de fibras do xilema secundário, MEV. 24. Material de macerado mostrando fibra do xilema secundário, MF. 25. Fibras com pontoações simples muito pequenas, seta branca, MEV. 26. Corte tangencial do xilema secundário mostrando disposição dos raios e das fibras, MF. 27. Corte tangencial evidenciando os raios unisseriados, e as fibras septadas, (septos circulado em preto) MF. 28. Corte radial mostrando disposição das células do raio, MF. ce-células eretas; cq-células quadradas; cp-células procumbentes; Fi-fibras; Pt-pontoações; R- raio. Barra de escalas = 200 μm fig 24 e 26. = 100 μm fig. 27 e 28.

VI. DISCUSSÃO

O híbrido *Salix x rubens* apresenta características qualitativas da madeira semelhantes ao registrado para as outras espécies de *Salix*, como: disposição dos poros difusa; vasos solitários, com raros agrupamentos radiais de dois e três vasos, placa de perfuração simples; e raios heterogêneos com células quadradas e eretas em fila de duas células, na maioria das vezes marginais; pontoações raio-vasculares arredondadas grandes e simples, com margem muito diminuída, e parênquima axial difuso. Esta uniformidade foi anteriormente constatada por Schoch (2004) quando comparou a anatomia da madeira de espécies arbóreas e arbustivas de *Salix*. Nas espécies de *Salix* também foi constatada a formação de anéis de crescimento, o que não foi observado em *S. x rubens*. A ausência de anéis de crescimento está, possivelmente, relacionada à idade do ramo coletado como amostra (um ano de idade) e, conseqüentemente, com o tamanho limitado do caule (Carlquist, 2001). Imagens de microscopia eletrônica de varredura apontam estruturas similares àquelas de pontoações guarnecidas nas pontoações raio-vasculares (Figura 18), porém nenhuma das espécies de *Salix* estudadas por Schoch (2004), apresenta pontoações raio vasculares guarnecidas. Carlquist, (2001) não inclui a família Salicacea na lista de famílias que possuem pontoações guarnecidas, e diz ser necessário cuidado pois em alguns casos o que parece tal estrutura é incrustações de produtos secundários da planta.

No entanto, as características quantitativas da madeira são muito utilizadas para comparações ecológicas entre as espécies de *Salix*. Cooper e Cass (2001) fizeram estudo sobre os elementos de vaso de espécies de *Salix* endêmicas das dunas de Athabasca (Canadá) comparando com espécies irmãs de dunas boreais (Canadá). Os dois locais de coleta apresentam déficit hídrico devido a baixas temperaturas e solo arenoso que permite a alta percolação da água (ambientes xéricos). As espécies de ambientes xéricos apresentam elementos de vaso mais curtos e finos em maior densidade, quando comparadas as de ambientes métricos (Bass et al., 1983; Carlquist, 2001). A segurança e a eficiência no transporte de água são a chave para o xilema de espécies xerófitas ou de árvores muito altas, pois sofrem, freqüentemente, pressões hídricas negativas. Os elementos de vaso mais largos são mais eficientes na condução, mas são mais vulneráveis ao embolismo

(Bass et al., 1983). Apesar da região de Athabasca ser considerada um ambiente xérico, as espécies de *Salix* se enraízam profundamente atingindo o lençol de água subterrâneo e, por isso, apresentam características mesomorfas quando comparadas com as espécies boreais xeromorfas (ver anexo 1). O híbrido *S. x rubens* ocorre em margens de rios e é submetido a alagamento periódico por períodos curtos, por esta razão, pode ser considerado uma hidrófita emergente. Os resultados encontrados neste trabalho confirmam esta hipótese, pois as medidas encontradas demonstram que os elementos de vaso são mais longos, com maior diâmetro e menor densidade quando comparadas com as espécies mesomorfas (ver anexo 1).

O estudo da anatomia da madeira também tem sido utilizado para se avaliar a qualidade da madeira com utilidade econômica. As espécies de *Salix* têm sido avaliadas na indústria moveleira (Bloskova et al., 1983; Boever et al. 2002; Blossfeld et al., 1990; Keil, et al., 2000.; Leclercq et al., 1997) e na fabricação de papel (Senisterra et al. 2000). Na cestaria, o vime brasileiro é considerado de qualidade inferior quando comparado ao produzido no Chile (*S. viminalis*) (Arruda, 2000). Provavelmente, devido à presença de menos lenho e mais medula, deixando o material com menor resistência, flexibilidade, torcedura e elasticidade, características essas importantes para o artesanato (Moura, 2002). No entanto, não há estudos que descrevam essas características. Poucos estudos abordam as propriedades mecânicas das espécies de *Salix* (Beismann et al. 2000). Lautenschlager e Lautenschlager-Fleury (1994, apud Beismann et al. 2000) constataram que nas espécies *S. x rubens* e *S. viminalis* os ramos são mais quebradiços. No entanto, Beismann et al. (2000), que estudou o aspecto das fibras após a quebra transversal de um ramo, concluiu que é necessária uma quantidade maior de energia para a quebra do ramo em *S. viminalis* quando comparado com *S. x rubens*. Os autores explicam que, em geral, após a quebra de um ramo, a parte superior, a qual sofreu tração, apresenta superfície lisa com algumas fibras torcidas e arrebitadas. Enquanto que, a parte inferior, a qual sofreu compressão, apresenta irregularidades e fragmentação das fibras. A superfície de quebra por tração de *S. x rubens* é muito lisa e com poucas fibras arrebitadas enquanto que, a de *S. viminalis* apresenta muitas fibras arrebitadas.

Apesar do trabalho de Beismann et al. (2000) não relacionar estas propriedades mecânicas com a indústria, é possível que estas possam ser aplicadas para a avaliação da qualidade da madeira também para a cestaria e fabricação de móveis. Não existem trabalhos que descrevam as características quantitativas da madeira de *S. viminalis* para se efetuar uma comparação com *S. x rubens*.

Outro aspecto que não é abordado nestes estudos é a composição da parede celular. Estudos recentes têm se dedicado a esclarecer a composição das ligninas e suas funções nas plantas. Christiernin et al. (2005) explicam que as ligninas são polímeros heterogêneos e que sua estrutura pode variar entre as camadas da parede celular e até entre regiões morfológicas diferentes na árvore. Os autores complementam que a diversidade na estrutura da lignina pode ser de fundamental importância para estudos da propriedade da madeira.

VII. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Os resultados obtidos neste trabalho são inéditos, já que não existem trabalhos que descrevem a anatomia da madeira deste híbrido, e atingem os objetivos propostos. Apesar de a amostra ter sido obtida de ramos jovens (um ano de idade), as características qualitativas descritas foram satisfatórias e não se diferenciam de outras espécies de *Salix*. As características quantitativas foram úteis em comparações sobre aspectos ecológicos.

No entanto, futuros estudos são necessários a fim de se determinar os parâmetros de avaliação da qualidade da madeira de *S. viminalis* e *S. x rubens* para cestaria no Brasil. Como podem ser constatadas, as características qualitativas da madeira não diferenciam as espécies e não existem estudos quantitativos em *S. viminalis* para se realizar uma comparação. Como o cultivo de *S. viminalis* no Brasil é difícil, devido a características edáficas e climáticas, a comparação deverá ser feita entre *S. x rubens* e *S. viminalis* cultivado no Chile.

A discussão do presente trabalho foi limitada devido à dificuldade encontrada em obter as bibliografias estrangeiras, ou por causa da língua em que foi escrita (russa, húngara, eslovena e alemã) e/ou por não estar presente no acervo das bibliotecas brasileiras.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arruda, A. E. O vime no Planalto Serrano, segunda parte. **Correio Lageano**. Lages, 14 de março de 2000.
- Beismann, H. *et al.* Brittleness of twig bases in the genus *Salix*: fracture mechanics and ecological relevance **Journal of Experimental Botany** v.51, n.334, p. 617-633, 2000
- Bass, P., Fahn, A., Werker, E., Some Ecological trends in vessel characters **IAWA Bulletin** n. s. v.4 (2 3), p. 141-159, 1983.
- Binns, W. W.; Blunden, G. Comparative leaf anatomy of *Salix* species and hybrids. **Botanical Journal of the Linnean Society** v.81, p. 205-214, 1980.
- Binns, W. W.; Blunden, G. Effects of hybridization on leaf constituents in the genus *Salix*. **Phytochemistry** v.8, p. 1235-1239, 1969.
- Bloskova, G.; Nikolov, S.; Tsanov, T. I.; Dragozov, I. Anatomical structure of the wood of some *Salix alba* clones. **Gorskostopanska-Nauka** v.20, n.3, p.29-36; 1983.
- Blossfeld, O.; Plotz, J.; Blechschmidt, J. Wood properties of tree willows. **Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Universität Dresden** v.39, n.4, p.155-157, 1990.
- Boever, L. de; Velde, R. van de; Acker, J. van; Stevens, M.; Research into wood properties of willow: an alternative to poplar for the wood processing sector in Belgium? **Bulletin Trimestriel Centre de Populiculture du Hainaut** n.4, p.41-48, 2002.
- Braun, B.; Konold, W. **Kopf-Weiden**. Karlsruhe: Verlag Regionalkultur, 1998.
- Carlquist, S. **Comparative Wood anatomy**. New York Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2ed. 2001 448 p.
- Chavchavadze, E. S.; Umarov, M. U.; Volkova, S. B. Effect of industrial pollution of atmosphere on the structure of wood of *Salix caprea* L. and *Betula tortuosa*. **Rastitel'nye Resursy** v.38, n.4, p.104-111; 2002.
- Christiernin, M.; Ohlsson, A. B.; Berglund, T.; Henriksson, G.; Lignin isolated from primary walls of hybrid aspen cell cultures indicates significant differences in lignin structure between primary and secondary cell wall. **Plant Physiology and Biochemistry** v. 43, p. 777-785, 2005.
- Cooper, R. L.; Cass, D. D. Comparative evaluation of vessel elements in *Salix spp.* (Salicaceae) endemic to the Athabasca sand dunes of northern Saskatchewan. **American Journal of Botany** v.88, n.4, p.583-587, 2001.
- Corrêa, M. Pio.; **Dicionário das Plantas Úteis do Brasil e Exóticas Cultivadas**. v. 6 Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, Ministério da Agricultura, 1984.
- Gill, C. J. Studies of radial stem growth in *Salix cinerea* L. on reservoir margin. **Journal of Applied Ecology**, v.11, n.1, p.215-221, 1974.
- IAWA comitte. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. **IAWA bulletin** n. s. v.10, n.3, p.219-332, 1989.

- Johansen, D. A. **Plant Microtechnique**. New York: McGraw-Hill, 1940. 523 p.
- Keil, G.G.; Otano, M. E.; Luna, M. L.; Marlats, R. M. Absorption of hydrosoluble preservative in wood from willow clones (*Salix sp.*): relationships with applied industrial methods and physical and anatomic characteristics. **Revista Forestal Yvyrareta Pais de Arboles** n.10, p.35-40, 2000.
- Klasnja, B.; Kopitovic, S. Structural-physical characteristics and chemical composition of wood of some white willow clones (*Salix alba* L.). **Drevarsky Vyskum** v.42, n.1, p.1-10, 1997.
- Kmitiene, G.; Smaliukas, D. Xylotomic methods in diagnostics of willow (*Salix* L.) taxa and evaluation of wood quality. **Biologija** n.3-4, p.52-54, 1995.
- Kraus, J. E., Arduin, M. **Manual Básico de Métodos em Morfologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Editora Universidade Rural, 1997. 198 p.
- Leclercq, A. Wood quality of white willow. **BASE: Biotechnologie, Agronomie, Societe et Environnement** v.1, n.1, p.59-64, 1997.
- Moura, V. P. G. Introdução de Novas Espécies de *Salix* no Planalto Sul de Santa Catarina, Brasil. **Comunicado Técnico 71** Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Brasília, novembro, 2002.
- Newsholme, C. **Willows, the genus Salix**. Portland: Timber Press, 2003. 224 p.
- Nikolov, S.; Tsanov, Ts.; Bloskova, G.; Dragozov, I. Structure and properties of the wood of some willow species. **Gorsko Stopanstvo** v.44, n.8, p.5-7, 1988.
- Ryu, H.Y.; Soh, W. Y. An anatomical comparison of the secondary xylem in the branch, stem and root of *Salix glandulosa* and *Quercus variabilis*. **Journal of Korean Forestry Society** v.77, n.3, p.283-293, 1988.
- Schoch, W., Heller, I., Schweingruber, F.H., Kienast, F., 2004: Wood anatomy of central European Species. Online version: www.woodanatomy.ch
- Senisterra, G.; Monteoliva, S.; Marquina, J.; Marlats, R.; Ciocchini, G. Wood properties of clones of the genus *Salix*, utilized for programs of genetic improvement for application in the paper industry. **Revista Forestal Yvyrareta Pais de Arboles** n.10, p.93-95, 2000.
- Sennerby, Forsse, L. Wood structure and quality in natural stands of *Salix caprea* L. and *Salix pentandra* L. **Studia Forestalia Suecica** n. 182, 1989.
- Serdar, B.; Gercek, Z; Merev, N. Perforated ray cells in *Salix rizeensis*. (Salicaceae). **IAWA Journal**, v. 25, n.1, p.119-120, 2004.
- Silva, G. Vime, Cultivo e Arte. **Globo Rural**, ed 169, 1999.
- Sizonenko, O. Yu.; Chavchavadze, E.S.; Wood anatomy in species of the genus *Salix* (Salicaceae) from Northern Regions of Russia. **Botanicheskii Zhurnal**. v.87, n.6, p.67-77, 2002.
- Skvortsov, A. K.; Golysheva, M. D. Anatomical Study of willow (*Salix*) leaves in connection with the phylogeny and systematics of the genus. **Biological Abstracts** 47: 118729. 1966a.

Anexo 1: Comparação das características quantitativas dos elementos de vasos das espécies de *Salix*.

espécies	Nº de EV/mm ²	Diâmetro do lume dos EV (µm)	Nº de EV/agrup.	Comprimento do EV (µm)
<i>S. x rubens</i>	120,6 ± 1,67	55,57 ± 8,85	1,56	445,81 ± 51,66
<i>S. brachycarpa</i> var. <i>psammophila</i> * ¹	1119 ± 390	19,56 ± 4,56	1,53 ± 0,17	278,16 ± 86,77
<i>S. planifolia</i> ssp. <i>tyrrellii</i> * ¹	605 ± 84	22,05 ± 4,99	1,47 ± 0,14	278,97 ± 53,64
<i>S. silicicola</i> * ¹	553 ± 134	22,86 ± 5,34	1,36 ± 0,14	241,36 ± 68,10
<i>S. planifolia</i> ssp. <i>planifolia</i> * ¹	791 ± 288	22,77 ± 5,04	1,40 ± 0,14	273,15 ± 68,51
<i>S. turnorii</i> * ¹	684 ± 175	23,80 ± 6,05	1,35 ± 0,14	277,14 ± 54,89
<i>S. planifolia</i> ssp. <i>planifolia</i> * ²	691 ± 136	26,03 ± 5,20	1,35 ± 0,14	278,97 ± 42,98
<i>S. brachycarpa</i> var. <i>brachycarpa</i> * ²	1011 ± 187	18,89 ± 4,49	1,47 ± 0,17	215,65 ± 48,91
<i>S. alaxensis</i> * ²	770 ± 274	23,41 ± 7,00	1,69 ± 0,32	237,12 ± 49,42
<i>S. lutea</i> * ²	837 ± 120	20,24 ± 4,41	1,32 ± 0,13	226,57 ± 55,28

* Dados retirados do trabalho de Cooper e Cass (2001); ¹ endêmica em Athabaska (mesófito); ² ocorrentes em dunas boreais (xerófito).