

## AVALIAÇÃO DE SURFACTANTES NA RECICLAGEM DE JORNAL E REVISTA

Samelyn da Costa Martins Silva, Patricia Kaji Yasumura, Maria Luiza Otero D'Almeida

*Laboratório de Papel e Celulose, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A., São Paulo, Brasil*

### ABSTRACT

*This paper presents the results of the comparison of two surfactants used in the flotation step in the recycling of newspaper and magazine. It was used one sample of each type of paper and two surfactants: a commercial liquid soap and oleic acid in a laboratory scale recycling process. The yield of each process, the optical and strength properties of the handsheets and the color and total solids of the effluent were evaluated. The goal was to evaluate the ink removal efficiency of a better cost-benefit ratio surfactant and its impact over the fiber quality. The results showed that in the conditions used in this study, the commercial liquid soap has a better ink removal efficiency for the magazine than for newspaper, but with a lower yield in general. As for the oleic acid the ink removal was better for the newspaper with higher yield.*

**Keywords:** *paper; newspaper; magazine; recycling; surfactant.*

### RESUMO

*Este artigo apresenta os resultados da comparação do uso de dois surfactantes utilizados na etapa de flotação da reciclagem de jornais e revistas. Foi utilizada uma amostra para cada tipo de papel e dois surfactantes: um detergente líquido comercial e ácido oleico, em um processo de reciclagem em escala laboratorial. Foram avaliados: o rendimento de cada processo, as propriedades ópticas e de resistência das folhas formadas e a cor e sólidos totais do efluente. O objetivo foi avaliar a eficiência da remoção de tinta de um surfactante de melhor custo-benefício e seu impacto sobre a qualidade das fibras. Os resultados mostraram que, nas condições utilizadas neste estudo, o detergente líquido comercial obteve uma melhor eficiência na remoção de tinta para o jornal que para a revista, mas com um rendimento inferior, no geral. Já para o ácido oleico, a remoção de tinta foi melhor para o jornal, com rendimento maior.*

**Palavras chave:** *papel; jornal; revista; reciclagem; surfactante.*

### 1. INTRODUÇÃO

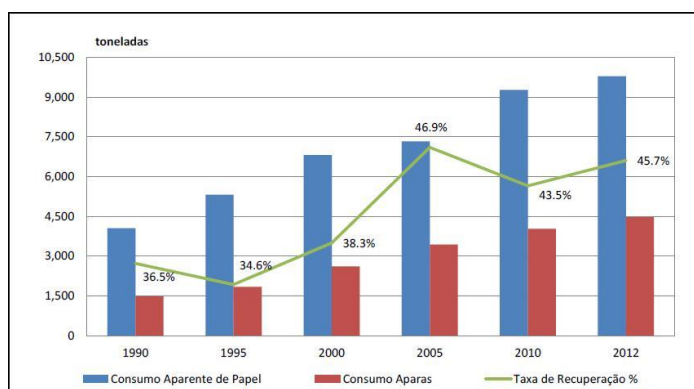
O aumento na quantidade de material descartado nos últimos tempos se deve, principalmente, ao crescimento populacional e à migração do campo para cidade. Em 1920, a população brasileira era de 27,5 milhões de habitantes sendo que apenas 4,6 milhões de pessoas, ou seja, 17% residiam em cidades grandes e destes, mais da metade se concentrava na Região Sudeste (BRITO, 2006). Esse crescimento resultou no aumento do lixo municipal que é composto de matérias procedentes, por exemplo, de escritório, domicílios, construção civil e limpezas públicas. Com isso, tornou-se imprescindível o desenvolvimento de uma política de educação ambiental para a redução do lixo, propriamente dito. Este fato tornou mais premente a necessidade de Reduzir, Reciclar, Reutilizar, e Repensar, os quatro “Rs”, em referência aos materiais que compõem o lixo municipal. Sendo assim, a sociedade tem se tornado cada vez mais consciente da necessidade de controlar não só a quantidade, mas também o tipo de lixo que se despreza. A reciclagem é empregada como meio de envolver o papel reciclável nesta política, contribuindo para atividades econômicas do país.

Os materiais de papel, cartão, papelão coletados após o uso são definidos como aparas. Estes papéis passam por uma seleção para que sejam enfardados e vendidos como matéria prima para a fabricação de papel.

O tipo de papel produzido após a reciclagem depende das características das aparas empregadas. A norma ABNT NBR 15483 (2009) divide as aparas em 29 tipos que são separados em cinco categorias, de acordo com o papel de origem. Estas categorias de aparas são provenientes de: papéis para imprimir, papelão ondulado, papel kraft e cartão.

A reciclagem é incentivada em diversos países - incluso Brasil - por meio de normas e leis, que exigem uma quantidade mínima de aparas para que um produto seja considerado reciclado. No Brasil, a norma ABNT NBR ISO 15755 (1999) define que um papel ou cartão é considerado reciclado quando composto por pelo menos 50% de fibras celulósicas recuperadas, e ainda, no mínimo 25% das fibras totais devem ser do tipo pós-consumo. Acredita-se que, com o decorrer do tempo e com influências governamentais, o percentual cresça juntamente com a demanda do produto reciclado. Os papéis podem ser 100% de fibras secundárias, recicladas, ou em proporções de fibra virgem. As porcentagens que constam nesta norma foram discutidas e determinadas em comissão de representantes de empresas fabricantes de papel e de equipamentos, aparistas, associações e institutos de pesquisa. Conforme a norma ABNT NBR ISO 14021 (2004), os materiais de pré e pós consumos são aqueles que não passam pelo consumidor após processo de manufatura e materiais que são resíduos de domicílios ou instalações comerciais, industriais e institucionais, respectivamente.

Dados estatísticos fornecidos pela BRACELPA (2014), Figura 1, mostram o desenvolvimento da recuperação de papéis recicláveis no Brasil no período de 1990 a 2012. Nota-se que o consumo não só de aparas, mas também de papéis aumentou durante este intervalo. O custo das aparas também influencia o seu consumo pela indústria.



Fonte: BRACELPA – Dados do Setor (2014)

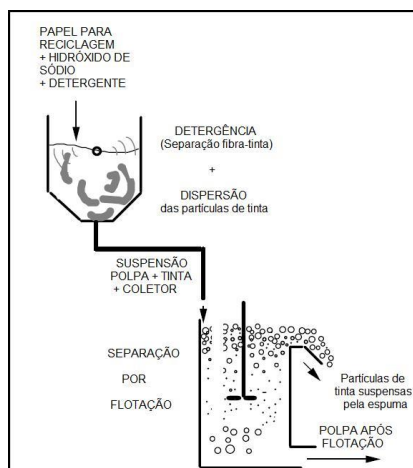
**Figura 1. Taxa de Recuperação de Papéis Recicláveis**

A reciclagem de papel baseia-se no emprego de papéis descartados destinados à produção de novos papéis. Esta atividade representa uma ação química e economicamente favorável, devido à redução de gastos com energia e água no setor industrial e por diminuir a poluição da água e ar. Segundo D'Almeida & Neves (2000), o processo de reciclagem compreende, usualmente, as seguintes etapas:

- Desagregação: Formação da polpa, sob agitação, mistura-se água ao papel a ser reciclado permitindo a formação da polpa celulósica;
- Limpeza/Lavagem/Dispersão: Eliminação de contaminantes através de telas; ainda nesse estágio, as impurezas estão espalhadas na polpa, sem causar problemas, pois são dispersas em partículas finas;
- Destintamento/flotação: Remoção da tinta e de outros materiais não fibrosos. Pode ser realizado por cozimento que é o tratamento com soda, calor e pressão; por flotação ou ainda, por uma combinação das duas operações.
- Branqueamento: Etapa realizada para pastas brancas, com a finalidade de tornar o papel ainda mais branco.
- Refinação: Promove a fibrilação das fibras para torná-las mais flexíveis e com maior quantidade de fibrilas, favorecendo as ligações químicas entre elas.

O destintamento é uma etapa muito importante do processo de reciclagem, pois promove a remoção da tinta de impressão envolvendo processos químicos e físicos. Neste trabalho, estudou-se o destintamento por meio de flotação.

Segundo Svensson (2011), o propósito da flotação é separar os sistemas compostos por material hidrofóbico (tinta) e material hidrofílico (fibra) com base em suas propriedades químicas distintas. Se baseia em três etapas: preparação da polpa e adição de hidróxido de sódio, seguida de acréscimo de peróxido de hidrogênio, surfactante e silicato de sódio, mantendo-se a temperatura entre 40-60°C; aglomeração das partículas de tinta na polpa; e adesão dos aglomerados de tinta às bolhas de ar sendo separada a tinta das fibras de celulose na célula de flotação. A Figura 2 representa a etapa de flotação que envolve desde a desagregação do papel reciclável para formar a polpa até o estágio de formação da espuma na célula de flotação.



Fonte: DUGARTE et al. (2002)

**Figura 2. Procedimento Esquemático de Flotação**

Os aditivos normalmente utilizados na flotação para remoção da tinta das fibras são aqueles que influem na tensão superficial. Agentes detergentes e surfactantes possuem essa finalidade. Os detergentes possuem uma composição química complexa já que são formados por agentes espessante, espumante, dispersor, tensoativo, emulsionante e umectante. Já o surfactante, é um produto químico que promove a interação química com a tinta e a água, simultaneamente.

### **Detergentes**

Define-se detergente como o composto químico que ajuda em processos de limpeza, de acordo com a natureza da sujidade a ser removida, por meio de sua separação, sem produzir degradação dos materiais empregados. Para tal, são necessários os agentes com as funções brevemente descritas na Tabela 1.

**Tabela 1. Principais componentes do Detergente Comercial**

<b>Agentes ou Aditivos</b>	<b>Funções</b>
Sequestrantes	Correção da dureza da água
Dispersantes	Espalhamento de aglutinados em flóculos para redução à partículas menores
Tensoativos	Conversão de resíduos insolúveis em substâncias solúveis em água
Emulsificantes	Redução de substâncias graxas em partículas pequenas
Molhabilidade	Ação por contato sobre as sujidades na superfície do equipamento
Peptização	Atuação em proteínas dispersando-as e produzindo colóides em partes solúveis
Saponificação	Reação entre o hidróxido de sódio e o ácido graxo
Quelantes	Formação de complexos metálicos, minimizando a interferência no processo de Limpeza
Suspensão	Suspensão de partículas insolúveis para impedir que se depositem sobre a superfície do equipamento

Em suma, a principal atuação físico-química do detergente, quando promove a limpeza, é diminuir a tensão superficial da água, facilitando a separação das sujidades presentes nos materiais. O composto responsável pela remoção da sujeira é o chamado tensoativo ou surfactante.

Soares (2007) propôs a classificação dos surfactantes em quatro grupos, conforme a natureza do grupo hidrofílico:

- *Surfactantes Aniônicos*: Em meio aquoso, ocorre a dissociação do surfactante em íons carregados, sendo que o ânion orgânico possui propriedades tensoativas.
- *Surfactantes Catiônicos*: Neste caso, após a dissociação em íons, o cátion orgânico é responsável pelas características surfactantes.
- *Surfactantes Não-Iônicos*: Não há formação de íons, a solubilidade em água ocorre devido aos grupos polares presentes no composto.
- *Surfactantes Anfóteros*: Estes permitem a formação de cargas positivas e negativas em meio aquoso que podem ter comportamento aniônico ou catiônico dependendo de outros fatores como, por exemplo, o pH da solução aquosa.

No processo de flotação a formação de espuma é de extrema importância já que arrasta as partículas de tinta presentes na suspensão. A espuma é formada por ar, água e tensoativo.

Neste estudo, foram realizados ensaios físicos para comparar as folhas formadas após as flotações com detergente e ácido oleico. Foram determinadas médias de resistências ao rasgo, tração e arrebentamento, permeância ao ar, Concentração de Tinta Residual (ERIC – *Effective Residual Ink Concentration*) e cor dos papéis formados. Sendo assim, foi possível a comparação entre os dois métodos de aplicação da flotação.

## 2. MÉTODOS

O estudo consistiu nas seguintes etapas:

### 2.1 Coleta e caracterização de revista e de jornal seguida da obtenção das aparas;

Nesta etapa, as revistas e jornais foram coletados e armazenados. Posteriormente, as capas das revistas foram separadas. Os miolos das revistas e os jornais foram manualmente rasgados em tiras de, aproximadamente, 2 cm de largura.

### 2.2 Preparação das condições experimentais para ensaio;

Nesta etapa, para ambos os papéis e para cada condição experimental estabelecida (Tabela 2) foi empregado o mesmo procedimento: as amostras foram pesadas e colocadas de molho em água deionizada por cerca de 4h.

**Tabela 1. Condições Experimentais**

Condições Experimentais	SIGLA
Jornal bruto	J
Jornal para flotação com detergente	JD
Jornal para flotação com ácido oleico	JS
Revista bruta	R
Revista para flotação com detergente	RD
Revista para flotação com ácido oleico	RS

As condições experimentais de jornal (J) e revista (R) brutos são referentes às folhas formadas sem passar pela etapa de destintamento.

Antes da preparação determinou-se a umidade das aparas, tanto do jornal quanto da revista.

### 2.3 Reciclagem de aparas empregando dois processos: apenas desagregação e desagregação seguida de flotação.

O destintamento foi realizado conforme procedimento descrito no método 11 da *International Association of the Deinking Industry* (INGEDE), utilizando dois tensoativos diferentes: o ácido oleico (indicado no método 11 como tensoativo) e um detergente comercial.

O destintamento com detergente comercial foi realizado com água em temperatura ambiente, enquanto que o destintamento com ácido oleico foi realizado com água a, aproximadamente, 45 °C.

**Tabela 2. Ensaios Realizados para a Formação de Folha em Laboratório**

ENSAIO	METODOLOGIA
Determinação do teor de massa seca	ABNT NBR ISO 638:2009
Determinação da consistência da pasta celulósica	ABNT NBR 14003:1997
Desagregação a úmido em laboratório	ABNT NBR ISO 5263-1:2005
Determinação da resistência à drenagem da pasta celulósica pelo aparelho Schopper-Riegler	ABNT NBR 14031:2004
Preparação de folhas em laboratório para ensaios físicos – método do formador de folhas convencional	ABNT NBR ISO 5269-1:2006

## 2.4 Ensaios Físicos Executados

Os ensaios foram realizados nas folhas formadas condicionadas a 23°C de temperatura ambiente e 50% de umidade relativa do ar. Foram executados os procedimentos de ensaios descritos pelas normas indicadas na Tabela 4.

**Tabela 3. Ensaios realizados nas folhas formadas**

Ensaio	Método
Gramatura	ABNT NBR NM-ISO 536:2000
Espessura	ABNT NBR NM-ISO 534:2006
Resistência ao rasgo	ABNT NBR NM ISO 1974 - 2001
Permeância e resistência ao ar – Método Gurley	ABNT NBR NM 5636-5 - 2006
Propriedades de tração – Método da velocidade de alongamento constante	ABNT NBR NM-ISO 1924-2:2001
Resistência ao arrebentamento	ABNT NBR NM ISO 2758 - 2007
Cor (C/2°) - Método da reflectância difusa	ABNT NBR 14999 - 2003
Concentração efetiva de tinta residual (ERIC)	Procedimento interno da empresa baseado na norma TAPPI T 567 om-09

Imagens de microscopia óptica e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) também foram obtidas para comparação das fibras celulósicas presentes no papel de jornal e de revista. Por meio do equipamento de MEV obtiveram-se Espectros por Dispersão de Energia (EDS – *Energy Dispersive Spectroscopy*) e foi possível quantificar, os elementos presentes nestes papéis.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pH das suspensões celulósicas foi medido e os valores obtidos estão expostos na Tabela 5.

**Tabela 5. pH das Suspensões Celulósicas**

Condição Experimental	pH
JS	~7
RS	
JD	~6
RD	

Nota-se que as suspensões flotadas com ácido oleico tiveram pH próximo ao neutro devido a presença de hidróxido de sódio para a hidratação das fibras celulósicas e reação de saponificação com o ácido oleico. Na reação, ocorre a neutralização do ácido oleico, formando o oleato, íon responsável pela interação com a tinta e formação das micelas.

Para as condições experimentais que se empregou detergente, obtiveram-se valores de pH ácido (Tabela 5), devido a diferença de composição, já que não se emprega composto básico para reação de saponificação.

O tensoativo empregado, Alquilbenzeno Sulfônico Linear (LAS) é um agente aniônico. Sua cadeia lateral é composta de 10 a 13 carbonos e o grupo  $\text{HSO}_3$  que é ionizado e interage com o corante. Este tensoativo possui caráter dispersor e umectante (que impede o ressecamento do detergente comercial), alta solubilidade em água e resistência à hidrólise, sendo utilizado em meio ácido ou básico.

### 3.1 Ensaios Físicos

Os resultados obtidos para as folhas formadas em laboratório são apresentados nas Tabelas 6.a e 6.b, para papéis de jornal e revista reciclados, respectivamente. Eles denotam o perfil de produto final das folhas produzidas.

**Tabela 6.a Resultados de Ensaios Físicos Realizados nas Folhas de Jornal Formadas em Laboratório**

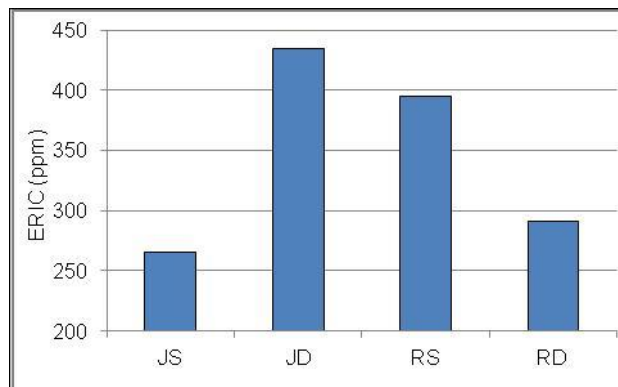
Condição experimental	J	JD	JS	
Resistência a Drenagem, °SR	58,3	54,0	55,0	
Volume Específico (calculado) ( $\text{cm}^3/\text{g}$ )	2,83	2,71	2,62	
Gramatura ( $\text{g}/\text{m}^2$ )	69,5	66,5	63,1	
Espessura (mm)	$0,197 \pm 0,007$	$0,180 \pm 0,012$	$0,165 \pm 0,006$	
Permeância e Resistência ao ar – Método Gurley ( $\mu\text{m}/\text{Pa.s}$ )	$5,51 \pm 0,72$	$8,07 \pm 2,78$	$6,51 \pm 0,51$	
Resistência ao rasgo (mN)	$380,8 \pm 39,2$	$486,0 \pm 39,2$	$486,0 \pm 48,7$	
Resistência à tração (kN/m)	$1,56 \pm 0,20$	$1,78 \pm 0,32$	$1,83 \pm 0,35$	
Resistência ao arrebentamento (kPa)	$82,6 \pm 16,8$	$96,3 \pm 18,4$	$93,2 \pm 14,4$	
Determinação da cor ( $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ )	$L^*$	$72,8 \pm 0,22$	$76,42 \pm 0,48$	$81,48 \pm 0,12$
	$a^*$	$-2,07 \pm 0,06$	$-1,02 \pm 0,02$	$-1,43 \pm 0,05$
	$b^*$	$4,00 \pm 0,08$	$4,74 \pm 0,14$	$6,41 \pm 0,10$
ERIC	$854,05 \pm 88,65$	$434,82 \pm 36,0$	$265,43 \pm 40,73$	

**Tabela 6.b Resultados de Ensaios Físicos Realizados nas Folhas de Revista Formadas em Laboratório**

Condição experimental	R	RD	RS	
Resistência a Drenagem, °SR	78,3	51,0	73,7	
Volume Específico (calculado) ( $\text{cm}^3/\text{g}$ )	1,77	1,91	2,01	
Gramatura ( $\text{g}/\text{m}^2$ )	68,6	61,5	63,1	
Espessura (mm)	$0,121 \pm 0,003$	$0,127 \pm 0,003$	$0,127 \pm 0,002$	
Permeância e Resistência ao ar – Método Gurley ( $\mu\text{m}/\text{Pa.s}$ )	$1,08 \pm 0,16$	$2,90 \pm 0,56$	$1,20 \pm 0,08$	
Resistência ao rasgo (mN)	$402,5 \pm 40,4$	$563,4 \pm 45,9$	$541,7 \pm 45,9$	
Resistência à tração (kN/m)	$1,98 \pm 0,11$	$2,44 \pm 0,13$	$2,69 \pm 0,18$	
Resistência ao arrebentamento (kPa)	$109,3 \pm 14,1$	$129,1 \pm 14,3$	$152,5 \pm 45,4$	
Determinação da cor ( $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ )	$L^*$	$78,01 \pm 0,27$	$81,35 \pm 0,38$	$81,05 \pm 0,18$
	$a^*$	$-1,08 \pm 0,03$	$-1,70 \pm 0,03$	$-1,39 \pm 0,11$
	$b^*$	$4,72 \pm 0,13$	$6,65 \pm 0,06$	$5,87 \pm 0,16$
ERIC	$894,09 \pm 0,53$	$291,23 \pm 16,99$	$395,19 \pm 8,44$	

**3.1.1 Ensaio óptico ERIC:** Os resultados deste ensaio são importantes para comparação da ação dos surfactantes aplicados na flotação: LAS e ácido oleico, presentes no detergente comercial Agi® e na mistura reacional do procedimento *International Association of the Deinking Industry (INGEDE) Method 11* (Anexo B), respectivamente. O gráfico da Figura 3 mostra os valores obtidos para as polpas celulósicas resultante da flotação.

Verificou-se que, no processo de flotação com detergente comercial, houve a formação de espuma, o que não ocorreu quando do uso da mistura contendo ácido oleico.



**Figura 3. Resultados do ensaio óptico ERIC para Papéis Formados Após Etapa de Flotação**

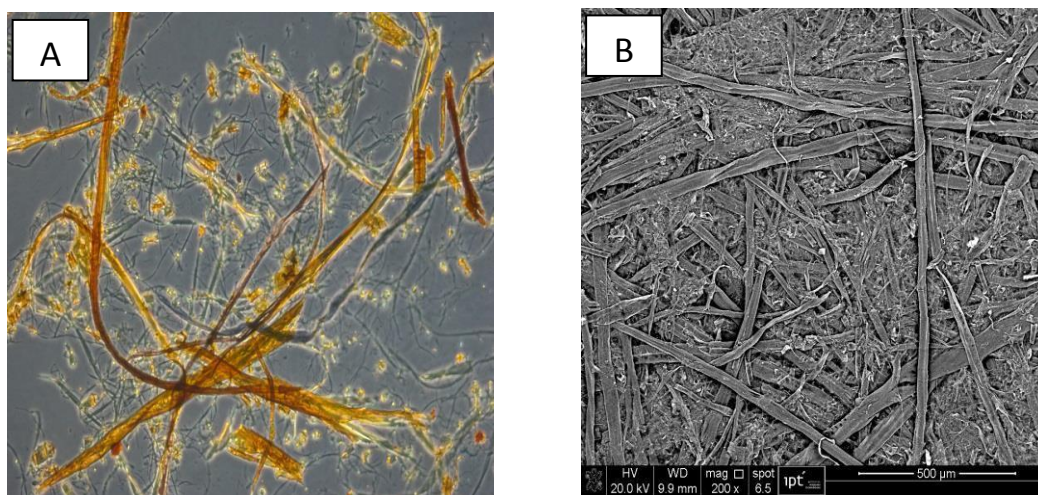
Os resultados indicam que a remoção da tinta em papel jornal é mais eficiente quando do uso do agente de maior detergência, ácido oleico. Para revistas, o detergente LAS (agente de menor detergência) foi o que apresentou maior eficiência.

A utilização de detergente gerou espuma, principal fator responsável pela separação da tinta na flotação e a polpa celulósica tornou-se mais clara. Quando se aplicou a flotação em papel de jornal, o resultado se distanciou daquele obtido para a revista devido à diferença do tipo de papel.

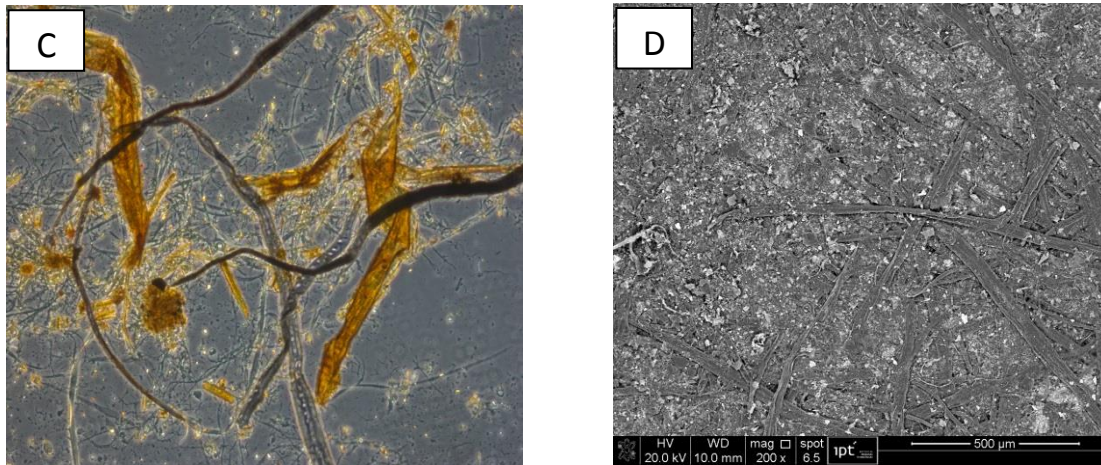
Quanto à substituição do detergente comercial pelo ácido oleico, observou-se que não houve formação de espuma durante o processo de flotação, o que dificultou a separação mecânica da fase “tinta+surfactante” da pasta celulósica em questão, tanto de revista quanto de jornal. Deve-se observar também, que foram utilizadas temperaturas diferentes de trabalho, com uma temperatura maior para o destintamento com ácido oleico.

### 3.2 Microscopias Óptica e Eletrônica de Varredura

As imagens de microscopia óptica obtidas estão representadas nas Figuras 4 e 5, a seguir.



**Figura 4. Micrografias (A) Óptica com aumento de 100x e (B) Eletrônica de Varredura com aumento de 200x das Fibras Presentes na Amostra de *Jornal***



**Figura 5. Micrografias (C) Óptica com aumento de 100x e (D) Eletrônica de Varredura com aumento de 200x das Fibras Presentes na Amostra de Revista**

Comparando as imagens de microscopia óptica, após adição de corante para determinação de composição fibrosa, nota-se que as fibras de jornal são mais longas e, pela coloração, provenientes de processo mecânico. Já as fibras de revista são mais curtas e, pela coloração obtida, provenientes de processo químico.

Nas imagens de microscopia eletrônica é perceptível a maior fibrilação na amostra de revista e a presença de resíduos de carga mineral. A maior fibrilação das fibras na amostra de revista promove maior interação das fibras de revista em comparação com as fibras de jornal.

Estas duas características físicas observadas nas Figuras 4 e 5 são comprovadas pela análise da resistência mecânica dos papéis formados, cujos valores estão apresentados nas Tabelas 6.a e 6.b. Observa-se que a resistência para as fibras de revista é maior do que para o jornal, devido à maior fibrilação das fibras resultantes do processo químico.

Em geral, as propriedades de resistência dos papéis formados apresentaram uma melhora após o destintamento, sendo maiores (em índice) para as amostras que foram submetidas ao processo com ácido oleico. O melhor resultado em resistência para o destintamento com ácido oleico pode ter ocorrido pela maior temperatura de trabalho utilizada.

### 3.3 Espectroscopia por Energia Dispersiva

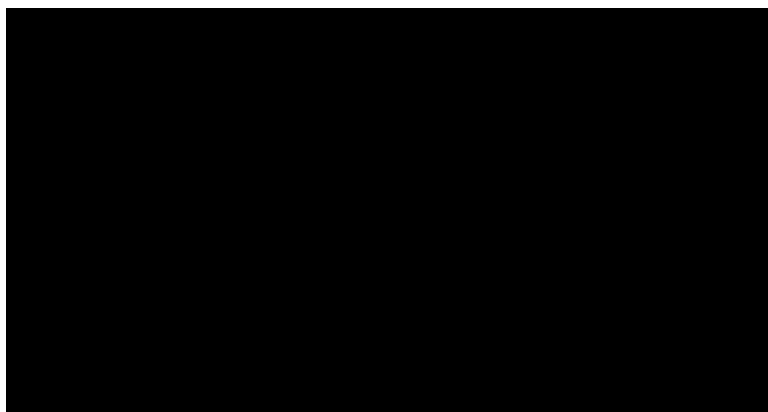
Na Tabela 7 tem-se os dados obtidos por meio do ensaio EDS para os papéis formados após etapa de destintamento.

**Tabela 7. Resultados da Análise por Dispersão de Energia**

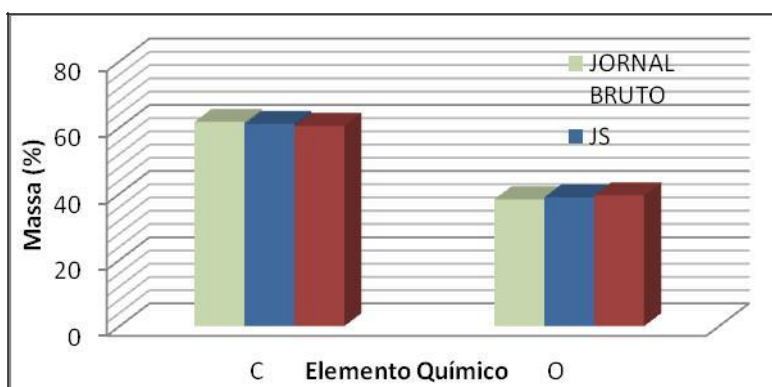
Condições experimentais	Elemento Analisado (% em massa)						
	C	O	Al	Si	K	Ca	Fe
R	58,66	29,67	3,46	4,26	0,65	2,4	0,89
RD	58,53	39,33	1,02	1,12	-----	-----	-----
RS	59,12	37,69	1,24	1,36	-----	0,59	-----
J	61,71	38,29	-----	-----	-----	-----	-----
JD	60,5	39,5	-----	-----	-----	-----	-----
JS	61,1	38,9	-----	-----	-----	-----	-----

Construíram-se dois gráficos com os resultados obtidos, um para cada tipo de papel, apresentados nas Figuras 6 e 7.





**Figura 6. Análise por Dispersão de Energia – Revista**



**Figura 7. Análise por Dispersão de Energia – Jornal**

No gráfico da Figura 6, nota-se a presença de metais que, provavelmente, são provenientes dos aditivos do papel de revista já que os elementos Al, Si e Ca aparecem em todas as condições experimentais. Observa-se, também, que estes elementos são removidos pela etapa de flotação em taxas muito próximas para ambos tensoativos empregados, pois apresentam valores parecidos. Esta técnica não nos permitiu determinar se estes metais procedem da tinta, já que o papel de revista possui um revestimento de cargas minerais e a interação da tinta ocorre primeiramente com esta superfície. Porém, nota-se que após a flotação, traços de ferro e potássio não puderam ser detectados.

No gráfico da Figura 7, os elementos determinados por EDS foram o carbono e o oxigênio em elevado percentual, este resultado não declara qualitativamente quais elementos metálicos podem ser originários da tinta e em qual quantidade aproximada foram removidos pelo processo de flotação, pois é possível que esteja abaixo do limite de detecção desta técnica. É importante ressaltar que o limite de detecção da MEV acoplado ao sistema EDS é de 1%, dependendo do tempo de contagem, por exemplo.

### 3.4 Rendimento

Os rendimentos obtidos para as formações das folhas em estudo estão representados na Tabela 8, abaixo.

**Tabela 8. Rendimentos dos Processos de Desagregação e Destintamento**

<b>Condições experimentais</b>	<b>Massa Seca Inicial (g)</b>	<b>Massa Seca Final (g)</b>	<b>Rendimento (%)</b>
JD	116,45	87,65	75,27
JS	200	171,93	85,96
RD	101,49	58,88	58,02
RS	200	87,55	43,78

Por meio das porcentagens de rendimento pode-se observar que o jornal resultou em maiores valores quando comparado com a revista reciclada. Isto pode ser explicado devido ao fato do papel de jornal não possuir revestimento com cargas minerais que são responsáveis por significativa proporção de massa do papel de revista. Na flotação, as cargas minerais resultantes do revestimento do papel de revista, são arrastadas pela espuma gerando menores rendimentos de pasta celulósica secundária.

#### 4. CONCLUSÕES

Por meio dos ensaios realizados nas folhas formadas, foi possível verificar a eficiência dos surfactantes escolhidos para este estudo e também as propriedades físicas do papel formado. Houve uma melhora considerável no aspecto visual das pastas celulósicas, evidenciada pelo aumento do elemento luminosidade ( $L^*$ ) da cor e pela diminuição significativa do valor de tinta residual (ERIC), com aumento das propriedades de resistência.

Para o ácido oleico, nota-se uma melhor ação detergente, ou seja, de remoção da tinta na superfície, enquanto que o detergente possui vantagens quanto à formação de espuma, essencial para a etapa de flotação, além do seu custo-benefício.

Para estudos futuros, indica-se a otimização do processo de destintamento por meio da adequação do pH para básico nas suspensões de flotação e formação de espuma no método INGEDE. No pH básico ocorre a hidratação das fibras, devido a quebra das ligações de hidrogênio.

#### REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14021**: Rótulos e declarações ambientais – Autodeclarações ambientais (Rotulagem do tipo II). Rio de Janeiro, 2004. 26 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15483** /Emenda 1:2009 – Aparas de papel e papelão ondulado – Classificação. Rio de Janeiro, 2009. 2 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15755**: Papel e cartão reciclados – Conteúdo de fibras recicladas – Especificação. Rio de Janeiro, 2009. 2 p.

BRACELPA, **Associação Brasileira de Celulose e Papel**. Dados sobre a quantidade de aparas produzidas no Brasil. Disponível em: <<http://bracelpa.org.br/bra2/?q=node/141>> Acesso em 19 set.2014

BRITO, F. O deslocamento da população brasileira para as metrópoles. *ESTUDOS AVANÇADOS*, v. 20, n.57, p. 221-236, 2006.

BUGAJER, S. “Utilização de aparas e papéis velhos”. IN: **Celulose e Papel, Tecnologia de Fabricação do Papel**. D'ALMEIDA, M.L.O., 2ª ed. São Paulo, IPT. 2v 403p, 1988.

D'ALMEIDA, M.L.O., NEVES, J.M. “Reciclagem de Papel”. IN **Lixo Municipal – Manual de Gerenciamento Integrado**. 2ª ed. São Paulo, IPT. p.128 350p, 2000.

DUGARTE, A. V. A., ROJAS, O., MOGOLLÓN G., GUTIERREZ I., GOMEZ, L. “*Formulación de Surfactantes y Especies Alcalinas en el Destintado por Flotación*”. IN: **Congreso Iberoamericano de Investigación en Celulosa y Papel – CIADICYP**, Campinas - SP, 2002

MÜLLER, J. M. **Agentes Químicos para Higienização – Detergentes**. Florianópolis: UFSC 7p. (Apostila de Aula), [s.d.]

NETO, O. G. Z., PINO, J. C. D. **Trabalhando a Química dos Sabões e Detergentes** Universidade Federal do Rio Grande do Sul Instituto de Química Área de Educação Química [s.d.]

SOARES, V. C. **Desenvolvimento de Processos e Produtos para Controle de Substâncias em Estado Coloidal (stickies) na Produção de Papel Reciclado**. Viçosa, 120p. (Dissertação de Mestrado), 2007.

SVENSSON, R. **The Influence of Surfactant Chemistry on Flotation Deinking**. Göterborg, Department of Chemical and Biological Engineering – CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY. 120p. (Tese de Mestrado), 2011.