



PRODUÇÃO DE PASTA CELULÓSICA E PAPEL DO PSEUDOCAULE DE BANANEIRA (*Musa sp*)

Caroline Tosetto Pimentel¹, Azarias Machado de Andrade² & Ananias Francisco Dias Júnior³

RESUMO: Este estudo teve por objetivo avaliar o rendimento da conversão do pseudocaule de bananeira (*Musa sp*) em pasta celulósica. As pastas celulósicas, produzidas pelo processo soda, foram utilizadas na confecção de papéis, que foram comparados entre si, considerando-se características físicas e ópticas, como o fundo de impressão, a lisura e os aspectos superficiais. Foram avaliados os tempos de cozimento de 30 e 60 minutos e concentrações de hidróxido de sódio (NaOH) no licor de cozimento de 0; 1,5; 2,0 e 2,5%. Foi observado que os papéis produzidos das pastas sem adição de NaOH ao licor de cozimento são indicados para fins ornamentais, produção de sacolas e embalagens. Porém, não servem para a produção de papéis para impressão e escrita, pois apresentaram altos teores de rejeitos, com elevadas granulometrias. As folhas de papel da pasta celulósica obtida a partir do tratamento em que se adotou 60 minutos de cozimento e concentração de 2,5% de hidróxido de sódio foram, sob os pontos de vista físico e óptico, as melhores para impressão e escrita, além de apresentarem uma maior facilidade de formação, quando comparadas às demais.

PALAVRAS CHAVE: Papel De Bananeira, Polpação Soda, Papel Artesanal.

PRODUCTION OF CELLULOSIC PULP AND PAPER FROM BANANA (*Musa sp*) PSEUDOSTALK

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the efficiency of conversion banana (*Musa sp*) pseudostalk in cellulose pulp. The cellulosic pulps produced by soda process were used to produce papers using different methods. All papers were compared considering physical and optical characteristics such as printing background, smoothness and surface aspects. We analyzed cooking times of 30 and 60 minutes and concentrations of sodium hydroxide in the cooking liquor from 0%; 1.5%; 2.0% and 2.5%. It was observed that the papers produced from pastes without addition of NaOH are indicated for ornamental purposes, production of bags and packaging. However, they may not be used for production of printing and writing papers, since they have high contents of tailings, with high granulometry. The treatment with 60 minutes of cooking and 2.5% of sodium hydroxide concentration resulted in papers physically and optically best for printing and writing, in addition easier to product, when compared to the others.

KEYWORDS: Banana Pseudostalk Paper, Sodium Hydroxide Cooking, Craft Paper.

1 INTRODUÇÃO

Antes da invenção do papel, o homem usou vários suportes para representar objetos e acontecimentos que faziam parte do seu dia a dia. Para esse fim, foram utilizados tabletes de barro cozido na antiga região da Babilônia, papiro no Egito (3000 a.C.) e pergaminho, película de origem animal (2000 a.C.). Entretanto, por volta de 105 d.C., teve início a produção de papel, a partir da polpação de fibras vegetais (CHERTMAN, 2007).

Atualmente, há o consenso de que o consumo de papel por habitante ("per capita") está diretamente relacionado ao grau de desenvolvimento dos países. Países mais desenvolvidos, como a Finlândia e Estados Unidos, são os maiores consumidores de papel per capita do mundo, diferenciando-se de países em desenvolvimento como Argentina e Brasil, que possuem índices de consumo bem inferiores (BRACELPA, 2014; IBÁ, 2016). O Brasil ocupa a 2ª e a 8ª posições no *ranking* mundial dos

produtores de pasta celulósica e papel, respectivamente (IBÁ, 2017).

Sob o ponto de vista químico, o papel é uma película de fibras de celulose, polissacarídeo de fórmula $(C_6H_{12}O_5)_n$. Todavia, os papéis industriais, além das fibras celulósicas, podem ser constituídos por cargas, como, por exemplo, caulim, dióxido de titânio, talco e carbonatos, e por aditivos, como colas, amidos, odorantes, fungicidas, dentre outros (ANDRADE et al., 2000). As fibras, normalmente, são obtidas através do cozimento e/ou maceração, podendo ser refinadas, emaranhadas, entrelaçadas e agregadas, basicamente, por forças naturais de atração e por ligações químicas, a exemplo das pontes de hidrogênio (GATTI, 2008; NECHYPORCHUK; BRAS, 2016; OLIVEIRA et al., 2016).

No Brasil, para a produção de papéis destinados à impressão e escrita, normalmente são utilizadas fibras curtas, principalmente das espécies do gênero *Eucalyptus*. Entretanto, muitas espécies vegetais, arbóreas ou não, têm sido pesquisadas para a produção de pastas celulósicas, principalmente em relação às suas características físicas, químicas e anatômicas, além de outras inerentes à matéria-prima fibrosa

^{1 2} Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. E-mail:

trutabom@bol.com.br; azarias@ufrj.br

³ Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". E-mail: ananiasjr@usp.br

(BARRICHELO; BRITO, 1976; BARRICHELO; BRITO, 1979; DANTAS, 2000).

As fibras alternativas ganham mercado pela simples necessidade de se aproveitar melhor os resíduos agrícolas e florestais, como a palha e o bagaço de cana, por exemplo, aliado à procura de produtos de maior valor agregado (SILVA; OLIVEIRA, 2000; BASTIANELLO et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2016). Gatti (2008) recomenda o aproveitamento de resíduos oriundos das mais diversas colheitas agrícolas como matéria-prima fibrosa para a produção de papel, utilizando-se de um processo produtivo de baixo impacto ambiental e autossustentável. O autor apresenta como exemplo de matéria-prima para a confecção artesanal de papel os resíduos das plantações de helicônias, em que hastes e folhas são retiradas para a obtenção da celulose e produção do papel. Já Santi (2015) destaca que o potencial para produção de celulose e papel de bambu é promissor e bastante difundido na China e na Índia. Azzini et al. (1981) realizaram uma pesquisa em que restos vegetais da cultura da mamona foram analisados com vistas ao seu aproveitamento para obtenção de celulose e papel. Andrade (2000) mencionou que o estipe de *Euterpe edulis*, material vegetal desprezado por ocasião da colheita do palmito, é viável para a produção de polpa celulósica kraft e papel, em função do seu baixo teor de lignina (21,01%) e elevado teor de holocelulose (70,25%). Spangenberg (1993), Andrade e Barbosa (1997) e Bastianello et al. (2009), afirmaram que, além da possibilidade de se produzir um papel de boa qualidade e com um maior valor agregado, a reciclagem artesanal de papel é uma prática que gera uma série de vantagens econômicas, ecológicas e sociais para o ser humano.

A necessidade de estudos recentes atrelada à abundância de bananeira em várias regiões do Brasil e das características das fibras que compõem o seu pseudocaule e folhas, justificam o elevado potencial como matéria-prima para a fabricação de pasta celulósica e papel. Normalmente, após a coleta dos frutos, as plantas são derrubadas para permitir a renovação das touceiras, o que resulta em um grande descarte de material fibroso. A hipótese é a de que esse material residual apresente condições para ser utilizado como matéria-prima alternativa para a produção de pasta celulósica e papel, gerando emprego e renda, sobretudo na zona rural.

O Brasil é o quinto maior produtor de banana do mundo, com uma produção de aproximadamente sete milhões de toneladas de banana, atrás da Índia, China, Uganda e Filipinas (IBGE, 2017). A cultura da banana está distribuída por todo o território brasileiro, destacando-se os Estados do Pará, São Paulo, Bahia, Amazonas, Minas Gerais e Santa Catarina (SOFFNER, 2001; FREITAS; MACIENTE, 2016). Os resíduos gerados durante a colheita da fruta (pseudocaulos, engaços e folhas) são da ordem de $200 \times 10^6 \text{ t ano}^{-1}$ (BASTIANELLO et al., 2009).

Tendo por base as considerações anteriores, a presente pesquisa objetivou a produção artesanal de pasta celulósica e papel do pseudocaule de bananeira (*Musa sp*). Foram avaliados os rendimentos da conversão do pseudocaule de bananeira em pasta soda e confeccionadas folhas testes para serem comparadas física e opticamente entre si.

2 METODOLOGIA

Foram utilizados dezesseis pseudocaulos de bananeira (*Musa sp*), coletados em quatro diferentes datas em dois locais no interior do Campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), no município de Seropédica, RJ. Os pseudocaulos foram picados e quarteados no Laboratório de Papel e Celulose, no Instituto de Florestas da UFRRJ. As amostras compostas dos pseudocaulos foram homogeneizadas e utilizadas na composição de amostras simples que, por sua vez, foram conservadas durante o período do estudo em ambiente climatizado.

Determinou-se a umidade (base úmida) dos fragmentos dos pseudocaulos de bananeira, através de amostras que foram submetidas à pesagem antes e depois de serem secas em estufa regulada à $103 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$, por 24 horas.

Os fragmentos foram submetidos ao processo de polpação artesanal por bateladas em um digestor. Como agente de deslignificação foi utilizado o NaOH (hidróxido de sódio), sob as concentrações de 0 (testemunha), 1,5; 2,0 e 2,5%, em relação à massa do material fibroso a.s. (absolutamente seco) e adotados os tempos de cozimento de 30 e 60 minutos. Após testes pilotos, adotou-se a relação licor de cozimento: biomassa a.s. de 10:1.

A desagregação, para o desfibramento dos fragmentos cozidos de pseudocaule, foi realizada por um período de dois minutos em um liquidificador adaptado. Para ser utilizado, o liquidificador teve as suas lâminas alinhadas e devidamente escarificadas, para não provocar cortes transversais e danos irreversíveis às fibras celulósicas. A depuração foi efetuada por fortes jatos d'água, injetados sobre a pasta celulósica bruta, acondicionada em uma peneira com malha de 1,0 mm sobreposta a uma peneira com malha de 0,3 mm, permitindo a eliminação de possíveis mucilagens e elementos não fibrosos.

Após os cozimentos foram calculados os rendimentos da conversão do pseudocaule de bananeira (*Musa sp*) em pasta celulósica soda, utilizando-se as Equações apresentadas a seguir.

$$RC (\%) = \frac{MPC (g)}{MPB (g)} \times 100 \quad (1)$$

Em que: RC = rendimento da conversão; MPC = massa a.s. da pasta celulósica produzida; MPB = massa a.s. do pseudocaule da bananeira utilizado.

Para os tratamentos com concentração de 0% de hidróxido de sódio foram calculados os teores de

rejeitos, utilizando-se a seguinte relação:

$$TR (\%) = \frac{MI (g)}{MPB (g)} \times 100 \quad (2)$$

Em que: TR = teor de rejeitos; MI = massa a.s. dos incozidos; MPB = massa a.s. do pseudocaule da bananeira utilizado.

As folhas foram confeccionadas de acordo com uma metodologia padrão, utilizando-se 8000 ml de suspensão de fibras e, tendo por base as normas TAPPI T 205 om-88 e ISO 5269-1:2011 (KALIA et al., 2011), Foram produzidos cinco corpos-de-prova (folhas-testes de papel) por tratamento, numa Coluna Formadora TAPPI, utilizando-se 2 g a.s. (absolutamente seca) de pasta soda por folha. Após a impressão dos papéis numa impressora a jato de tinta, o fundo de impressão, a lisura e o aspecto superficial das folhas foram comparados entre si. Para tanto, utilizou-se uma escala de gradação crescente de brancura e lisura de papel, constituída por uma sequência de folhas cujos parâmetros foram previamente classificados, de forma empírica.

Procedeu-se a análise dos dados utilizando-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, dentro de um esquema fatorial do tipo 2 x 4 (tempo de polpação x concentração do licor de cozimento) com cinco repetições. Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Kolmogorov-Smirnov para verificação da normalidade. Para verificar a homogeneidade das variâncias foi aplicado o teste de Levene, pois uma das hipóteses da análise de variância da regressão é que as variâncias sejam iguais para a categoria analisada.

Verificadas essas suposições, foi realizada a análise de regressão e com base no teste F foi aplicado o teste t para analisar individualmente os coeficientes R². Quando necessário, os modelos foram ajustados para melhorar os valores do erro padrão e do coeficiente de determinação. Todos os testes foram conduzidos ao nível de 5% de significância com auxílio do software Minitab 16[®].

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os valores médios dos rendimentos da conversão do pseudocaule de bananeira (*Musa sp*) em pasta soda, em função das respectivas concentrações de hidróxido de sódio (NaOH) no licor de cozimento e dos tempos de polpação.

Tabela 1 - Rendimentos conversão do pseudocaule de bananeira (*Musa sp*) em pasta soda, em função dos tempos de polpação e concentrações do licor de cozimento.

Tempos de polpação (min)	Rendimentos da conversão			
	Concentrações do licor de cozimento			
	0%	1,5%	2,0%	2,5%
30	47,00%	22,00	17,00	17,00
	(± 2,57)	(± 3,47)	(± 3,22)	(± 3,44)
60	38,00	16,00	13,00	15,00
	(± 5,21)	(± 4,21)	(± 3,56)	(± 5,20)

Valores entre () correspondem ao erro padrão da média.

Ao se considerar, de forma isolada, os efeitos do tempo de polpação sobre o rendimento médio da conversão do pseudocaule de bananeira/pasta soda, pode se perceber que aumentos no primeiro provocam reduções significativas no segundo, independentemente da concentração do licor de cozimento (Figura 1 e Figura 2).

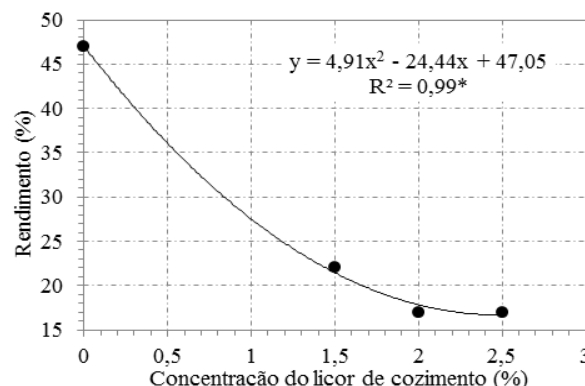


Figura 1 - Relação entre rendimento e concentração de licor para o tempo de polpação de 30 minutos. *Significativo a 95% de probabilidade.

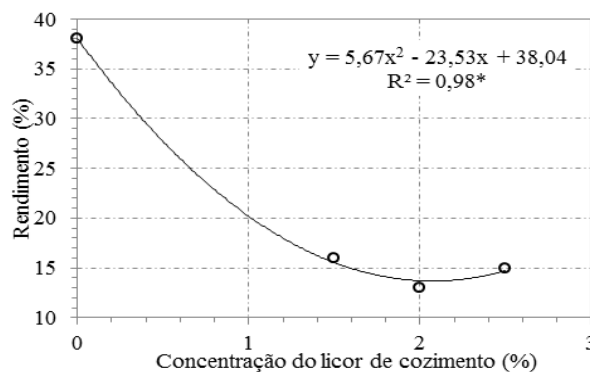


Figura 2 - Relação entre rendimento e concentração de licor para o tempo de polpação de 60 minutos. *Significativo a 95% de probabilidade.

Entretanto, ao se considerar, também de forma isolada, os efeitos da concentração do licor de cozimento sobre o rendimento médio da conversão pseudocaule de bananeira/pasta soda, pode se notar que há decréscimos até a concentração de 2,0% e, a partir de então, não são mais observadas reduções nos rendimentos. Vale ressaltar que, no presente estudo, as variáveis tempo de polpação e concentração do licor de cozimento não foram consideradas de forma isolada, uma vez que, no decorrer das análises, além dos aspectos quantitativos, também foi considerada a qualidade dos papéis produzidos que, em algumas situações, independe do rendimento obtido.

Os maiores rendimentos médios de conversão do pseudocaulo de bananeira para pasta celulósica soda foram apresentados pelo tratamento em que se adotou a concentração de 0% de NaOH no licor de cozimento e tempo de polpação de 30 min (47,00%), seguido por aquele que adotou a mesma concentração e o tempo de polpação de 60 min (38,00%). Espera-se que a não adição do agente químico de deslignificação (NaOH) possibilite a obtenção de pastas menos desagregadas, com a presença de feixes de fibras e com maiores teores de substâncias insolúveis em licores de baixa alcalinidade (pH abaixo de 8). Nestes casos, especificamente, as pastas obtidas tiveram a qualidade bastante comprometida, ao ponto dos rejeitos, com elevadas granulometrias médias, podiam ser observados a olho nú no meio das pastas resultantes das respectivas polpações. Tais rejeitos se apresentaram em teores e morfologia que, certamente, não possibilitariam o uso destas pastas para a produção de papéis para impressão e escrita.

A utilização destas pastas, para a produção de papéis de impressão e escrita, exigiria uma depuração mais criteriosa e/ou a classificação em peneiras, o que poderia inviabilizar o processo. No momento em que os papéis foram confeccionados com estas pastas numa Coluna Formadora TAPPI, constatou-se que os rejeitos, em virtude das suas elevadas granulometrias, sobressaíram nas superfícies, que passaram a apresentar baixa resistência mecânica. Entretanto, os papéis produzidos apresentavam um elevado brilho superficial que, possivelmente, viabilizaria o uso destes para fins ornamentais, além da produção de sacolas e embalagens. Também é válido ressaltar que, embora as pastas produzidas sob a ação do tempo de polpação de 60 min tenham apresentado um rendimento de conversão médio 19,15% menor do que o observado para o tempo de polpação de 30 minutos, o comportamento de ambas durante a confecção das folhas não se diferiu, e os papéis produzidos apresentaram características físicas e ópticas muito semelhantes. Portanto, em relação aos tratamentos em que não se adicionou o agente de deslignificação (NaOH), pode-se supor que é mais viável a adoção do menor tempo de polpação (30 minutos), em função dos resultados observados e do menor gasto energético.

Com relação aos teores de rejeitos, foram encontrados os valores de 1,02% e 0,81%, para as pastas dos tratamentos sem a adição de NaOH e tempos de polpação de 30 e 60 minutos, respectivamente. Analisando os teores de rejeitos da polpação kraft do pseudocaulo de bananeira, Silva (1998) encontrou valores médios próximos de 4%, ou seja, significativamente maiores do que os citados. Contraditoriamente, para Santos e Sansígolo (2007), mesmo estando dentro de uma faixa aceitável, tais valores podem ser considerados elevados quando comparados com a polpa kraft de eucalipto, em que os teores de rejeitos, normalmente, não ultrapassam a taxa de 0,1%. Entretanto, tal afirmativa não é respaldada pelos resultados de outros autores, como Foelkel (2007), o qual menciona que, para números kappa de 17 a 19, os teores de rejeitos podem variar de 0,4% até 1% base

polpa kraft seca de eucalipto. Na presente pesquisa, por se tratar de pastas celulósicas artesanais e, considerando-se que as demais pastas, correspondentes aos tratamentos em que se utilizou o agente químico de deslignificação (NaOH), não apresentaram vestígios de incozidos, não houve a necessidade de se determinar os teores de rejeitos destas. Contudo, as depurações continuaram sendo efetuadas, para todos os tratamentos, com o intuito exclusivo de se eliminar a mucilagem (nódoa) presente nas pastas.

Para os tratamentos em que se utilizou o agente químico de deslignificação (NaOH), foram observados efeitos negativos crescentes nos rendimentos da conversão do pseudocaulo em pasta soda, à medida que se aumentava a concentração de NaOH e o tempo de polpação (Figura 1 e Figura 2). Paralelamente e, de uma forma crescente, foi percebido que havia a liberação de uma maior quantidade de mucilagem pelas paredes celulares, o que dificultava a depuração das pastas.

Considerando-se que a mucilagem era eliminada durante a depuração, a formação das folhas na Coluna Formadora TAPPI transcorreu normalmente, em virtude da não obstrução da tela formadora, reduzindo os tempos de drenagem das pastas. Neste caso, os papéis formados apresentavam fundos de impressão mais adequados, maior lisura e melhoras na superfície de impressão. Portanto, a adoção do tempo de polpação de 60 minutos e concentração de 2,5% de NaOH no licor de cozimento, apesar de resultar numa maior dificuldade de depuração da pasta, possibilitou a formação de papéis mais lisos, com melhor aspecto superficial e fundo adequado para impressão e escrita. Deve ser salientado que tais condições conduziram a um decréscimo de 68,09% no rendimento médio da conversão do pseudocaulo de bananeira em pasta soda, em relação ao maior rendimento observado (de 47,00 para 15,00%). A Figura 3 apresenta os papéis do pseudocaulo de bananeira (*Musa sp*), produzidos sob as condições de tempo de polpação e concentração de NaOH no licor de cozimento analisadas na presente pesquisa.

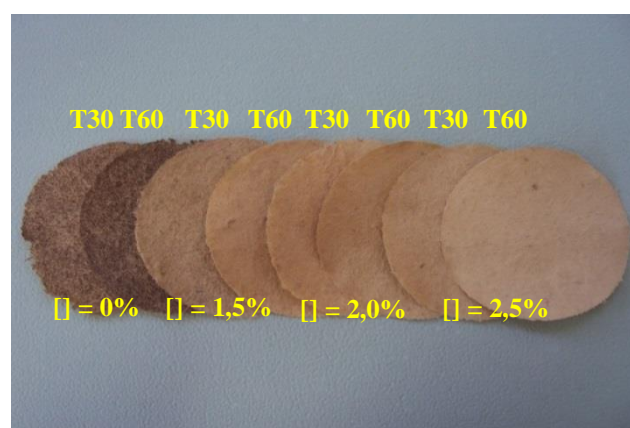


Figura 3 - Papéis das pastas do pseudocaulo de bananeira (*Musa sp*), confeccionados em uma Coluna Formadora TAPPI, em que: T30 = Tempo de polpação de 30 min e T60 = Tempo de polpação de

60 min; $[\]$ = concentração de NaOH no licor de cozimento.

A utilização da escala de gradação crescente de brancura e lisura de papel possibilitou a classificação da qualidade da impressão. Foi possível perceber que os papéis com melhor fundo de impressão, maior lisura e melhor aspecto superficial derivaram das pastas produzidas sob o tempo de polpação de 60 minutos e concentração de 2,5% de hidróxido de sódio (NaOH) no licor de cozimento.

4 CONCLUSÕES

Maiores rendimentos de conversão do pseudocaulo de bananeira em pasta soda são obtidos a partir da utilização do tempo de polpação de 30 minutos, quando comparado com o tempo de polpação de 60 minutos.

Pastas produzidas sem a adição de NaOH ao licor de cozimento apresentam maiores teores de rejeitos, com elevadas granulometrias.

Papéis com melhor fundo de impressão, maior lisura e melhor aspecto superficial derivam das pastas produzidas sob o tempo de polpação de 60 minutos e concentração de 2,5% de hidróxido de sódio no licor de cozimento.

5 REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. M. de; BARBOSA, G. S. Reciclagem de aparas e de papéis usados, para a confecção de cadernos. **Floresta & Ambiente**, v.1, n.4, p.21-29, 1997.

ANDRADE, A. M. de; NUNES, W. H.; ABREU, H. S.; SOUSA, E. L. Polpação kraft do estipe de *Euterpe edulis* Martius (Palmitreiro). **Floresta & Ambiente**, n.7, v.1, p. 227-237, 2000.

AZZINI, A.; SALGADO, A. L. B.; FILHO, A. S.; BANZATTO, N.V. Restos vegetais da cultura de mamona como matéria-prima para celulose. **Bragantia**, v. 40, n. 11, 1981.

BRACELPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. **Conjuntura BRACELPA**, n. 64, p. 1-5, 2014.

BARRICHELO, L. E. G.; BRITO, J. O. Potencialidade de espécies tropicais de eucalipto para a produção de celulose sulfato branqueada. **IPEF**, n.13, p.9-38, 1976.

BARRICHELO, L. E. G.; BRITO, J. O. A utilização da madeira na produção de celulose. **Circular técnica IPEF**, n.68, 1979. 12p.

BASTIANELLO, S. F.; TESTA, R. C.; PEZZIN, A. P. T. SILVA, D. A. K. Avaliação das propriedades físicas e mecânicas de papéis reciclados artesanais com resíduos de bananeira ou palha de arroz. **Matéria**, v. 14, n. 4, p.1172-1178, 2009.

<http://dx.doi.org/10.1590/S1517-70762009000400010>

CHERTMAN, M. **Secagem de papel produzido a partir do pseudocaulo de de bananeira**. 2007. 107p. Dissertação (Mestrado em Ciências). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

DANTAS, M. L. S. **Degradabilidade de embalagens compostas de laminados de papel revestido, plástico e alumínio e sua interação com o meio ambiente**. 2000. 194p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - USP, Piracicaba, 2000.

FOELKEL, C. Resíduos sólidos industriais da produção de celulose Kraft de eucalipto. Parte 01: Resíduos orgânicos fibrosos. 2007. 78p. Disponível em: www.eucalyptus.com.br; Acesso em: 23 jan 2018.

FREITAS, R. E.; MACIENTE, A. N. Culturas agrícolas líderes nas mesorregiões mais dinâmicas. **Revista Radar**, v. 43, 2016.

GATTI, H. T. **Do berço ao berço: agregação de valor e de desempenho socioambiental para a produção de papéis especiais com resíduos da agricultura**. 2008. 210p. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

SILVA, A. G. **Utilização do pseudocaulo da bananeira para produção de celulose e Papel**. 1998. 90p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil**, v. 30, n. 1, 2017. 81p. Disponível em: [http://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistemático_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/lspa_201701.pdf](http://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistemático_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201701.pdf)> 23 jan 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ÁRVORES - IBÁ. **Relatório anual: ano base 2015**. São Paulo, 2016. Disponível em: http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_Relatorio_Anual2016_.pdf> 07 fev 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ÁRVORES - IBÁ. **Relatório anual: ano base 2016**. São Paulo, 2017. Disponível em: http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_Relatorio_Anual2017.pdf> 23 jan 2018.

ISO 5269-1 Pulps – **Preparation of laboratory sheets for physical testing**. Part 1: Conventional sheetformer method.

KALIA, S.; KAITH, B. S.; KAUR, I. **Cellulose Fibers: Bio- and Nano-Polymer Composites: Green Chemistry and Technology**. Springer Science, Amsterdam, 2011. 737p.

NECHYPORCHUK, O.; BELGACEM, M. N.; BRAS, J. Production of cellulose nanofibrils: A review of recent advances. **Industrial Crops and Products**, v. 93, p.2-25, 2016.<<http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.02.016>>

OLIVEIRA, F. B.; BRASS, J.; PIMENTA, M. T. B.; CURVELO, A. P. S. Production of cellulose nanocrystals from sugarcane bagasse fibers and pith. **Industrial Crops and Products**, v. 93, p. 48–57, 2016. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.04.064>>

SANTI, T. Bambu para toda a obra. **Revista O papel**. v.1, p. 23-34, 2015.

SANTOS, S. R.; SANSÍGOLO, C. A. Influência da densidade básica da madeira de clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* na qualidade da polpa branqueada. **Revista Árvore**, v. 17, n. 1, p.53-63, 2007.

SILVA, R. P., OLIVEIRA, R. C. Efeitos da ação do refino e da reciclagem nas propriedades de papéis de pinus e eucalipto. **Revista Árvore**, v. 24, n. 2, p. 349-360, 2000.

SPANGENBERG, R. J. **Secondary Fiber Recycling**. 1^{ed}. Atlanta: Printing, Library of Congress Cataloging in Publication Data - TAPPI PRESS, 1993. 268p.

SOFFNER, M. L. A. P. **Produção de polpa celulósica a partir de engaço de bananeira**. 2001. 70p. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – USP. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais). Piracicaba, 2001.

TAPPI standard. **T205 sp-06**. Forming handsheets for physical tests of pulp. 2006