

Avaliação da reciclabilidade de papéis Sack Kraft

Recyclability evaluation of Sack Kraft Papers

Márcia Luzia de Souza, Rudine Antes, Reinoldo S. Oliveira; Klabin Papéis SA; Correia Pinto, Brasil
Silvana Meister Sommer; UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil

RESUMO

Devido as pressões ambientais a utilização de fibras secundárias, recicladas, tendem a aumentar consideravelmente nos próximos anos. Poucos estudos tem sido feitos sobre fibras longas não branqueadas e a reciclabilidade de um tipo específico de papel pode também ser considerado como um item de qualidade.

Este trabalho avalia as alterações nas propriedades físicas do papel, em cada ciclo de reciclagem de papel sack kraft, fabricado a partir de polpa virgem oriunda celulose não branqueada de *Pinus Taeda*.

Após desagregação, foram realizados sete ciclos de reciclagem para a análise da evolução das propriedades físicas do papel. Uma vez que durante os ciclos não foi aplicado energia de refinação atribui-se as mudanças nestas propriedades ao efeito de enrijecimento das fibras (hornificação).

As propriedades analisadas foram: densidade, resistência ao ar, alongamento, índices de TEA (*Tensile Energy Absorption*), resistência ao rasgo, resistência à tração, arrebentamento e classificação de fibras por método ótico (Kajaani FS-100). Observou-se que com exceção do índice de rasgo as outras propriedades reduziram seus valores progressivamente durante os ciclos o que indica a necessidade de *make up* do material reciclado com o uso de fibras virgens.

Palavras-chaves: Reciclagem, papel *sack kraft*, *Pinus Taeda*, hornificação e propriedades físico-mecânicas.

ABSTRACT

Regarding the environmental pressures the use of secondary fibers tends to increase considerably next years. Few studies have been made on long unbleached fibers and the recyclability of a specific type of paper can also be considered as a quality item.

This work evaluates the changes in the physical properties of the paper, in each cycle of recycling of sack kraft paper, manufactured starting from virgin pulp proceeding of unbleached cellulose of *Pinus Taeda*.

After reslushing, seven recycling cycles were accomplished for the analysis of the paper's physical properties. During the cycles refining energy was not applied, it is attributed the changes in these properties to the effect of the fibers stiffness (hornification).

The properties analyzed were: density, air resistance, the ability to stretch, indexes of TEA (*Tensile Energy Absorption*), tear resistance, tensile resistance, bursting strength, and classification of fibers for optic method (Kajaani FS-100). It was observed that except for the tear index the other properties reduced its values progressively during the cycles, that indicates the necessity of make up the recycled material using virgin fibers.

Key Words : Recycling, sack kraft paper, Pinus Taeda, hornification, physical-mechanics properties

1. Introdução

No Brasil, segundo BNDES /2/ atualmente 10% da produção de papéis Kraft, são destinados à fabricação de saco multifolhados, são papéis fabricados com pasta química sulfato não-branqueada e essencialmente de fibra longa que lhe confere excelente resistência ao rasgo e boa resistência ao estouro. Uma variação deste papel é o Kraft Extensível que apresenta da mesma forma, boa resistência ao rasgo e energia absorvida na tração, possui um alongamento no sentido longitudinal em torno de 8%.

Neste trabalho avaliamos o comportamento das fibras, simulando várias etapas de reciclagem do papel Kraft Extensível em laboratório. A reciclagem de todo e qualquer material é sempre muito importante quando pensamos nos seguintes benefícios obtidos:

- Redução de lixo gerado nos grandes centros urbanos,
- Economia em área para reflorestamento (preservação e conservação do Meio Ambiente);
- Economia de Energia,
- Economia de Água utilizada no processo

Muitos trabalhos realizados nesta área evidenciam a maior desvantagem em utilizarmos aparas de papel Kraft no processo, que seria a perda da qualidade e propriedades finais do papel reciclado quando comparados ao produto original. Sendo assim, ao avaliarmos o comportamento das fibras durante a simulação da reciclagem foi possível conhecermos o perfil das variações das propriedades analisadas. As propriedades estudadas foram (14/, 15/):

- Tração (kN/m) – É a força máxima que o papel agüentará antes de quebrar. É um dos parâmetros do TEA.
- Alongamento (%) – É a medida da distensão do papel, quando estendido até a ruptura em percentuais. Os valores de Tração e Alongamento fornecem o TEA.
- TEA (Tensile Energy Absorption – J/m²) - É a mais importante propriedade para o cálculo da resistência da parede do saco, verificada pela relação entre TEA e Drop teste. O saco solto em uma superfície plana terá seu conteúdo em movimento sobre as paredes do saco, provocando movimentos com forças de distensão sobre estas paredes. Para resistir a estas forças, o papel deverá ter valores de tração e alongamento, de modo a absorver a esta energia sem ruptura, ou seja, deverá ter TEA compatível.
- Rasgo (mN) – O rasgo é a força requerida para continuar a rasgar o papel a partir de um corte inicial na folha de papel.
- Resistência ao Ar (Gurley Number) (s/100 cm³) – A resistência ao ar é a medida do tempo dado para 100 cm³ de ar passar através de uma determinada superfície da folha da folha de papel.
- Densidade (g/cm³) – é a massa em grama de um centímetro cúbico de papel representa o grau de compactação do papel.

2. Fibras – efeitos da reciclagem

Sabe-se que celulose e água são inseparáveis e seu inter-relacionamento é de fundamental importância durante a fabricação papel. O papel é higroscópico porque as fibras de celulose têm forte atração por moléculas de água. As fibras absorvem água tanto no seu interior quanto na superfície. As fibras sofrem expansão quando absorvem água e contração ao perdê-la. Quando isso acontece as fibras alteram as suas dimensões, muito mais o diâmetro do que o comprimento.

Nas fibras recicladas, a perda de propriedades particulares às fibras ocorre em grande parte durante a secagem. A maior influencia ocorre na morfologia das fibras, pois o colapso irreversível das fibras conduz a alterações na celulose, enrijecendo partes desta cadeia polimérica. Assim, a secagem afeta a capacidade de inchamento das fibras, na flexibilidade e plasticidade, tornando-se irreversível de acordo com a drasticidade e intensidade desta etapa do processo.

No caso de pastas de alto rendimento, como apresentado por KIYOHARA /6/, o espaço entre as fibras e microfibrilas encontram-se ocupado por um composto do tipo gel, formado por lignina e hemicelulose, o qual impede o contato direto entre superfícies de diferentes fibras durante a secagem.

Em pastas Kraft (baixo rendimento) as superfícies de celulose e hemicelulose antes separadas, ou até mesmo suavemente ligadas, podem se ligar irreversivelmente através de fortes ligações de pontes de hidrogênio formadas nas sucessivas secagens. Estas ligações são difíceis de quebrar, reduzindo a capacidade de intumescência da fibra (menor permeabilidade à água). Estas regiões tornam-se mais rígidos, causando reduções de ligações entre elas, diminuindo a resistência do papel reciclado.

Com as fibras mais rígidas, menor será a sua flexibilidade, dificultando o entrelaçamento entre as fibras influenciando diretamente na estrutura do papel, que necessita de um bom entrelaçamento para conceder uma maior resistência ao papel.

Existem algumas maneiras de amenizarmos estes problemas, de compensarmos as qualidades perdidas durante os ciclos, tais como: aplicação de aditivos, refino, e adição de fibras virgens. Com o objetivo de conhecer o comportamento das fibras utilizadas no processo na Unidade de Correia Pinto do grupo Klabin, estas técnicas não foram aplicadas.

3. Materiais e Métodos

3.1. Celulose

Foi utilizada amostra de polpa kraft, coletada na Caixa de Entrada da Máquina de Papel. Esta polpa foi hidratada e formada folhas para a realização de teste físicos, desta forma foi possível compararmos os valores obtidos na prova em branco (PB) com as folhas originadas em cada ciclo de reciclagem.

A tabela 1 apresenta as características desta polpa.

Tabela 1 – Principais características da polpa.

Polpa Caixa de Entrada MP1	
°SR	40
Número Kappa	46

3.2. Papel

O estudo foi realizado utilizando papel AK 73 do jumbo rolo formado pela mesma polpa de onde retirou-se a amostra PB. A tabela 2 apresenta as propriedades físicas deste papel.

Tabela 2 – Propriedades Físicas do Papel Sack Kraft Comercial

<i>Testes Físicos</i>						
Índice de Resist à Tração (Nm/g)	Índice de Arrebetamento (kPam ² /Kg)	Índice de TEA (J/g)	Índice de Resist ao Rasgo (Nm ² /Kg)	Alongamento (%)	Resist ao Ar (s/100cm ³)	Densidade (Kg/m ³)
57,5	470	2,6	13,4	7,1	11,9	630

3.3. Metodologia Aplicada

O papel foi desintegrado em 4.000 rotações em um desintegrador REGMED e em seguida a polpa foi hidratada durante tempo suficiente para a máxima absorção de água pelas fibras e posteriormente foi feita a correção do pH na faixa 4,2-4,3. A razão de manter o pH neste patamar foi simular as condições de produção. As folhas foram confeccionadas no formador automático REGMED. Parte das folhas formadas foram utilizadas para os testes físicos e as demais foram novamente desintegradas. As etapas de desintegração, correção de pH, formação das folhas, secagem e realização de testes físicos foram repetidas sete vezes. A figura 1 apresenta o fluxograma da metodologia aplicada. Todo o estudo foi realizado em escala de bancada, em laboratório.

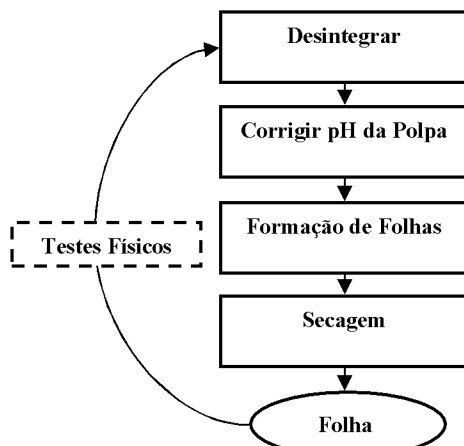


Figura 1 – Fluxograma da Metodologia Aplicada

3.4. Metodologia de Referência para os ensaios

A tabela 3 apresenta as metodologias utilizadas nos ensaios do laboratório, bem como as referências de cada uma.

Tabela 3 – Ensaios realizados no laboratório e Referências

Referência	TÍTULO
TAPPI T410 om-93	Gramatura em Papel e Celulose
SCAN P24:77 TAPPI T403 om-	Resistência ao Arrebitamento de Papel e Celulose
SCAN P11:73 TAPPI T414 om-88	Resistência ao Rasgo em Papel e Celulose
SCAN P7:75	Espessura e Densidade em Papel e Celulose
SCAN P19:78 TAPPI T460 om-96	Resistência ao Ar em Papel
SCAN P38:80 TAPPI T494 om-88	Resistência à Tração em Papel e Celulose (TEA e Alongamento)
TAPPI T240 om-93	Determinação da Consistência em Celulose
SCAN C19:65	Determinação do Grau Shopper Riegler
ABTCP – C5/69 SCAN C1:77 TAPPI T236 om-85	Determinação do Número Kappa
TAPPI T205 sp-95	Formação de Folhas em laboratório para testes físicos da celulose

4. Resultados

Nos gráficos abaixo a linha tracejada indica o valor objetivo da propriedade física em questão.

Resistência ao Ar – O impacto mais significativo foi observado após o primeiro ciclo reciclagem já observado por BUGAGER /3/. Nos demais ciclos a variação não foi tão significativa. Isto pode ser verificado na figura 2



Figura 2 – Resistência ao ar

Alongamento – A queda na variação no alongamento manteve-se constante até o quinto ciclo. A partir deste valor manteve-se constante. Isso pode ser verificado na figura 3.

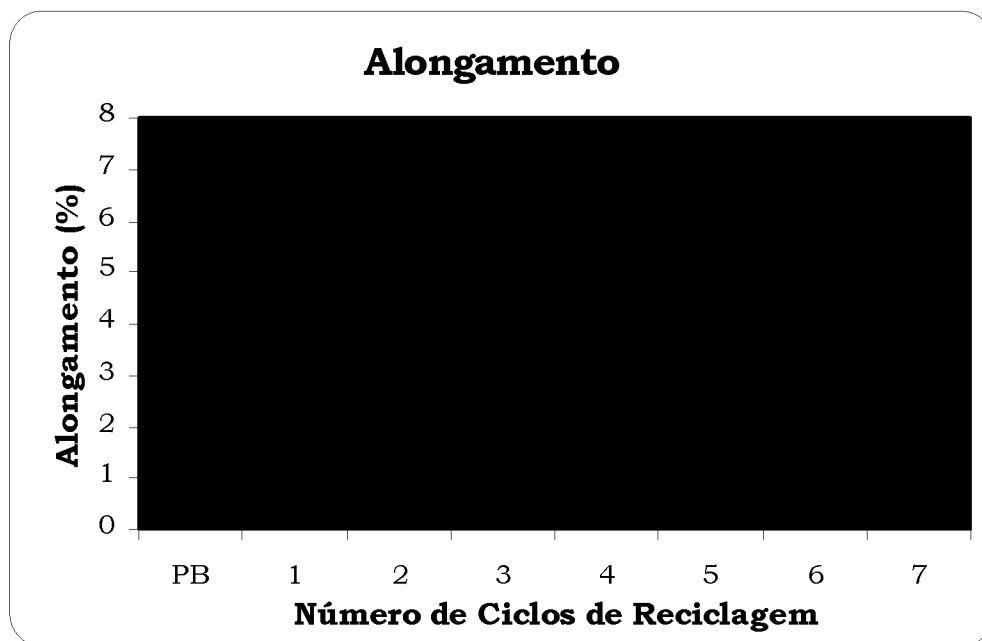


Figura 3 – Alongamento

Índice de rasgo – Houve um ganho significativo no índice de rasgo até o 4 ciclo devido ao fenômeno da hornificação que deixa a fibra mais rígida e menos flexível. O ganho desta propriedade pode ser observado na figura 4.

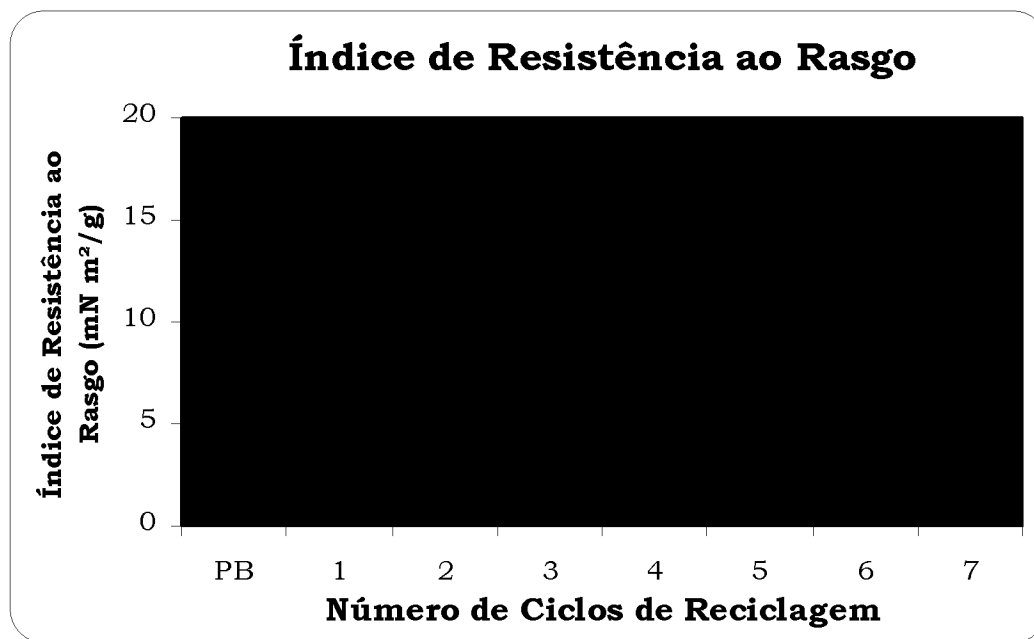


Figura 4 – Índice de resistência ao rasgo aumentando até o quarto ciclo

Índice de resistência a tração – Os índices de resistência a tração se mostraram toleráveis até o segundo ciclo. A queda nesta propriedade se apresentou proporcionalmente constante até o quinto ciclo. O sexto e o sétimo ciclo não mostraram perdas acentuadas. Ver na figura 5.

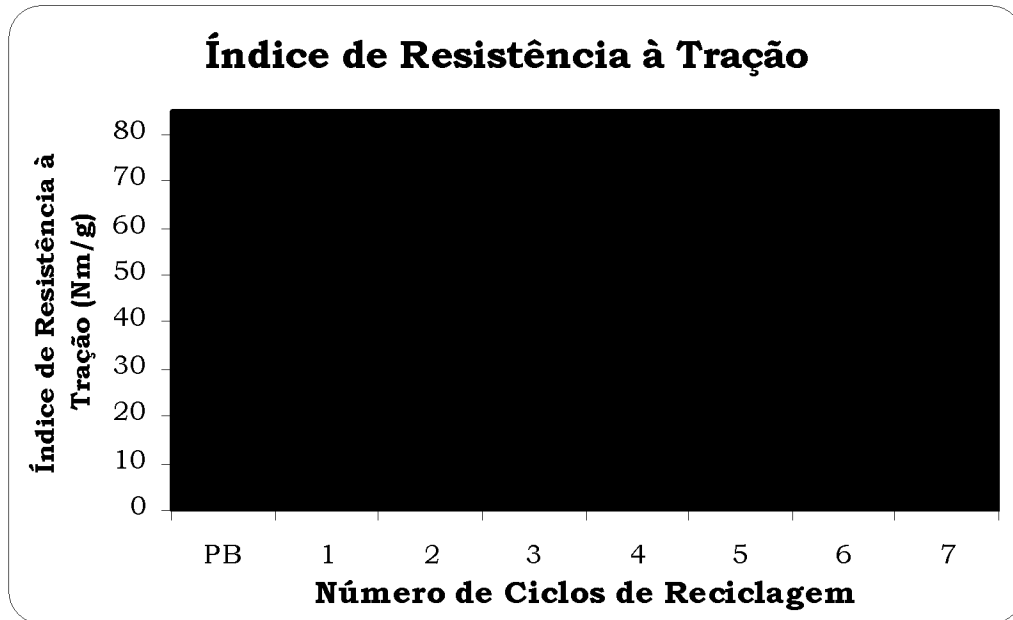


Figura 5 – Desenvolvimento do índice de resistência a tração durante os 7 ciclos de reciclagem.

Índice de T.E.A – Não surpreendentemente o decréscimo nesta propriedade é proporcional ao índice tração e ao alongamento. Figura 6.

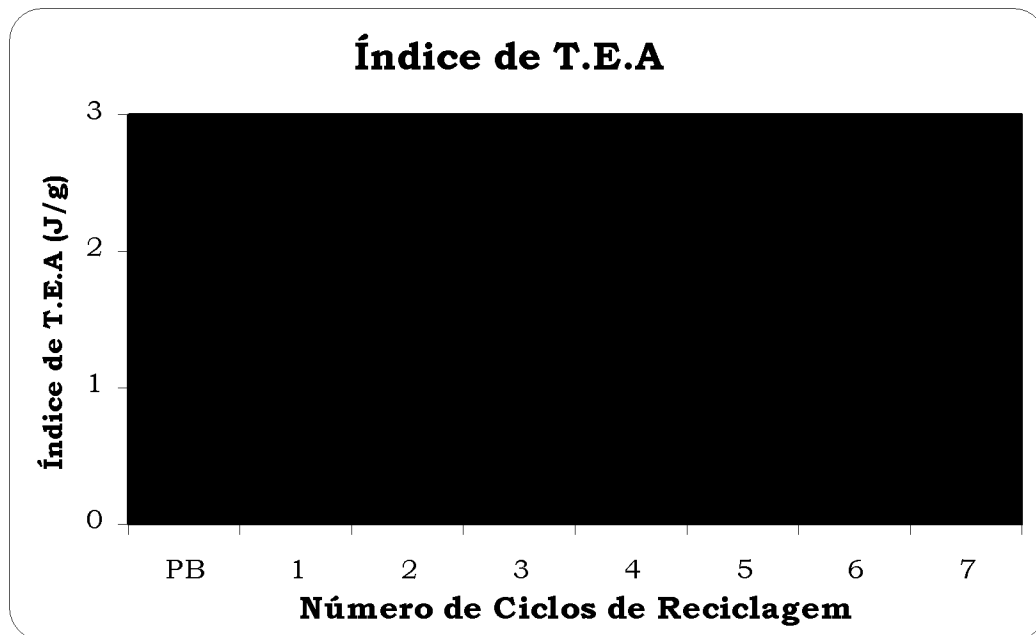


Figura 6 – Índice de T.E.A.

Índice de Arrebetamento – A perda desta propriedade se manteve proporcionalmente constante até o quinto ciclo de refino. Figura 7.

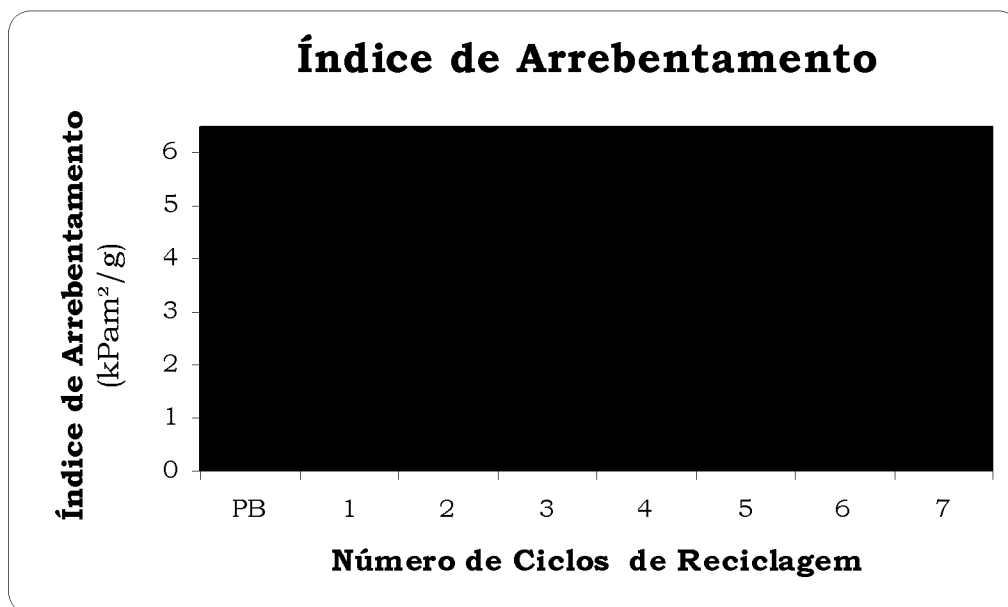


Figura 7 – Índice de arrebetamento

Finos – Durante o processo de desintegração e confecção de folhas de laboratório foi monitorado o teor de finos no papel pelo método ótico em um equipamento Kajaani FS-100. O teor de finos se manteve entre 2,11% a 2,53% durante o segundo e o sétimo ciclos de refino, uma variação em torno de 5 pontos percentuais. Isto pode ser verificado na figura 8.

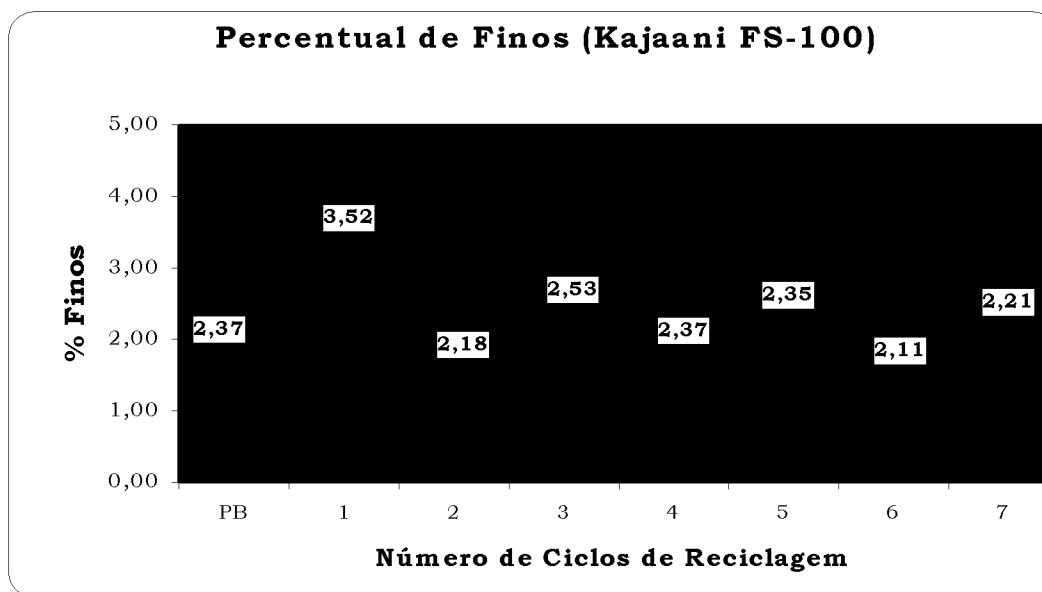


Figura 8 – Variação de finos durante a reciclagem

5. Conclusões

Observamos neste trabalho que houve queda em todas as propriedades físicas do papel (figuras 2,3,5,6 e 7). A exceção é o índice de resistência ao rasgo (figura 4). Esta propriedade mostrou um desenvolvimento positivo até o quarto ciclo de reciclagem. Na propriedade de resistência ao ar, devido ao aumento de rigidez e a diminuição de ligação entre as fibras a passagem do ar foi favorecida consideravelmente logo após o primeiro ciclo de reciclagem. De maneira geral as fibras que formam o papel Sack Kraft, número kappa 46 sofreram modificações significativas em suas propriedades físico-mecânicas até o quinto ciclo de reciclagem, enfatizando que durante o processo de reciclagem as mesmas não foram refinadas.

6. Bibliografia

- /1/ Associação Brasileira de Celulose e Papel – www.bracelpa.org.br
- /2/ Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES)- www.bndes.gov.br
- /3/ BUGAGER, S. O efeito da reciclagem de fibras secundárias sobre as propriedades de papel Kraft. Revista **O Papel**, n37 (12), p.108-112, 1976.
- /4/ CAMPOS, E.S. Propriedades dos papéis para a Impressão Gráfica Parte 1. Revista ANAVE, n 76, p 50-54, 1996.
- /5/ COELHO, A.C.M, SOUZA, A. Papéis para Sacaria. Revista **O Papel**, n 09, p.64-68, 2000.
- /6/ KIYOHARA, R.S., PATIÑO, O.A. Estudo laboratorial das características fibrosas em função dos números de reciclagens. Revista **O Papel**, n 08, 2000.
- /7/ NEVES, F.L., NEVES,J.M. Efeito da reciclagem nas características físico-mecânicas de cartões multifolhados, obtidos a partir de embalagens longa vida. Revista **O Papel**, n10, p.93-102, 2001.
- /8/ PAKARINEN, H., GÖTTSCHING, L. Papermaking potencial of recycled fiber. *In* **Papermaking Science and Technology** - Recycled Fiber and Deinking , Finlândia, 2000, cap 10.
- /9/ SOLVA, R.P., OLIVEIRA, R.B. O efeito da refinação na recuperação das propriedades físico-mecânicas de papéis reciclados de Pinus. *In* **Seminário sobre a produção de papel de fibra longa**, 2003, Lages-SC. *Anais....Lages-SC: ABTCP*, 2003 p01-22.