

Recebido: 28-07-2015 Aceito: 01-02-2016

Produtividade e descrição morfológica das fibras de junco (*Schoenoplectus californicus* (C.A.Mey.) Soják - Cyperaceae) para produção de polpa e papel

Vania Karine Dick Wille¹, Cristiane Pedrazzi^{1*}, Raquel Ludtke², Darci Alberto Gatto³, Rodrigo Coldebella¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

² Instituto de Biologia, Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil

³ Engenharia Industrial Madeireira, Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.

RESUMO O junco (*Schoenoplectus californicus*), por ter ciclo de corte anual e baixo custo de produção, pode apresentar uma fibra para uso em processos industriais, tais como produção de polpa celulósica e papel. Embora a morfologia e a taxonomia desta espécie sejam bem descritas, a anatomia ainda carece de estudos específicos. O objetivo desse trabalho foi avaliar a massa específica básica, a produtividade, a morfologia e a anatomia das fibras de *Schoenoplectus californicus*, visando o seu uso como matéria-prima na produção de polpa celulósica e papel. A massa específica do junco foi determinada em balança hidrostática, utilizando-se uma relação entre volume saturado em água e peso seco da amostra. A produtividade do junco foi determinada pela massa seca em estufa a 105°C e dimensionada em hectares. As análises anatômicas das fibras foram realizadas após maceiração pelo método nítrico-acético. O junco apresentou baixa produtividade e baixa massa específica em comparação às matérias-primas tradicionais utilizadas na fabricação de polpas e papéis. As fibras do junco são curtas e delgadas, sendo que, aquelas localizadas na parte interna dos caules, possuem maior comprimento e largura em relação à parte externa. De modo geral, o junco não se apresentou como fonte alternativa de fibras para a produção de polpa celulósica e papel, principalmente devido a sua baixa massa específica.

Palavras-chave: fibra vegetal, fibra alternativa, análise anatômica.

Productivity and morphological description of bulrush fibers (*Schoenoplectus californicus* (C.A.Mey.) Soják - Cyperaceae) for pulp and paper production

ABSTRACT The bulrush (*Schoenoplectus californicus*) has annual harvest cycle and low cost of production, which can provide fibers to use in industrial processes, such as pulp and paper production. Although morphology and taxonomy of this species is well described, the anatomy needs to be better studied. The aim of this study was to evaluate basic density, productivity, morphology and anatomy of *Schoenoplectus californicus* fibers as raw material in the production of pulp and paper. The basic density of bulrush was determined by hydrostatic balance, using a relation between wet volume and dry mass of the samples. The bulrush productivity was determined by dry mass after drying in an oven at 105 °C. The productivity was estimated in hectares. The anatomical analyzes of the fibers were carried out after maceration by nitric-acetic acid method. Bulrush had low productivity and low basic density compared to traditional raw materials used for the production of pulp and paper. Bulrush fibers are short and thin. The fibers located inside the stems are more length and width than the fibers located in the outermost layer. In general, bulrush was not a good alternative source of fibers to produce pulp and paper, especially due to its low basic density.

Keywords: natural fiber, alternative fiber, anatomical analyzes.

Introdução

A família Cyperaceae apresenta ampla distribuição, incluindo aproximadamente 120 gêneros e 4.500 espécies, sendo que na flora brasileira, a família está representada por 39 gêneros e 673 espécies (SOUZA; LORENZI, 2012; ALVES et al., 2014). O gênero *Schoenoplectus* é constituído por três espécies no Brasil, *Schoenoplectus americanus* (Pers.) Volkart, *Schoenoplectus californicus* (C.A.Mey.) Soják e *Schoenoplectus tabernaemontani* (C.C.Gmel.) Palla (ALVES et al., 2014), todas com ocorrência no estado do Rio Grande do Sul e sempre associadas a ambientes alagados.

Popularmente conhecida como “junco” ou “junco-gigante”, *Schoenoplectus californicus* é a espécie mais comum do gênero, ocorrendo desde o sul dos Estados Unidos até a Patagônia. No Brasil, a espécie ocorre nos estados da Bahia, Sergipe, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (CORDAZZO; SEELINGER, 1995; IRGANG; GASTAL, 1996; SILVEIRA et al., 2011; ALVES et al., 2014).

Encontrada em margens de lagoas, rios e banhados, *Schoenoplectus californicus* apresenta caule ereto, desprovido de ramificação, com 60-200 cm de altura, trígono e de coloração verde-escura. As folhas são castanhas, reduzidas a bainhas, recobrando cerca de 20-30 cm de altura do caule. As inflorescências são do tipo umbelas compostas, pendentes e, em geral ramificadas. Espiguetas de 5-18 mm de comprimento, ovais ou oblongas. Glumas ovaladas, de coloração castanho-avermelhadas (CORDAZZO; SEELINGER, 1995; SILVEIRA et al., 2011)

Segundo Silveira et al. (2011), o caule é utilizado em atividades artesanais, especialmente na confecção de esteiras utilizadas em praias. Além disso, esta espécie pode ser utilizada para contenção de dunas, painéis decorativos, forro de teto

em quiosques e na confecção de bolsas. A rusticidade e a vivacidade dos caules, com sua coloração verde brilhante, são propícias para a sua utilização como folhagem ornamental.

Apesar de a madeira ser a principal fonte de matéria-prima utilizada nas indústrias de celulose do Brasil, o emprego de fibras não-madeiráveis encontradas em abundância em determinadas regiões do país, pode ser uma alternativa para a fabricação de polpa celulósica e papéis com propriedades diferenciadas e especiais (diferentes gramaturas, índices de tração e rasgo, resistência à compressão do anel e à compressão das ondas do papel). Devido ao fato de ter um bom percentual de celulose, acredita-se que o junco é uma matéria-prima promissora na produção de papéis (CORDAZZO; SEELINGER, 1995; SILVEIRA; LONGHI-WAGNER, 2008).

Diante disso, este estudo objetivou avaliar a qualidade e a disponibilidade das fibras de *Schoenoplectus californicus* para a fabricação de polpa celulósica e papel.

Material e Métodos

Foram utilizados caules aéreos de *Schoenoplectus californicus*, com comprimento e diâmetro médio de 154 cm e 2,2 cm, respectivamente. Os caules utilizados foram coletados em 5 parcelas de 1 m², não sendo contado o número de caules coletados nesta área. Os juncos foram coletados no mês de julho de 2013, considerado na região como período frio e chuvoso, nas margens de um terreno alagadiço localizado na Ilha dos Marinheiros, distrito do município de Rio Grande, no estado do Rio Grande do Sul.

A Ilha do Marinheiro está situada à 32° 00' 00" de latitude sul e 52° 09' 00" de longitude oeste, possuindo uma área total de 39,28 km². O clima na ilha é subtropical ou temperado (*Cfa*), com verões tépidos, invernos frescos e precipitações bem distribuídas ao longo do ano. Os verões registram média de aproximadamente 22°C, e os invernos, média de

13°C. A temperatura média anual é de 17,6°C e a precipitação média é de 1.200 mm anuais.

O corte para coleta dos caules de junco foi realizado acima da parte submersa, considerando o limite de corte a parte ligeiramente acima da lâmina de água do alagadiço, permanecendo a parte radicular das plantas, a fim de favorecer a rebrota. O material foi coletado manualmente com o auxílio de facões e foices.

Por se tratar de plantas que se desenvolvem em Áreas de Preservação Permanente -APP (Lei nº 12.651/2012), a coleta do material foi realizada mediante prévia Autorização Florestal Nº 01/2013 da Secretaria Estadual de Meio Ambiente – SEMA, por meio do Departamento de Florestas e Áreas Protegidas – DEFAP, Agência Regional de Pelotas, responsável na região.

Para determinação da massa específica, empregou-se o método da balança hidrostática descrito por Vital (1984). Para isso, utilizou-se 10 caules (amostras) de junco, sendo que, de cada caule, foi retirada uma subamostra de 6 cm de comprimento na posição 50% do comprimento total de cada amostra. A massa específica básica foi determinada pela relação entre massa seca e volume saturado do material (VITAL, 1984) (Equação 1).

$$Pb = Mo / Vu \quad \text{Equação 1}$$

Em que: Pb = massa específica básica (g/cm³); Mo = massa seca em estufa à 105 ± 3°C (g); Vu = volume saturado (cm³).

Para o cálculo da produtividade, aplicou-se um plano de amostragem aleatória na área onde a espécie foi identificada. Com o auxílio de uma trena e balizas, foram medidas aleatoriamente cinco parcelas com área de 1 m², onde todos os caules foram coletados e, posteriormente, armazenados em sacolas plásticas. Primeiramente, determinou-se o teor de umidade de cada amostra (Equação 2). Para isso, selecionou-se o equivalente a 25 g de amostra de cada parcela, as quais

foram colocadas em estufa a 105°C por um período de 24 horas, até massa constante.

$$TU = ((Pu - Pas) / Pas) * 100 \quad \text{Equação 2}$$

Em que: TU = teor de umidade (%); Pu = massa da amostra úmida (g); e Pas = massa da amostra absolutamente seca (g).

Em balança analítica, os caules de junco armazenados foram pesados, a fim de determinar o peso total de material úmido. Finalmente, com o teor de umidade e o peso total úmido do material em cada parcela, foi possível calcular a massa seca total do junco. A massa seca do material obtida na parcela (1 m²) foi estimada para hectare (10.000 m²).

Para as análises morfológicas, foram coletados 5 caules (amostras) de junco. De cada caule, foram retiradas 5 sub amostras de 2 cm de comprimento em diferentes posições: 0, 25, 50, 75 e 100% do comprimento total. Realizou-se a maceração das subamostras utilizando o método nítrico-acético baseado na metodologia desenvolvida por Barrichelo; Foelkel (1983). Inicialmente, as subamostras retiradas dos caules em diferentes posições permaneceram submersas em água por 24 h, para atingirem o ponto de saturação das fibras e assim facilitar a difusão dos agentes macerantes. Posteriormente, com o uso de um bisturi, a parte interna e a parte externa foram separadas, a fim de analisar as diferenças anatômicas das fibras em ambas as partes, as quais foram transformadas em filamentos de dimensões de aproximadamente 21 x 1,20 x 0,45 mm (altura, largura e espessura, respectivamente) e colocadas em tubos de ensaio.

Posteriormente, adicionou-se uma solução ácida nítrico-acética, mistura de ácido nítrico (HNO₃) e ácido acético (CH₃COOH) na proporção de 1:5, em volume, e diluiu-se com água destilada em 1:2. A mistura, amostra e solução ácida, foi então aquecida em banho maria a 100°C por um período de 2 h, sendo que, a cada 0,5 h os tubos de ensaio com

as amostras foram agitados para otimizar a dissociação das fibras.

Para a confecção de lâminas anatômicas temporárias, o material macerado foi filtrado adicionando-se água destilada em abundância para lavagem e, conseqüente neutralização do pH das fibras. Posteriormente, foram adicionadas nas fibras maceradas, o corante vermelho congo a 1% de concentração, as quais permaneceram por um período de 15 a 60 minutos. As fibras foram lavadas para retirar o excesso de corante. Com o auxílio de uma pinça, uma pequena quantidade de fibras maceradas foi transferida para uma lâmina de vidro e, após secagem, foram levadas ao microscópio para análise. As fibras foram fotografadas e dimensionadas quanto ao seu comprimento e largura do aerênquima. Todas as lâminas de fibras maceradas e as dos cortes transversais foram fotografadas em microscópio modelo TBN-04T-PL da marca OPTON usando o programa MIPRO STANDARD V1.1.

Para melhor visualização da organização interna do caule do junco, foram também preparadas lâminas temporárias com cortes transversais de um caule de junco com espessura inferior a 1 mm e usada a mesma metodologia de observação que a usada para medição do comprimento e da largura.

Resultados e Discussão

Os caules de *Schoenoplectus californicus* apresentaram massa específica média de $0,142\text{g/cm}^3$. Segundo Burger; Richter (1991), a massa específica da madeira, devido à variação nas dimensões e proporções dos diversos tecidos lenhosos, oscila entre $0,13$ e $1,4\text{g/cm}^3$. Azzini et al. (1988) determinou a massa específica básica de colmos de *Bambusa tuldooides* de 21 progênes e seus resultados variaram acentuadamente de $0,407$ a $0,714\text{g/cm}^3$.

Comparando o resultado obtido para o junco com as massas específicas encontradas para o bambu e a madeira nos estudos apresentados anteriormente, pode-se afirmar que a

massa específica do junco é inferior a das demais fibras vegetais. Segundo Tomazello Filho (1985) e Busnardo et al. (1987), a massa específica básica é influenciada por diversos fatores, tais como: espessura da parede celular, dimensões da fibra, teor de extrativos e condições edafoclimáticas do local de crescimento da planta. Dessa maneira, a baixa massa específica encontrada para o junco poderia ser explicada pela organização anatômica interna de seus caules, com grande área ocupada pelo aerênquima das suas fibras (Figura 1).

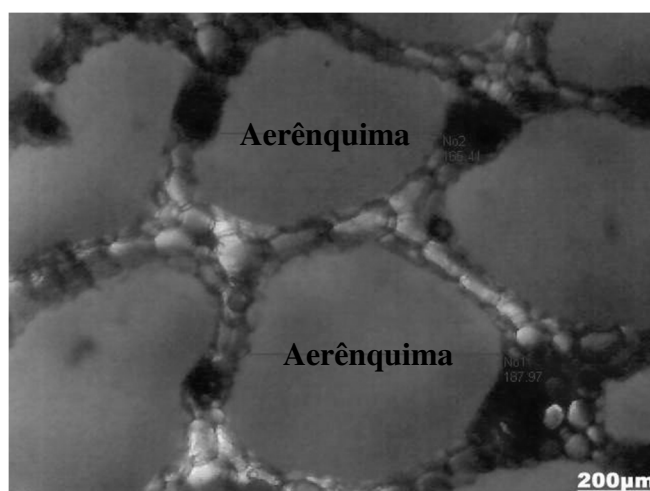


Figura 1. Imagem microscópica com objetiva 4x demonstrando a organização interna dos caules de *Schoenoplectus californicus*.

Figure 1. Microscopic image at 4x magnification showing the internal organization of *Schoenoplectus californicus* fibers.

Usando-se o método de classificação de massa específica empregada para madeira, adotado pelo Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria (DURLO, 1991), classifica-se o junco como matéria fibrosa excepcionalmente leve, pois apresenta massa específica inferior a $0,30\text{g/cm}^3$. Segundo Burger; Richter (1991), a faixa ideal de massa específica para matéria-prima destinada à produção de papel é situada entre $0,4$ e $0,6\text{g/cm}^3$, o que inviabilizaria, nesse caso, o uso do junco para a produção de papéis.

A produtividade anual, em massa seca, do junco foi determinada em aproximadamente $206,70\text{Kg/ha}$, pois se trata de

uma planta com ciclo anual. Após este período, se não for coletado, o material vegetativo acama, ou seja, tende a cair e entra em decomposição.

Os resultados dos valores médios para comprimento e largura das fibras nas diferentes posições avaliadas da parte interna e externa dos caules de junco são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Comprimento e largura das fibras de *Schoenoplectus californicus* com valor médio e desvio padrão para as posições avaliadas da parte interna e externa dos caules.

Table 1. Length and width of *Schoenoplectus californicus* fibers with mean value and standard deviation for the positions evaluated from internal and external stems part.

Posições		Comprimento		Largura	
		Parte interna	Parte externa	Parte interna	Parte externa
0 %	Média (µm)	931,52	944,72	3,56	2,91
	DP	229,0563	281,7483	2,2080	0,5713
25 %	Média (µm)	921,80	916,28	3,60	3,25
	DP	230,6744	275,7437	2,1834	1,0722
50 %	Média (µm)	898,90	804,97	3,62	3,35
	DP	243,1159	238,3742	2,2105	0,8922
75 %	Média (µm)	887,53	752,72	3,99	3,38
	DP	250,0711	210,3409	2,5642	1,1837
100 %	Média (µm)	771,21	724,79	4,53	3,66
	DP	215,6075	257,3730	2,8292	1,9902

DP= desvio-padrão.

Em geral, as fibras do junco apresentaram valores de comprimento, variando de 724,79 a 944,72µm e, largura de 2,91 a 4,53µm. Como pode-se observar na Tabela 1, os valores de comprimento e a largura das fibras do junco na parte interna e externa apresentaram comportamentos inversos, ou seja, os valores médios de comprimento nas diferentes porções foram diminuindo conforme foi passando da posição 0% para a 100%. Para os valores médios das larguras o inverso foi observado, ou seja, foram aumentando da posição 0% para a 100%.

Comparando os comprimentos das fibras entre as partes interna e externa, é possível observar que os valores médios foram maiores na parte interna do que na externa, porém, essa diferença foi maior nas porções 50 e 75%.

Guimarães Jr. et al. (2010), ao caracterizarem anatomicamente as fibras de *Bambusa vulgaris* Schrad. ex J.C.Wendl. (Poaceae), determinaram as seguintes dimensões das fibras: comprimento de 2.299,47µm, diâmetro de 13,93µm e espessura da parede celular de 5,06µm. Nisgoski et al. (1998) realizaram a caracterização anatômica da madeira de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage (Myrtaceae) e verificaram fibras com comprimento variando de 500 a 1700µm, com média de 818µm. Rocha et al. (2004) analisando o comprimento das fibras da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden em 5 posições ao longo da altura comercial dos indivíduos analisados, obtiveram resultados na base, a 25, 50, 75 e 100%, os comprimentos médios de 920,83, 981,09, 957,77, 888,18 e 901,50µm, respectivamente.

Comparando os resultados obtidos para as fibras de *Schoenoplectus californicus* com os das diferentes espécies de bambu e eucalipto apresentados anteriormente, nota-se que as fibras possuem comprimentos distintos, sendo que o junco apresenta fibras curtas em relação ao bambu, porém, fibras semelhantes em comprimento comparadas às fibras das madeiras de eucalipto.

Segundo Campos et al. (2000), o comportamento papelero de uma polpa celulósica depende muito das propriedades químicas e anatômicas da espécie e dos diferentes processos de produção de papel e de celulose empregados. Nesse sentido, o comprimento e a largura das fibras são características anatômicas importantes, pois permitem prever o comportamento da polpa em condições operacionais do processo.

A parte interna dos caules do junco possuem fibras de maior comprimento àquelas localizadas na parte externa. De acordo com Azzini et al. (1988), o comprimento é a principal

característica morfológica das fibras celulósicas, pois através dessa dimensão os materiais fibrosos se caracterizam como fornecedores de fibras curtas e longas às indústrias. As fibras curtas caracterizam-se por possuir comprimento médio de 1,0 mm e as de fibra longa de aproximadamente 3,5 mm.

Com relação à largura das fibras de junco, os valores médios obtidos variaram de 2,91 a 4,53µm, sendo que, assim como nos resultados para comprimento das fibras, as menores larguras foram encontradas na parte externa e as maiores na parte interna. As larguras variaram de 3,56 a 4,53µm na parte interna, e de 2,91 a 3,66µm na parte externa.

Barrichelo; Foelkel (1975) encontraram para as fibras de *Eucalyptus saligna* Smith largura de 15,9 µm e para *Bambusa vulgaris* a largura das fibras foi de 15,2 µm. Comparando os resultados de largura encontrados para as fibras do junco com os valores encontrados na literatura, pode-se afirmar que as fibras de junco apresentam as menores larguras, ou seja, são fibras extremamente delgadas, principalmente aquelas localizadas na parte externa dos caules. De acordo com Smook (1987), a largura da fibra é uma dimensão correlacionada com a propriedade de resistência ao arrebentamento do papel. Nesse sentido, as fibras estreitas do junco poderiam resultar em papéis com baixos valores para essa propriedade quando comparadas as fibras do eucalipto e bambu.

Conclusões

De acordo com os resultados, afirma-se que:

O junco é uma espécie de baixa massa específica;

As fibras de junco não são favoráveis para a produção de celulose;

O junco apresenta fibras curtas favoráveis para a produção de papéis, porém de paredes finas, que as tornam fracas;

As fibras do junco apresentam comprimentos e larguras diferenciados na parte interna e externa.

Referências

ALVES, M.; HEFLER, S.M.; TREVISAN, R.; SILVA FILHO, P.J.S.; RIBEIRO, A.R.O. *Cyperaceae* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB100>>. Acesso em: 12 Dez. 2014.

AZZINI, A.; CIARAMELLO, D.; SALGADO, A. L. B.; TOMAZELLO FILHO, M. Densidade básica do colmo e fibras celulósicas em progênies de *Bambusa tuldooides* Munro. In: Congresso Anual da ABCP, 1988, São Paulo. **Anais**. São Paulo, p. 17-23, 1988.

BARRICHELO, L. E. G.; FOELKEL, C. E. B. Produção de celulose sulfato a partir de misturas de madeira de *Eucalyptus saligna* com pequenas proporções de cavacos de *Bambusa vulgaris* var. vitatta. **IPEF**, n.10, p.93-99, 1975.

BARRICHELO, L. E. G.; FOELKEL, C. E. B. Processo nítrico-acético para maceração de madeira. São Paulo: **Sociedade Brasileira de Silvicultura**, v. 8, n.28, p.732-733, 1983.

BURGER, L.M.; RICHTER, H.G. **Anatomia da madeira**. São Paulo. Livraria Nobel S.A. 1991. 154p.

BRASIL. **Lei Nº 12.651**, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.

BUSNARDO, C.A.; GONZAGA, J. V.; FOELKEL, C. E. B.; MENOCELLI, S. Em busca da qualidade ideal da madeira do eucalipto para produção de celulose. IV. Altura ideal de amostragem para avaliação da densidade média para árvores de *Eucalyptus grandis*. In: Congresso Anual da ABCP, 20, 1987, São Paulo. **Anais**. São Paulo, p. 17-33, 1987.

CAMPOS, E. S. ; MARTINS, M. A. L. ; FOELKEL, C. E. B. ; FRIZZO, S. M. B. Seleção de critérios para a especialização de pastas branqueadas de eucalipto na fabricação de papéis para impressão offset. **Ciência Florestal**, Santa Maria – RS, v.10, n.1, p. 57-75, 2000.

CORDAZZO, C.V.; SEELINGER, U. **Guia ilustrado da vegetação costeira no extremo sul do Brasil**. 2 ed. Rio Grande: FURG. 1995. 275 p.

DURLO, M. A. **Tecnologia da madeira: peso específico.** Centro de Pesquisas Florestais – CEPEF/FATEC. Série Técnica nº 8. Santa Maria, 1991.

GUIMARÃES JR., M.; NOVACK, K. M.; BOTARO, V. R. Caracterização anatômica da fibra de bambu (*Bambusa vulgaris*) visando sua utilização em compósitos poliméricos. **Revista Iberoamericana de Polímeros**, v.11, n.7, p.442-456, 2010.

IRGANG, B.E.; GASTAL, JR, C.V. de S. **Macrófitas aquáticas da planície costeira do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre. 1996. 290p.

NISGOSKI, S.; MUÑIZ, G. I. B. de; KLOCK, U. Caracterização anatômica da madeira de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.8, n.1, p.67-76, 1998.

ROCHA, F. T.; FLORSHEIM, S. M. B.; COUTO, H. T. Z. do. Variação das dimensões dos elementos anatômicos da madeira de árvores de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden aos sete anos. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.16, n.1, p.43-55, 2004.

SILVEIRA, G. H.; LONGHI-WAGNER, H. M. Cyperaceae Juss. No Morro Santana – Porto Alegre e Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. **IHERINGIA**, Sér. Bot., Porto Alegre, v.63, n.2, p.295-320, 2008.

SILVEIRA, T.C.L.; BASSI, J.B.; RAMOS, C.; TERME, C.M.; FUHR, G.; KUBO, R.R.; RODRIGUES, G.G.; MELLO, R.S.P.; SOUZA, G.C.; IRGANG, B.E. *Schoenoplectus californicus* in: **Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual e Potencial – Plantas para o Futuro, Região Sul.** Co-radin, L.; Siminski, A.; Reis, A. (Eds.). Brasília, DF. 2011. p.282-289.

SMOOK, G. A. **Handbook for pulp & paper technologists.** 4. ed. Atlanta: TAPPI press, 1987. 396 p.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III.** Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, Nova Odessa. 3 ed. 2012. 768p.

TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira do *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus grandis*. **IPEF**, n.29, p.37-45, 1985.

VITAL, B. R. **Métodos de determinação da densidade da madeira.** SIF/UFV, Universidade Federal de Viçosa. Boletim Técnico, 1. p.1-21, 1984.