

AUMENTO DA PROPORÇÃO DE FIBRAS DE EUCALIPTO NA FORMULAÇÃO DE PAPÉIS TISSUE E AVALIAÇÃO DE SUAS PROPRIEDADES

Ramires, H. ¹, Oliveira, R.C. ², Rubini, B. ¹, Demuner, B. ¹, Pavan, P. ¹

¹ *Fibria Celulose S.A. Brasil.*

² *UFV.Brasil.*

RESUMO

Neste trabalho foram avaliadas diferentes composições de dois tipos de fibras: curta, do híbrido Eucalyptus urograndis e longa, proveniente de Pinus radiata, sob a ótica das principais propriedades para papéis tissue. Foram consideradas desde particularidades dos mercados de papéis tissue, buscando caracterizar seu nível de exigência tecnológica, até a descrição das propriedades típicas das fibras e dos papéis provenientes de suas composições. Neste sentido, foi levantado o potencial das fibras no atendimento das exigências de qualidade do produto final, principalmente com relação às propriedades: maciez, absorção, resistência e drenabilidade, com foco especial ao potencial de geração de maciez. O trabalho discute ainda as vantagens e desvantagens do aumento da proporção de fibras de eucalipto, concluindo que houve uma tendência de melhoria de propriedades como potencial de maciez, bulk e absorção, em detrimento de propriedades de resistência e drenabilidade. Em função disso, foi proposto o refino parcial da composição, refinando-se apenas a fibra longa como estratégia para maximização de propriedades mecânicas, o que se mostrou efetivo na manutenção da resistência à tração e do potencial de maciez do papel.

Keywords: *Eucalyptus, papéis tissue, propriedades físicas, refino.*

1. INTRODUÇÃO

Dentre os vários tipos de papéis a que se destinam as fibras de eucalipto, os papéis do tipo sanitário ou tissue são de grande relevância tanto por já se apresentarem como grandes consumidores destas fibras, quanto por possuírem atualmente uma das maiores perspectivas de crescimento de mercado (Petäjä, 2010).

Segundo Rauvanto (2012), o mercado mundial de fibras atual é da ordem de 398 milhões de toneladas, sendo que deste total, em torno de 55% corresponde ao mercado de fibras recicladas e 45% ao mercado de fibras virgens.

O mercado de fibras virgens, portanto, responde por ao redor de 179 milhões de toneladas. Este segmento se subdivide ainda no que se convencionou chamar de fibras de mercado, com produção atual de 54 milhões de toneladas e em fibras integradas, com em torno de 125 milhões de toneladas de polpa.

O consumo de fibras de mercado para produção de papéis tissue, segundo Fibria (2011), responde atualmente por em torno de 24% do total de celulose de mercado.

Estes papéis normalmente não trazem cargas minerais em sua composição, sendo constituídos quase que exclusivamente por fibras de celulose. Destas, requerem-se propriedades potenciais como maciez e alta absorção ao mesmo tempo em que apresentem bom andamento em máquina de papel, o que é associado às propriedades mecânicas. Isto representa um grande desafio às fibras componentes da composição e às tecnologias aplicadas na fabricação e conversão do papel.

Neste trabalho, busca-se avaliar as propriedades morfológicas e do papel resultante de duas diferentes polpas normalmente combinadas na receita dos papéis tissue.

Foram avaliadas ainda diferentes proporções na mistura destas fibras e seu impacto nas propriedades do papel.

Por fim, são propostas estratégias que maximizem as características desejadas para os produtos tissue através do uso racional do potencial de cada fibra.

2. MÉTODOS

Foram utilizadas 2 polpas celulósicas Kraft branqueadas de mercado: fibra curta, proveniente de *Eucalyptus urograndis*, e fibra longa, proveniente de *Pinus radiata*.

As polpas foram misturadas para gerar as composições estudadas de acordo com a tabela 1:

Tabela 1: Composições elaboradas para obtenção de amostras de papel e medições.

Composição	% Mássica de fibra curta	% Mássica de fibra longa	% Mássica de fibra longa refinada (PFI)
Amostra 1	60%	40%	0%
Amostra 2	75%	25%	0%
Amostra 3	60%	0%	40%
Amostra 4	75%	0%	25%
Amostra 5	100%	0%	0%
Amostra 6	0%	100%	0%

Todas as amostras foram caracterizadas em equipamento de medição morfológica - Morfi Analyzer, modelo Compact.

Ainda, utilizando este mesmo equipamento, e através de seu modelo de software específico, mediu-se o potencial de maciez das composições.

Foram formadas folhas de papel em formador de bancada a partir das misturas de polpa, de gramatura 65g/m² para medição de propriedades físicas do papel formado.

As amostras 3 e 4 foram misturadas nas mesmas proporções que as amostras 1 e 2, porém a polpa de fibra longa nestes casos passou por refinação em moinho laboratorial do tipo PFI, com 500 revoluções e 1500 revoluções, para que fossem verificadas tendências de substituição em baixos níveis de refinação de fibra longa.

A tabela 2 ilustra as medições realizadas bem como as normas utilizadas para cada respectiva avaliação:

Tabela 2: Normas e referências utilizadas.

Avaliação	Norma ou Referência
Morfologia de fibras	Morfi Analyzer Manual
Potencial de maciez	Morfi Analyzer Manual
Formação de folhas	ISO 5269-1
Gramatura	ISO 536
Índice de resistência à tração	ISO 1924
Resistência à drenabilidade (SR ⁰)	ISO 5267-1
Índice de Retenção de Água (WRV)	TAPPI UM 256
Bulk	ISO 534
Absorção Klemm	ISO 8787

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 MORFOLOGIA

As medições de morfologia foram realizadas em Morfi Analyser, e resultaram em propriedades coerentes com o esperado para as polpas em questão (Gomide, 2008; Foelkel, 2009).

A polpa intitulada “100% Fibra Curta” apresentou comprimento ponderado da ordem de 0,8 mm e a amostra “100% Fibra Longa” apresentou comprimento de 2,1mm, ambos compatíveis com valores encontrados em literatura respectivamente para *Eucalyptus urograndis* e *Pinus radiata* (Lehtonen, 2012).

As amostras compostas a partir destes dois tipos de fibras apresentaram valores intermediários, porém mais próximos dos valores encontrados para a polpa de fibra curta, em função da maior presença desta na composição.

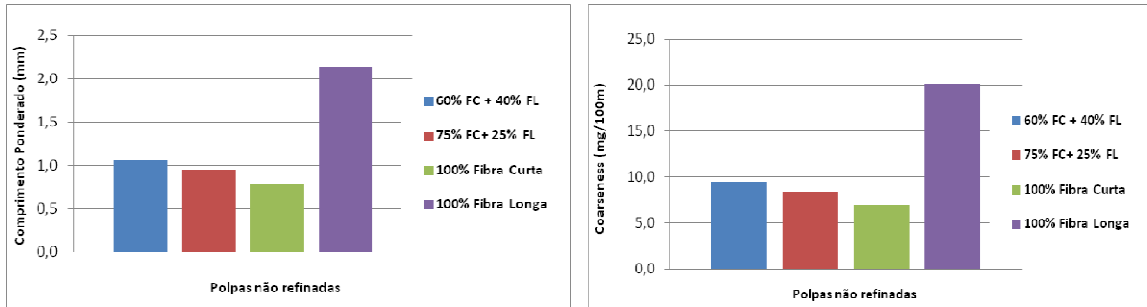


Figura 1: Comprimento ponderado e Coarseness das fibras e suas composições

As medições listadas no quadro 5: Finos em área, finos em comprimento, conteúdo de fibras quebradas, percentual de curl e ângulo kink, são, segundo Ruiz et al (2010), as mais impactantes para determinação do potencial de maciez da polpa em função de sua morfologia. A figura 2 ilustra os valores obtidos individualmente para as propriedades nas respectivas amostras.

Tabela 3: Principais propriedades morfológicas que impactam o potencial de maciez de uma polpa

Medição Morfológica
Ângulo Kink
Percentual de Curl
Conteúdo de fibras quebradas
Conteúdo de finos em área
Conteúdo de finos em comprimento

Fonte: Ruiz et al (2010)

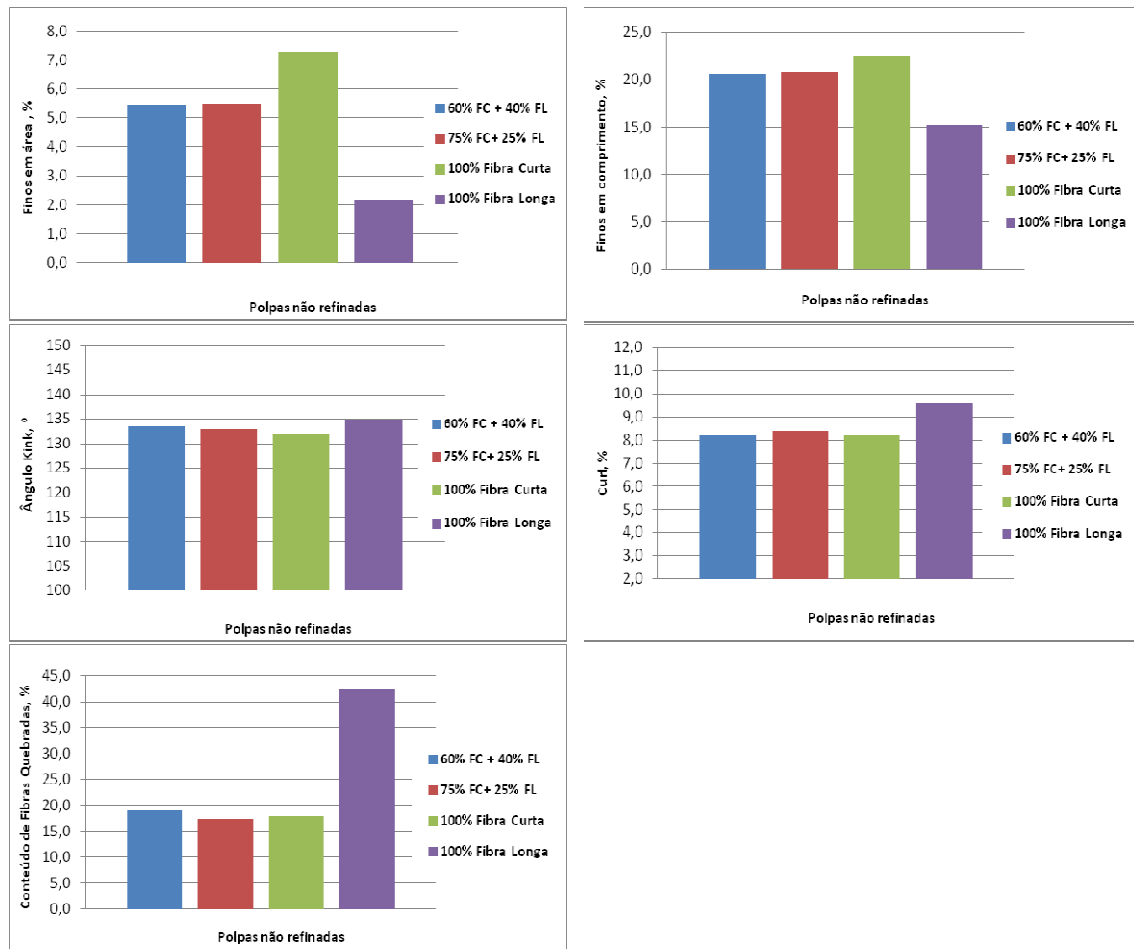


Figura 2: Porcentagem de finos em área, finos em comprimento, conteúdo de fibras quebradas, percentual de Curl e ângulo Kink medidos em Morfi Analyzer.

Considerando que o modelo utilizado como referência para a estimativa do potencial de maciez parte das características morfológicas de polpas individualizadas (Ruiz, 2010), ou seja, não misturadas a outras, usou-se o mesmo critério para obtenção dos dados da figura 3.

Pode-se perceber que o potencial da polpa de fibra longa é bastante reduzido em comparação com a polpa de fibra curta, em função de suas características morfológicas.

Desta forma, valores altos de potencial de maciez seriam esperados com o aumento proporcional de fibras curtas na mistura.

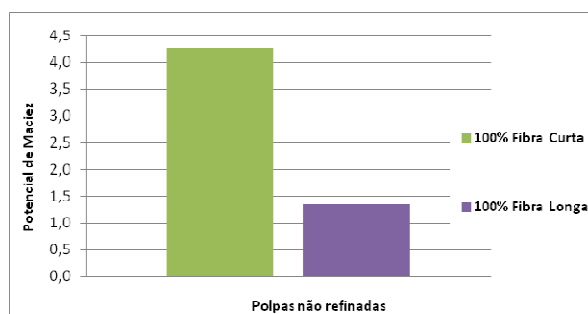


Figura 3: Resultado do potencial de maciez das polpas medido através de Morfi Analyzer

Com o intuito de verificar se haveria um comportamento de redução do potencial de maciez ao agregar-se polpa refinada ou fibras longas em uma parcela da composição, foi medido também, posteriormente, o potencial de maciez das misturas, utilizando o mesmo procedimento descrito acima. Os resultados são ilustrados em percentuais, sendo o valor de 100% correspondente ao menor valor encontrado para o conjunto de amostras e os demais valores, calculados relativamente a este.

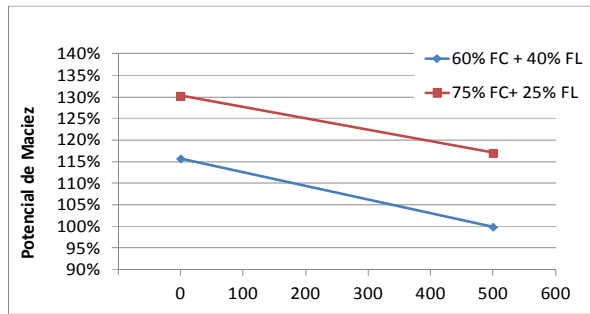


Figura 4: Redução do potencial de maciez com incremento de fibras longas e refinação, medido através de Morfi Analyzer.

O comportamento foi condizente com o esperado, tendo sido o valor de potencial de maciez reduzido para ambas as condições avaliadas, quando na presença de polpa refinada.

O potencial de maciez foi também reduzido quando se aumentou o conteúdo de fibras longas na mistura.

Este resultado demanda maiores avaliações em função do pequeno número de experimentos e da pequena quantidade de dados reportados em literatura (Ruiz, 2010), porém sua avaliação qualitativa é coerente com o observado em papéis industriais. Para estes, quando se refina uma parcela da receita, obtêm-se níveis de tração mais elevados, porém com redução da maciez do papel.

3.2 PROPRIEDADES FÍSICAS

Com o intuito de verificar as propriedades físicas das misturas foram realizadas medições de propriedades mecânicas, absorção e resistência à drenagem, com folhas formadas em formador de bancada.

As amostras compostas por fibra curta e fibra longa nas proporções de “60% FC + 40% FL” e “75% FC + 25%FL” foram também avaliadas sob condições de refino da polpa de fibra longa em dois níveis (500 e 1500 revoluções em moinho PFI), nas mesmas proporções.

A figura 5 ilustra o índice de tração obtido para as amostras.

Para todos os níveis de refino da polpa de fibra longa a curva obtida com maior conteúdo de fibra longa apresentou valores mais elevados de índice de tração.

Observa-se também que, do mesmo modo como se comportou o potencial de maciez, para a curva de tração, foi possível obter valores similares ou superiores de tração quando se compara a mistura de menor conteúdo de fibra longa refinada com a mistura de maior conteúdo de fibra longa, porém, sem refino, ou com menor intensidade de refino.

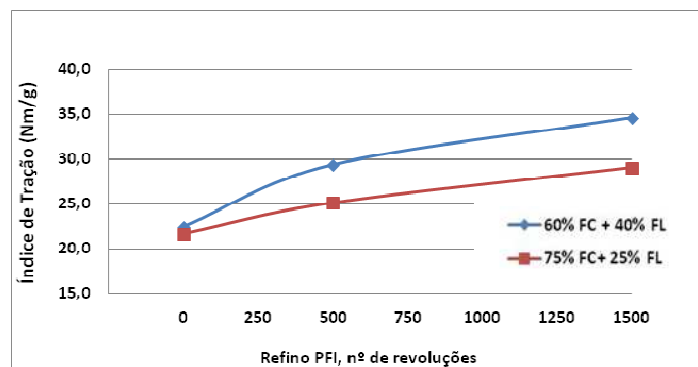


Figura 5: Índice de Tração apresentado pelas composições de fibras longas e curtas

O bulk da folha, por outro lado apresentou valores superiores com o aumento da proporção de fibras curtas na mistura, e apesar de ter sido reduzido pela inserção na mistura de fibras longas refinadas, houve manutenção do patamar superior em aproximadamente 5% para todos os cenários avaliados, indicando maior potencial para geração de uma folha tissue de melhor maciez estrutural (Foelkel, 2007; Liu, 2004), conforme observado na figura 6.

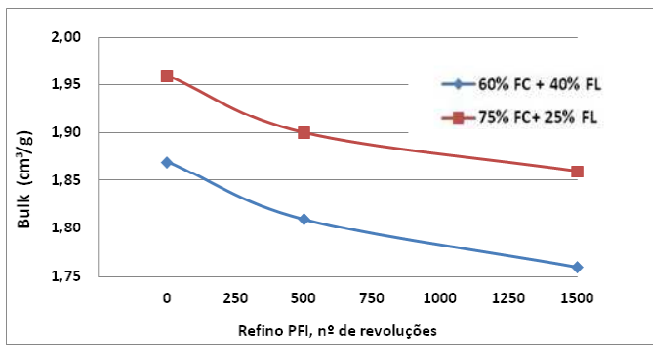


Figura 6: Bulk apresentado pelas composições de fibras longas e curtas

O estudo das condições de resistência à drenagem e absorção de água das polpas indicou que a mistura contendo maior quantidade de fibras longas tenderia a apresentar melhor drenabilidade em máquina, o que poderia facilitar o andamento e redução de energia despendida para secagem da folha.

Este fato provavelmente se deve ao menor teor de hemiceluloses geralmente apresentados por polpas de fibras longas, bem como sua menor quantidade de finos, tendo sido seu comportamento constante ao longo da curva de refino proposta.

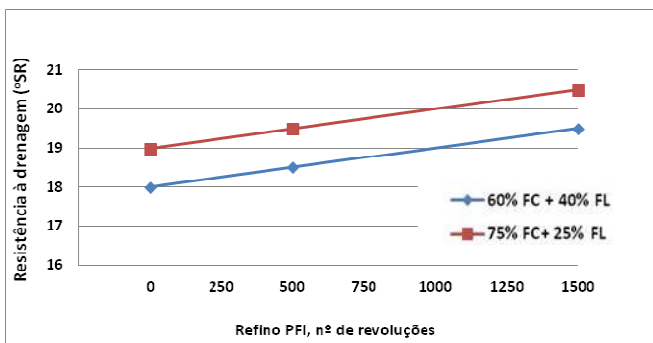


Figura 7: Resistência à drenagem apresentada pelas composições de fibras longas e curtas, avaliado em °Schopper Riegler.

Por outro lado, o maior teor de fibras longas apresentou também maior índice de retenção de água após o refino, indicando maior susceptibilidade às ligações químicas com a água após o tratamento.

Esta maior susceptibilidade possivelmente está relacionada ao fato de a fibra longa ter sido refinada, disponibilizando uma quantidade maior de sítios químicos reativos, entre eles o OH'. Desta forma, a curva que apresenta maior proporção de fibras longas e portanto refinadas, realmente apresentaria maior índice de retenção de água, corroborando os resultados obtidos.

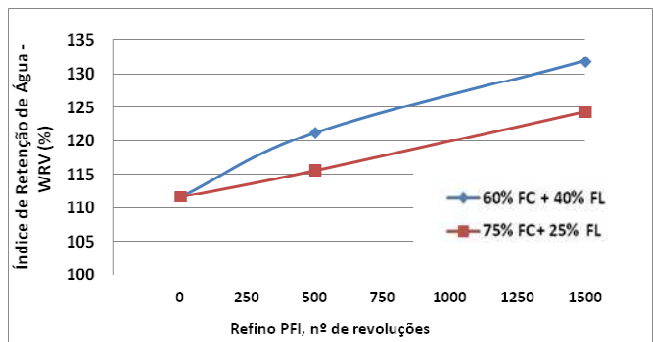


Figura 8: Índice de retenção de água (WRV) apresentado pelas composições de fibras longas e curtas.

Os resultados de absorção dos papéis laboratoriais formados indicaram que uma maior quantidade de fibras curtas leva o papel a melhores condições de absorção de água, conforme figura 9.

Este fator é normalmente muito requisitado na fabricação de papéis tissue. De maneira geral, reflete a quantidade total de água absorvida e não apenas a água quimicamente ligada.

Desta forma, fatores como o bulk da folha possuem grande relevância para o resultado de absorção, já que se relaciona com o volume e distribuição de tamanho de poros. Assim, possivelmente em função de haver maior bulk nos papéis formados com maior percentual de fibras curtas, houve também maior capacidade de absorção nos papéis formados com esta polpa.

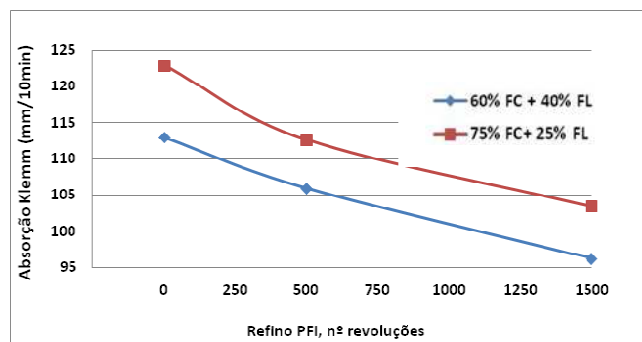


Figura 9: Absorção Klemm apresentada pelas composições de fibras longas e curtas

4. CONCLUSÕES

No campo do estudo das matérias-primas fibrosas, foco deste trabalho, diversas propriedades e características intrínsecas são combinadas para que sejam delineadas as propriedades finais dos papéis tissue.

Evidenciam-se como as mais importantes as propriedades mecânicas e drenabilidade, associadas ao bom andamento de máquina e à resistência final do papel, juntamente com as propriedades de absorção, muito ligadas à qualidade final do produto, e principalmente a maciez, que é fator determinante para a escolha do consumidor final.

O trabalho caracterizou duas diferentes polpas nos quesitos acima, segundo parâmetros da literatura, e as fibras apresentaram características morfológicas típicas.

Ao se estudar o aumento da proporção de fibras curtas na mistura constata-se uma tendência à melhoria de algumas características muito positivas para o papel tissue, como bulk, potencial de maciez e absorção.

As propriedades mecânicas por outro lado são prejudicadas em função da retirada de fibras longas.

Em função disso, foi proposto o refino parcial da composição, refinando-se apenas a fração de fibra longa como estratégia para maximização de propriedades mecânicas, de maneira que uma menor quantidade pudesse se alocada na mistura, mantendo-se os mesmos níveis de propriedade física do papel.

Este fato pode ser positivamente observado na resistência à tração e no potencial de maciez, aumentando-se, porém a resistência à drenagem.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fibria Celulose S.A. e à Universidade Federal de Viçosa pela oportunidade de realizar este estudo, que contribuiu para a conclusão do curso de Especialização em Celulose e Papel da UFV.

REFERÊNCIAS

1. ABBOT, J & Schnabel, K; Papermaking Science and Technology: Book 17 - Pulp and Paper Testing. Chapter 11. TAPPI, 1999.
2. AMPULSKI, R.S.; et al. Methods for the measurement of the mechanical properties of tissue paper. *In: International Paper Physics Conference*. 6. 1991. Hawai. Tappi, 1991. p. 19-30.
3. CAMPOS, E. Características técnicas das madeiras de eucalipto e pinus para papéis higiênico e toalha: uma revisão bibliográfica. *ABTCP. São Paulo. Out. 2010*. Disponível em: (<http://www.abtcp.org.br>). Acesso em 12 Nov. 2011.
4. CASTANHO, C. G. Utilização de rejeito fibroso industrial da polpação Kraft de eucalipto para produção de papéis. Viçosa-MG: UFV, 2002. 102 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2002.
5. DEMUNER, B.D.; VIANNA Doria, E.L.; CLAUDIO-DA-SILVA J., E.; MANFREDI, V. The influence of eucalypt fiber characteristics on paper properties. *In: International Paper Physics Conference*. 1991. 6. 1991. Hawai. Tappi, 1991. p. 185 – 196.
6. FIBRIA, 2011. Apresentação corporativa. Disponível em: http://fibria.foinvest.com.br/ptb/4671/Corportiva_Out2011.pdf. Acesso em 30 Nov. 2011.
7. FOELKEL, C. Eucalypt wood and pulp quality requirements oriented to the manufacture of tissue and printing & writing papers. *In: Appita Conference, 52., Brisbane, Austrália*. Brisbane, 1998. p. 149 – 154.
8. FOELKEL, C. As Fibras dos eucaliptos e as qualidades requeridas na cellulose kraft para a fabricação de papel. *Eucalyptus Online Book & Newsletter*. Mar. 2007. Disponível em: (www.eucalyptus.com.br). Acesso em: 18 fev. 2012.
9. GONÇALVES, C. Fibra de eucalipto para papel tisú. *El Papel*. V. 94. p. 42 – 47. 2001.
10. INVESTOR RELATIONS TEAM. Fibria Investor Day. São Paulo, 11 mai. 2001. Disponível em: <http://www.fibria.com.br>). Acesso em 30 mai. 2011.
11. HOLLMARK, H; “Mechanical properties of tissue” in *Handbook Physical and Mechanical Testing of Paper and Paperboard*”, vol. 1, R. F. Mark ed., Marcel Dekker Inc.,New York. 1983
12. HOLLMARK, H; “Absorbency of Tissue and Toweling” in *Handbook Physical and Mechanical Testing of Paper and Paperboard*”, vol. 1, R. F. Mark ed.,Marcel Dekker Inc.,New York. 1983
13. HORN, R. A. Morphology of pulp fiber from hardwoods and influence on paper strength. *Research Paper FPL 312 – Forest Products Laboratory*. United States Department of Agriculture. Madison, Wisconsin, 1978.
14. KEREEKES, R & SCHELL, C Effects of fiber length and coarseness on pulp flocculation – *TAPPI Journal*, Vol. 78, No2. 1995.
15. KIBBLEWHITE, R.P.; Effects of refined softwood: Eucalytp pulp mixtures on paper properties. *Products and Papermaking, Transf. Xth Fund. Res. Symp*. Oxford, 1993, (C.F. Baker, ad), pp 127 – 157, FRC, Manchester, 2003.
16. KIBBLEWHITE, R.P.; BAWDEN, A.A.; HUGHES, M.C. Hardwood market kraft fiber and pulp qualities. *Appita*, 44(5): 325 – 332. 1991.
17. KILPI, S. State of the Tissue Industry – 2011 and Onwards. *In: PaperCon*. 2011. Covington, KY – EUA. Apresentação. Covington. Tappi. 2011. p.23.
18. LEHTONEN, J. Innovation in papermaking furnish and impact on the future use of various pulp fibres. *GloCell*. Munich, Nov. 2005. Disponível em: (http://www.glocell.fi/Lehtonen_presentation_print.pdf). Acesso em 03 Mar. 2012.
19. LIU, J & HSIEH, J; “Characterization of facial tissue softness”, *Tappi Journal*, Vol.3 No. 4. p. 16. 2004.
20. LOPES, C. R. A.; CONTADOR, C. R.; Análise da indústria de papel e celulose no Brasil. Rio de Janeiro - RJ: UFRJ, 1998. Dissertação (Mestrado em Economia e Finanças) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1998.
21. MARK, E. R. *Handbook of Physical and Mechanical Testing of Paper and Paperboard*. New York: ed. Marcel Dekker Inc, 1983. Vol. 1. 1184 p.
22. MILANEZ, A.F. Fibras celulósicas para papéis tissue. *In: ICEP – Colóquio Internacional de Polpa Kraft de Eucalipto*. 3o. 2007. Brasil. Apresentação. p. 17.
23. MOHLIN, U.B.; BURMAN, A.; SOETANO, S. How fiber dimensions influence refining response and paper properties using acacia and eucalypts as examples. *In: TAPPI Engineering, Pulping & Environmental Conference*. 2006. Norcross – GA. Tappi. 2006.
24. Morfi Analyzer Operation Manual, Techpap.
25. OLIVEIRA, R.C. Influência das características tecnológicas de fibras no andamento de máquina e propriedades do papel. Apostila UFV – Curso de Especialização em Celulose e Papel – UFV. Vitória. 2010.

26. OYAKAWA, D. Máquinas Tissue e Propriedades do Papel Tissue. Monografia apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para conclusão do curso de Especialização em Papel e Celulose. São Paulo. 2004.
27. PETÄJÄ, P. Tissue Business – Increasing Opportunities for Latin American Producers? In: *Simpósio e Exposição Latino-Americano de Tissue. 1º*. 2010. São Paulo, Brasil. Apresentação. p. 29.
28. RAUVANTO, I. World of Fibre. In: Mestrado em Ciências Florestais, 2012, Vitória. Apresentação. Slides 1 – 54.
29. RUIZ, J. Sacon, v.M., Silva, F.P., Eichhorn, S., Bley, L., Sabel, H., Janssen, W., Eymen-Petot-Tourtollet, G., Petit-Conil, M. Pulp softness potential: a methodology to assess and compare pulps. *Revista O Papel*, v. 71, p. 31-45. 2010.
30. SILVA, R. S. Utilização de vibrações ultra-sônicas para o refino de celulose Kraft de eucalipto. 2002. 102 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.
31. TAPPI SOLUTIONS, Tissue: A Global Tour, March 2004.
32. VALENÇA, A.C.; Mattos, R. O setor de celulose e papel no Brasil. Guia de compras de celulose e papel 2003.
33. VIANNA, A. The growing role of Eucalyptus pulp in tissue products. In: *Tissue World 2003*. 6. 2003. Nice. Paperloop.