

INFLUÊNCIA DE FIBRAS RECICLADAS NAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DO PAPEL

Ana Carolina Nascimento (autora) E-mail: ana_carol_tb@hotmail.com

Jean Vinícius Moreira (autor) E-mail: jymoreira@hotmail.com

Ricardo Assis dos Santos (autor) E-mail: rickosc87@hotmail.com

Rubiane Ganascim Marques (orientadora) E-mail: rubianegm@gmail.com

Kelly Cristiane Iarosz (co-orientadora) E-mail: kiarosz@gmail.com

Resumo: A reciclagem de papel é o aproveitamento de papéis usados para produção de novos papéis, e tem importante contribuição ambiental e social. O objetivo do trabalho é formar folhas com diferentes porcentagens de fibras recicladas para verificar sua influência nas propriedades físico-mecânicas. Foram formadas folhas utilizando fibra curta (eucalipto) e reciclada (jornal) e realizadas microscopias das polpas. As folhas foram obtidas em formador laboratorial, e acondicionadas em ambiente climatizado para realização dos testes físico-mecânicos. Os testes de índice de estouro e de tração aumentaram significativamente à medida que aumentava a porcentagem de papel reciclado. O índice de rasgo não seguiu uma tendência. Na polpa contendo 100% de fibra curta observamos que as fibras estão “inteiras”, porém não há grande entrelaçamento entre elas. Na polpa contendo 100% de fibra reciclada observamos que grande parte das fibras estão “quebradas”. Na polpa contendo 50% de fibra reciclada observamos que as fibras “quebradas” da polpa reciclada preenchem o vazio das fibras “inteiras” da polpa de fibra curta. A utilização de papel reciclado aumentou as propriedades físicas do papel. Pois as fibras da polpa reciclada têm a função de preencher os espaços vazios do entrelaçamento das fibras de polpa curta ocasionando melhor formação do papel.

Palavras-chave: Reciclagem, papel, propriedades físico-mecânicas.

INFLUENCE OF RECYCLED FIBER ON THE PHYSICAL AND MECHANICAL PAPER PROPERTIES

Abstract: The recycling of the paper is the utilization of used papers to production of new papers, and it has important contribution environmental and social. The objective of the work is to obtain papers with different percentages of recycled fiber to verify its influence on the properties physical and mechanical. We obtained papers utilizing short (eucalyptus) and recycled (newspaper) and we realized microscopy of the pulps. The papers were obtained and conditioned in acclimated environment for realization of the physical and mechanical essay. The essay of burst and tensile index increased when the percentage of recycled paper increased. The tear index did not present important results. In the pulp with 100% of short fiber we observed that the fiber were not damaged, as well as there was not interlacing among the fibers. In the pulp with 100% of recycled fiber we observed that the majority of the fiber were broke. In the pulp with 50% of recycled fiber we observed that the broke fiber of the recycled pulp filled the empty space of the fiber did not damage of the short pulp. The utilization of recycled paper increased the physical and mechanical properties of the paper. Due to the fiber of the recycled pulp have the function to fill the empty spaces of the interlacing of the pulp of short fiber causing better formation of the paper.

Keywords: recycling, paper, physical and mechanical

1. INTRODUÇÃO

A atividade da reciclagem do papel no Brasil é muito antiga e, por este motivo, ela se confunde com as próprias origens da fabricação de papel no país. As nossas primeiras fábricas de papel utilizavam aparas ou exportavam de outras fábricas do exterior. Somente a partir da década de 70 é que começamos a produzir papel utilizando matéria-prima de origem nacional. Paralelamente ao aumento da produção de papel no país ampliavam-se as atividades de reciclagem (PERES, 2006).

A reciclagem de papéis é uma atividade que vem ao longo dos anos atingindo importância mundial, tanto no aspecto econômico quanto ecológico. A necessidade de se utilizar matérias primas alternativas e mais baratas além da problemática de descarte do lixo tem gerado oportunidades à intensificação do uso de materiais recicláveis (OLIVEIRA e SILVA, 1999).

Reciclagem é o aproveitamento das fibras celulósicas de papéis usados e aparas para a produção de novos papéis. Quase todos os tipos de papéis usados podem ser aproveitados. Tecnicamente, as fibras nele contidas poderão vir a substituir matérias-primas fibrosas virgens, como pastas químicas, semiquímicas ou mecânicas (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, 1981).

A reciclagem de vários materiais é extremamente importante e positiva para diminuir as montanhas de lixo urbano e, no caso do papel, para aliviar a pressão sobre a procura mundial de madeira. A reciclagem de papéis tem-se destacado na medida em que contribui para a preservação e conservação do meio ambiente e para a destinação dos lixos urbanos. Vale ressaltar ainda que a reciclagem seja, em realidade, complementar à produção de matérias-primas fibrosas primárias, que constitui a porta de entrada de todo o processo.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados neste estudo constituem-se de uma polpa industrial de Eucalipto não-branqueada e de uma polpa de papel reciclado (foram utilizados jornais velhos).

2.1. PREPARAÇÃO DA POLPA

As polpas industriais, com consistência em torno de 4%, foram lavadas (devido ao álcali residual contido na polpa), desaguadas, secas ao ar, e acondicionadas em sacos plásticos.

As folhas de jornal foram desagregadas, secas ao ar e acondicionadas em sacos plásticos. Os materiais utilizados neste estudo constituem-se de uma polpa industrial de Eucalipto não-branqueada e de uma polpa de papel reciclado (foram utilizados jornais velhos).

2.2. FORMAÇÃO DAS FOLHAS PARA OS TESTES FÍSICO-MECÂNICOS

As folhas foram obtidas em formador laboratorial tipo Tappi, com $200 \text{ g/m}^2 \pm 5$, de acordo com a norma TAPPI 205 om-81. Foram acondicionadas em ambiente climatizado com temperatura de $23 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa do ar de $50 \pm 2\%$ para realização dos testes físico-mecânicos. Foram confeccionadas dez folhas de cada composição.

3. TESTES FÍSICO-MECÂNICOS

Os testes e análises aplicados a cada tratamento e suas respectivas normas são apresentados na Tabela 1:

Tabela 1 – Normas para cada teste aplicado

Testes	Normas
Índice de Rasgo	TAPPI T 414 om-88
Índice de Estouro	TAPPI T 403 om-91
Índice de Tração	TAPPI T 494 om-88

Fonte: TAPPI TEST METHODS (1996-1997)

3.1. RESISTÊNCIA AO RASGO

A resistência ao rasgo é a força perpendicular ao plano do papel necessária para rasgar uma ou mais folhas de papel através de uma distância específica. Como já relatado por D'ALMEIDA (1988), o comprimento de fibra é uma dimensão importante no desenvolvimento de resistência ao rasgo. É citado também, que resistência intrínseca das fibras, relacionadas à espessura de parede celular, se mostra influente no desenvolvimento de resistência ao rasgo, sendo estas características mais significativas em fibras longas.

3.2. RESISTÊNCIA AO ESTOURO

A resistência ao estouro é definida como a pressão necessária para produzir o arrebentamento do material, ao se aplicar uma pressão uniformemente crescente, transmitida por um diafragma elástico, de área circular, igual 962 mm^2 . Polpas com menores teores de finos e maiores comprimentos de fibras, em geral, geram papéis com maior resistência ao estouro.

3.2. RESISTÊNCIA À TRAÇÃO

A resistência à tração é a força máxima de tração por unidade de largura que o papel ou cartão suporta antes de se romper, sob condições definidas. É a força de tensão direta, necessária para arrebentar o papel, quando aplicada longitudinalmente ou transversalmente. As ligações interfibrilares ocorridas na formação do papel serão fundamentais para se discutir essa propriedade.

4. POTENCIAL ZETA

O potencial zeta é o potencial elétrico perto da superfície de uma partícula em suspensão. É uma maneira de quantificar a carga das fibras. Não depende do tamanho da amostra e ajuda a prever quão rápido a suspensão irá aglomerar.

Pode ser afetado pelo pH, condutividade, temperatura e força iônica do meio.

O potencial zeta indica a capacidade de adsorção da fibra e se realmente o aditivo foi adsorvido. Dessa forma, pode-se prever estabilidade de suspensões coloidais.

5. CONDUTIVIDADE

É a expressão numérica da capacidade de uma solução aquosa de conduzir corrente elétrica. Esta capacidade depende da presença de íons; sua concentração total; mobilidade; valência; concentração relativa e da temperatura de medição. É expressa em $\mu \text{ S/cm}$, em números inteiros.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 2 apresenta os valores de índice de tração, estouro e rasgo:

Tabela 2 – Resultados dos testes físicos

Composição de papel reciclado (%)	Índice de Tração (Nm/g)	Índice de Estouro (kPa.m2/g)	Índice de Rasgo (mN.m2/g)
0	25,31	1,34	6,85
10	22,67	1,08	5,70
30	23,07	1,35	8,73
40	25,28	1,26	8,68
60	21,99	1,33	8,02
80	22,33	1,27	6,45
90	24,09	1,35	5,10
100	29,48	1,54	4,10

$$\text{Índice de Tração} = \frac{\text{Tração (KN/m)}}{\text{gramatura (g / m}^2\text{)}} \times 1000$$

$$\text{Índice de Estouro} = \frac{\text{Estouro (KPa)}}{\text{gramatura (g / m}^2\text{)}}$$

$$\text{Índice de Rasgo} = \frac{\text{Rasgo (mN)}}{\text{gramatura (g / m}^2\text{)}}$$

Como não se consegue controlar precisamente a gramatura da folha formada utiliza-se o calculo do índice. Assim podemos comparar os testes, pois são ajustados de acordo com a gramatura de cada folha.

As figuras 1,2 e 3 mostram a evolução dos valores dos testes físicos de acordo com a porcentagem de fibra reciclada utilizada:

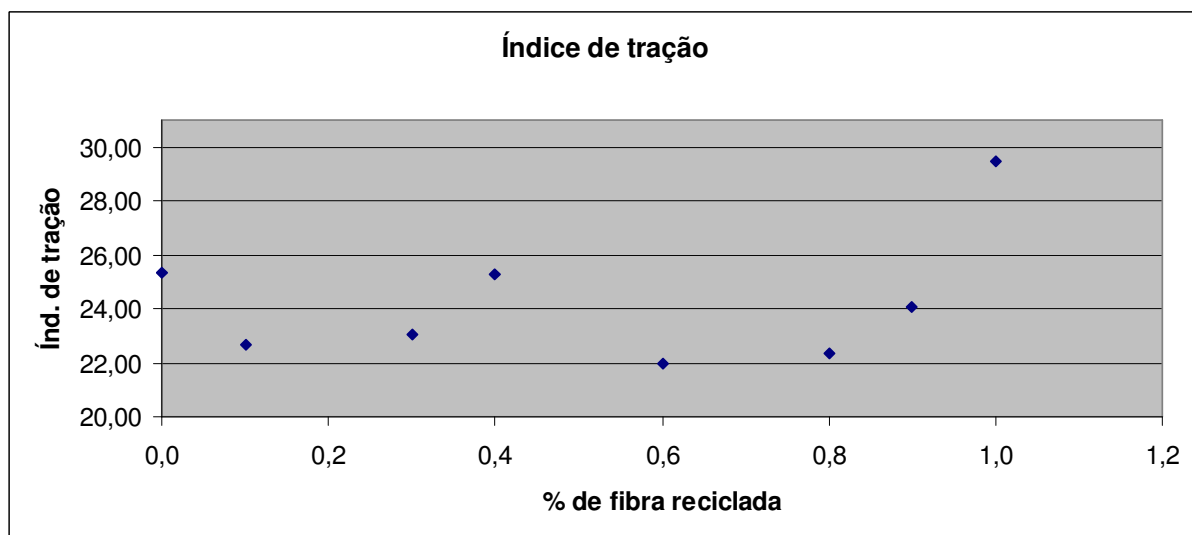


Figura 1 – Comparação do índice de tração

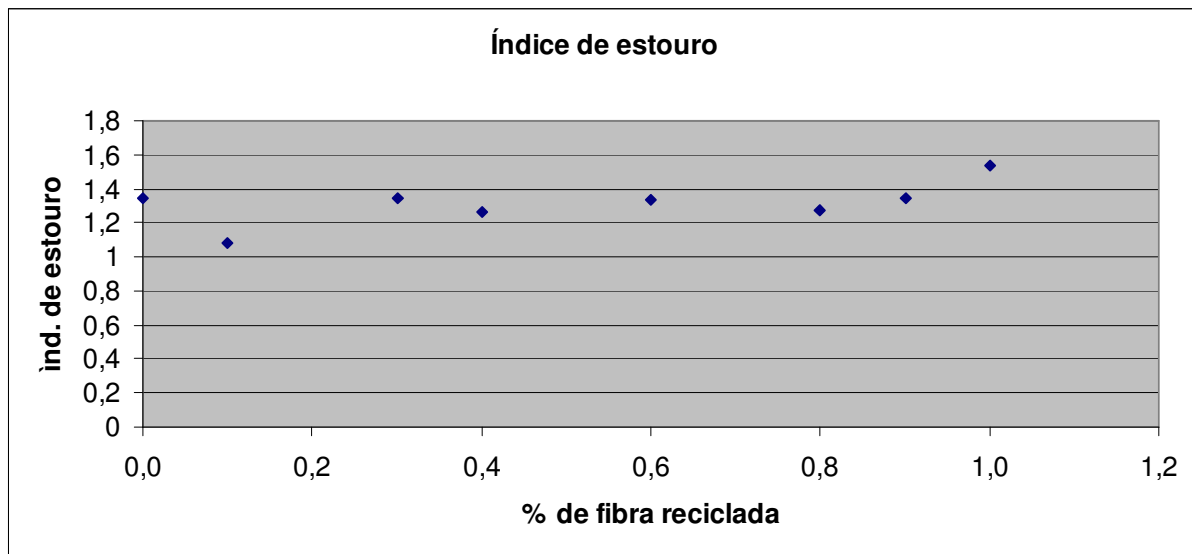


Figura 2 – Comparação do índice de estouro

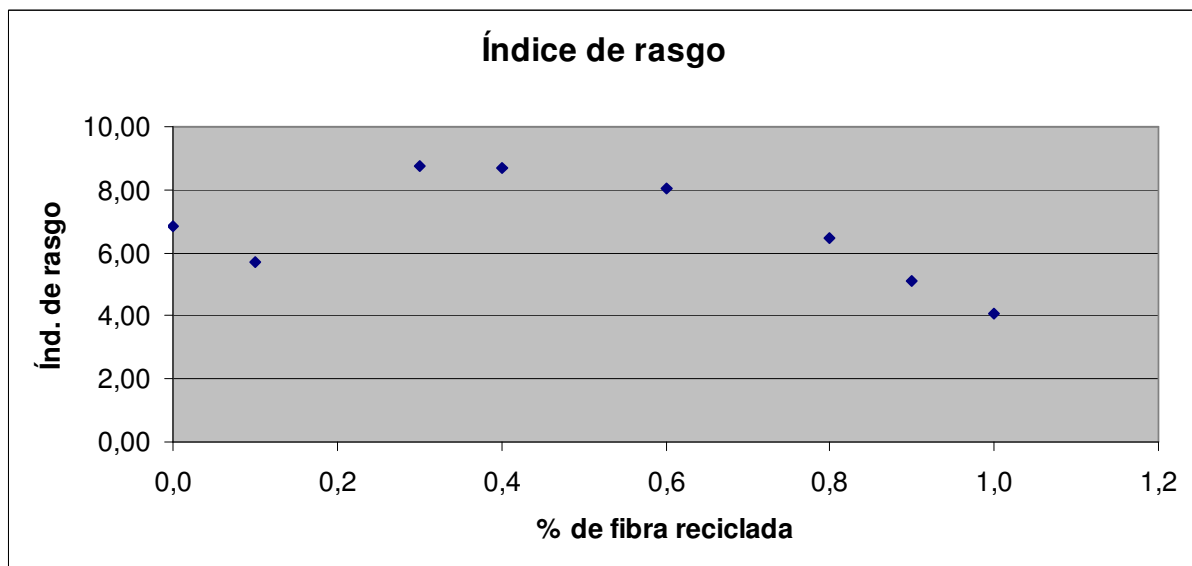


Figura 3 – Comparação do índice de rasgo

A Tabela 3 apresenta os valores de potencial zeta e condutividade analisados:

Tabela 3 – Potencial zeta e condutividade

Composição de papel reciclado (%)	Potencial Zeta (mV)	Condutividade (mS)
0	-183,0	0,1044
30	-190,4	0,1238
40	-207,0	0,1323
60	-202,9	0,1530
80	-179,8	0,1842
90	-157,7	0,1904
100	-139,6	0,2040

As figuras 4 e 5 mostram a evolução dos valores analisados:

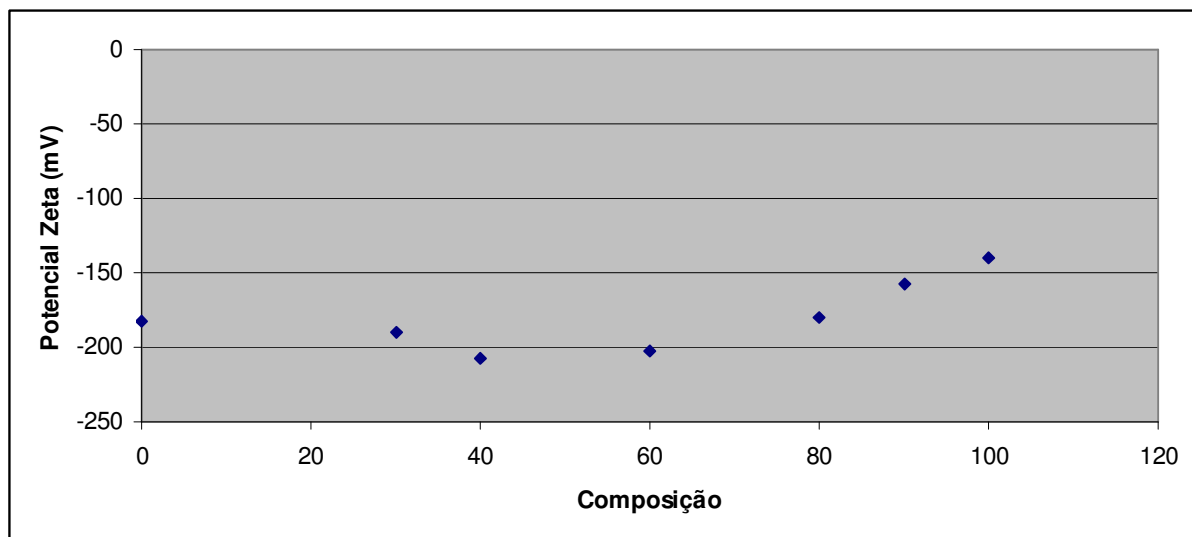


Figura 4 – Comparação do potencial zeta

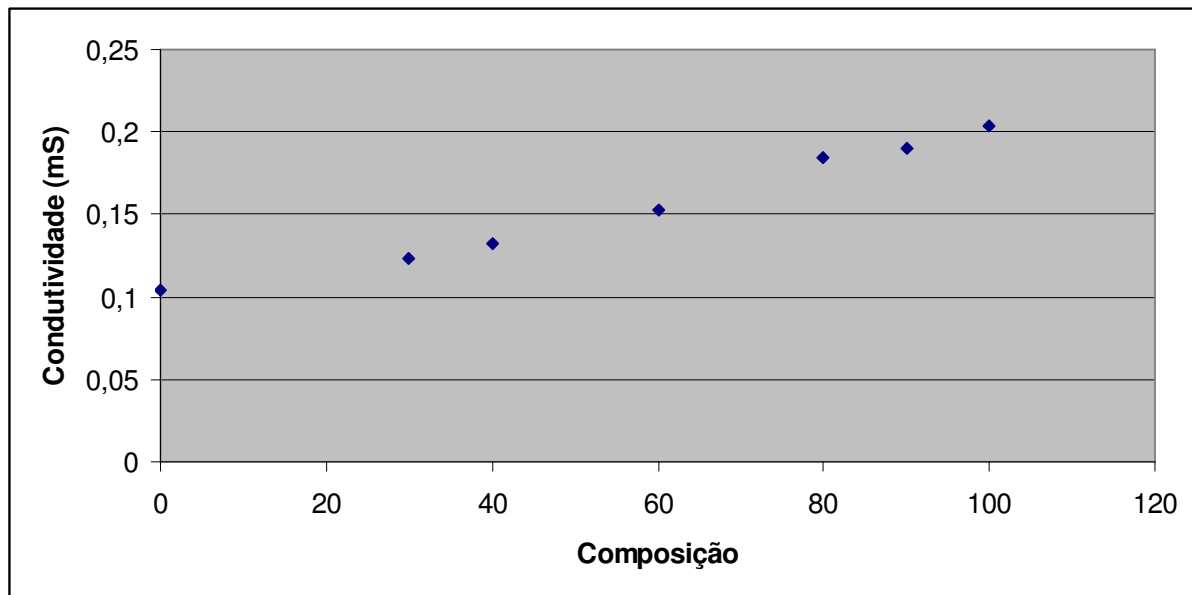


Figura 5 – Comparação da condutividade

As folhas compostas de 100% de fibra curta apresentam um alto índice de tração em relação às folhas com 10% de fibra reciclada. Porém, à medida que aumentamos a porcentagem de fibras reciclada obtivemos ganhos nessa propriedade. Esta melhora ocorre até o patamar de 50% de fibra reciclada. Depois dessa composição, os testes não seguiram uma tendência.

O índice de estouro aumentou à medida que aumentou a composição de fibra reciclada.

O índice de rasgo não seguiu uma tendência. A partir de 60% ele mantém-se em declínio.

Para poder analisar as ligações entre as fibras foram feitas microscopias das seguintes composições:

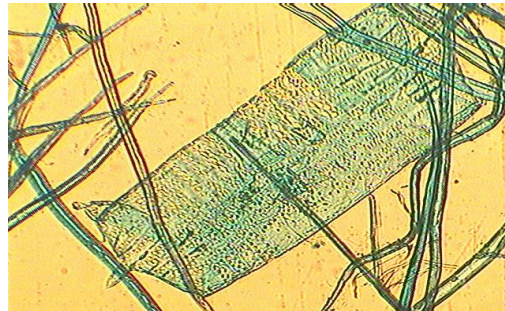


Figura 6- 100% fibra curta



Figura 7- 100% fibra reciclada



Figura 8-50% fibra reciclada

Na polpa contendo 100% de fibra curta observamos a presença de elementos de vaso. Notamos que as fibras estão “inteiras”, porém não há grande entrelaçamento entre elas. O entrelaçamento (refino) de fibras é um dos fatores que influencia as propriedades físico-mecânicas do papel formado.

Para obtenção da polpa contendo 100% de fibra reciclada utilizamos papel jornal. Este tipo de papel é obtido pelo processo de Pasta Mecânica, onde a madeira passa por um reboło. Por isso observamos que a grande parte das fibras estão “quebradas”.

Na polpa contendo 50% de fibra reciclada observamos que as fibras “quebradas” da polpa reciclada preenchem o vazio das fibras “inteiras” da polpa de fibra curta. É por isso que aumenta a resistência físico-mecânica do papel. Pois a folha terá melhor formação, já que todos os espaços vazios serão preenchidos pelas fibras.

O potencial zeta diminui à medida que aumenta a composição de fibras recicladas. Para uma ótima formação o valor ideal é próximo a zero. Observamos que os valores obtidos estão fora desta especificação. Isto pode explicar as variações que ocorrem, principalmente com os testes de tração que não seguiram uma tendência.

A condutividade aumenta à medida que aumenta a composição de fibras recicladas. Podemos afirmar que isso se deve a maior presença de íons na solução.

7. CONCLUSÃO

A utilização de papel reciclado realmente aumentou as propriedades físicas do papel. Observamos que à medida que aumenta a porcentagem de papel reciclado na folha às propriedades aumentam. Também observamos que esta melhora ocorre até um patamar (50% de fibra reciclada). Pois as fibras da polpa reciclada têm a função de preencher os espaços vazios do entrelaçamento das fibras de polpa curta ocasionando melhor formação do papel.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Professora Rubiane Ganascim Marques pelo incentivo e pela paciência, a Cybele A. S. Degannuti e ao Marcelo de Lara por disponibilizar-nos o Laboratório para realização deste projeto, ao amigo Josilei Ferreira de Lima pelo apoio, a FATEB e a Klabin S.A. pelo apoio e incentivo a pesquisa.

REFERÊNCIAS

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. *Celulose e Papel- Tecnologia de fabricação da pasta celulósica.* 2 ed. São Paulo, 1998.

PERES, B.H. *Fibras Secundárias.* Monografia (Engenharia Florestal) – Universidade Estadual de Viçosa. Viçosa, 2006.

SILVA, R.P.; OLIVEIRA, R.C. *Efeitos do refino e da reciclagem nas propriedades de papeis de pinus e Eucalipto.* Disponível em: <<http://www.celuloseonline.com.br/imagembank/Docs/DocBank/dc/dc034.pdf>>. Acesso em: 24 fev. 2009.