

AVALIAÇÃO DE SURFACTANTES NA RECICLAGEM DE PAPÉIS DE JORNAL E REVISTA

Autores*: Samelyn da Costa Martins Silva
Patricia Kaji Yasumura
Maria Luiza Otero D'Almeida

RESUMO

Este artigo apresenta os resultados da comparação do uso de dois surfactantes utilizados na etapa de flotação da reciclagem de aparas de jornais e revistas. Foi utilizada uma amostra para cada tipo de papel e dois surfactantes - um detergente líquido comercial e ácido oleico -, em 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 em remoção de tinta de um surfactante de melhor custo-benefício e seu impacto na qualidade das fibras. Os resultados mostraram que, nas condições deste estudo, o detergente líquido comercial obteve melhor eficiência de remoção de tinta para o jornal do que para a revista, mas com rendimento no geral inferior. Já para o ácido oleico a remoção de tinta foi melhor para o jornal, e com rendimento maior.

Palavras-chave: jornal, papel, reciclagem, revista, surfactante.

INTRODUÇÃO

O aumento da quantidade de material descartado deve-se, nos últimos tempos, principalmente ao crescimento populacional e à migração do campo para a cidade. Em 1920, a população brasileira era de 27,5 milhões de habitantes, com apenas 4,6 milhões deles, ou 17%, residindo em cidades grandes e, desses, mais da metade concentrada na Região Sudeste (BRITO, 2006). Esse crescimento resultou no aumento do lixo municipal, que é composto de matérias procedentes, por exemplo, de escritórios, 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. Esse fato tornou mais premente a necessidade de praticar os quatro "Rs": Reduzir, Reciclar, Reutilizar e Repensar relativamente aos materiais que

compõem o lixo municipal. Por via disso, a sociedade fez-se cada vez mais consciente da necessidade de controlar não só a quantidade, mas também o tipo de lixo que se descarta. A reciclagem é utilizada como meio de incluir o papel reciclável nessa política, contribuindo para atividades econômicas do País.

Os materiais de papel, cartão e papelão coletados após o uso são definidos como aparas. Esses papéis passam por seleção e enfardamento para, então, serem comercializados como matéria prima para a produção de novo papel.

O papel resultante da reciclagem depende das características das aparas de origem. A norma ABNT NBR 15483 (2009) distribui as aparas em 29 tipos, por sua vez classificados em cinco categorias, de acordo com o papel de origem. As categorias dessas aparas são originadas de papéis de imprimir, de papelão ondulado, de papel kraft e de cartão.

A reciclagem é incentivada em muitos países - Brasil incluso - por via 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 seja tido como reciclado quando composto por pelo menos 50% de fibras celulósicas recuperadas e, ainda, com o mínimo de 25% das fibras totais serem do tipo pós-consumo. Acredita-se que, com o decorrer do tempo e estímulos governamentais, o percentual cresça juntamente com a demanda de produto reciclado. Os papéis podem ser 100% de fibras secundárias, recicladas, ou com participação de fibras virgens. As porcentagens que constam nessa norma foram discutidas e determinadas em comissão de representantes de empresas fabricantes de papel e de equipamentos, de aparistas, associações e institutos de pesquisa. Conforme norma ABNT NBR ISO 14021 (2004), os materiais de pré e pós consumo são aqueles que não passam pelo consumidor após

Referência dos autores:

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

Autor correspondente: Patricia Kaji Yasumura. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A., São Paulo, Brasil.
Av. Prof. Almeida Prado, 532. São Paulo. 04018-033. Brasil. Telefone: +55-11-37674407. E-mail: pkaji@ipt.br

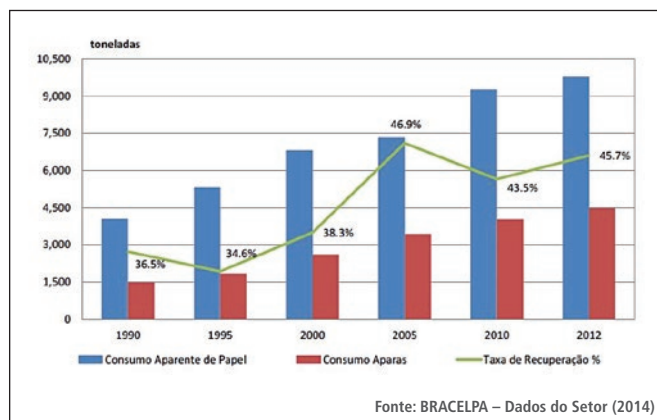


Figura 1. Taxa de recuperação de papéis recicláveis

sua manufatura no primeiro caso, e materiais que são resíduos de domicílios ou instalações comerciais, industriais e institucionais no segundo caso.

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 esse intervalo. O custo das aparas também influencia seu consumo pela indústria.

A reciclagem de papel baseia-se no emprego de papéis descartados para 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 do ar. Segundo D'Almeida & Neves (2000), o processo de reciclagem compreende, usualmente, as seguintes etapas:

- desagregação:** formação da polpa sob agitação mediante adição de água ao papel a reciclar, permitindo formação da polpa celulósica;
- limpeza/lavagem/dispersão:** eliminação de contaminantes através de telas; ainda neste estágio as impurezas continuam presentes na polpa sem causar problemas, pois estão dispersas como partículas finas;
- destintamento/flotação:** remoção da tinta e de outros materiais não fibrosos. Pode ser realizado por cozimento, que é tratamento com soda, calor e pressão; por flotação ou, ainda, por uma combinação das duas operações;
- branqueamento:** etapa realizada em polpas brancas, com a finalidade de melhorar a alvura do papel;
- refinação:** promove a fibrilação das fibras para dar-lhes mais flexibilidade e dotá-las de maior quantidade de fibrilas, o que favorece as ligações químicas interfibras.

O destintamento é uma etapa muito importante da reciclagem, pois promove a remoção da tinta de impressão mediante processos

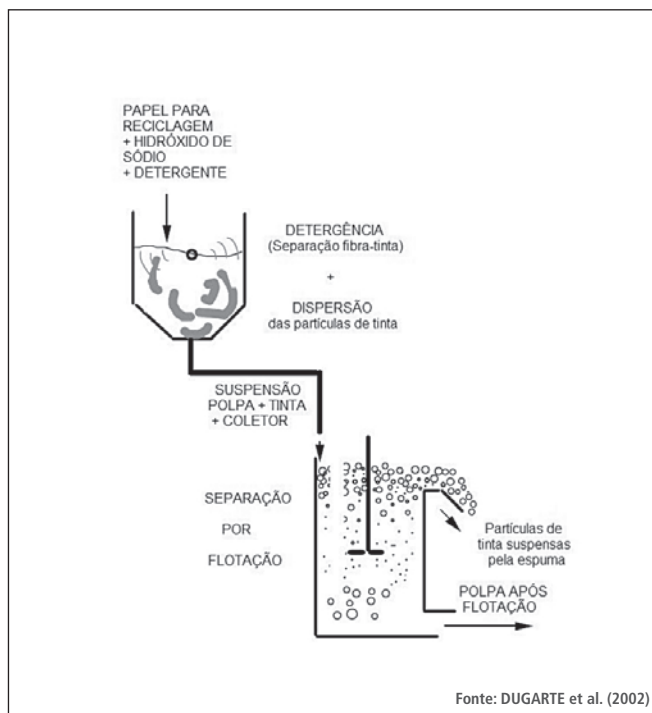


Figura 2. Procedimento esquemático de flotação

químicos e físicos. Neste trabalho, estudou-se o destintamento por 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 distintas propriedades químicas. Baseia-se em três etapas, que seriam: preparação da polpa e adição de hidróxido de sódio; adição de peróxido de hidrogênio, surfactante e silicato de sódio a temperatura entre 40-60°C; aglomeração das partículas de tinta da polpa e adesão dos aglomerados de tinta às microbolhas de ar, com isso a tinta é separada das fibras da polpa na célula de flotação. A **Figura 2** representa a etapa de flotação, que envolve desde a desagregação do papel reciclável para formação da polpa até a formação da espuma na célula de flotação.

Os aditivos normalmente utilizados na flotação para remoção da tinta são os que influem na tensão superficial. Agentes detergentes e surfactantes possuem essa finalidade. Os detergentes têm composição química complexa, já que são formados por agentes espessantes, espumantes, dispersores, tensoativos, emulsionantes e umectantes. Já o surfactante é produto químico que promove a interação química com a tinta e a água, simultaneamente.

Detergentes

Define-se como detergente o composto químico que auxilia em processos de limpeza segundo a natureza da sujidade, por via de sua separação sem ocasionar degradação dos materiais emprega-

Tabela 1. Principais componentes do detergente comercial

Agentes ou Aditivos	Funções
Sequestrantes	Correção da dureza da água
Dispersantes	Espalhamento de aglutinados em flóculos para redução a 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

dos. Para tal, são necessários agentes com as funções brevemente descritas na **Tabela 1**.

Em resumo, a principal atuação físico-química do detergente, como promotor de limpeza, é diminuir a tensão superficial da água, facilitando a separação das sujidades dos materiais. O composto responsável pela remoção da sujeira é o 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 resistência 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.

MÉTODOS

O estudo consistiu das etapas postas a seguir.

Coleta e caracterização de revista e de jornal seguida da obtenção das aparas

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

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 2. 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 reportam-se às folhas formadas sem passar pela etapa de destintamento. Antes da preparação determinou-se a umidade das aparas, tanto de jornal quanto de revista.

Reciclagem de aparas por 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 3. Ensaios realizados para formação de folha em laboratório

ENSAIO	METODOLOGIA
Determinação do teor seco da massa	ABNT NBR ISO 638:2009
Determinação da consistência da polpa celulósica	ABNT NBR 14003:1997
Desagregação a úmido em laboratório	ABNT NBR ISO 5263-1:2005
Determinação da resistência à drenagem da polpa 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

Tabela 4. Ensaios realizados nas folhas formadas

ENSAIO	METODOLOGIA
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 refletância difusa	ABNT NBR 14999 - 2003
Concentração efetiva de tinta residual (ERIC)	Procedimento interno da empresa baseado na norma TAPPI T 567 om-09

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**.

Também foram obtidas imagens por microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura (MEV) para comparação das fibras celulósicas presentes nos papéis 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 nesses papéis.

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 à presença de hidróxido de sódio para hidratação das fibras 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 em que se empregou detergente obtiveram-se valores de pH ácido (Tabela 5) devido à diferença de composição, pois 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 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.

Ensaios físicos

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

Tabela 6.a. Resultados de ensaios físicos realizados nas folhas de jornal formadas em laboratório

Ensaio	Condição Experimental	J	JD	JS
Resistência à drenagem, °SR		58,3	54,0	55,0
Volume específico (calculado) (cm^3/g)		2,83	2,71	2,62
Gramatura (g/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

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

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 resultantes da flotação.

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

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

A utilização de detergente gerou espuma - principal respon-

sável pela separação da tinta na flotação - e a polpa 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 polpa celulósica, tanto de revista quanto de jornal. De se observar, também, que foram aplicadas temperaturas de trabalho diferentes, com temperatura maior para o destintamento com ácido oleico.

Microscopias óptica e eletrônica de varredura

As imagens de microscopia óptica estão representadas nas **Figuras 4 e 5**.



Figura 3. Resultados do ensaio óptico ERIC para papéis formados após flotação

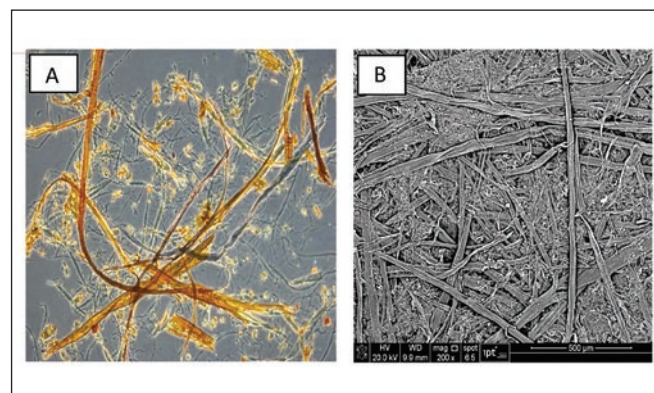


Figura 4. Micrografias óptica (A) com aumento de 100x e eletrônica de varredura (B) com aumento de 200x das fibras presentes na amostra de jornal

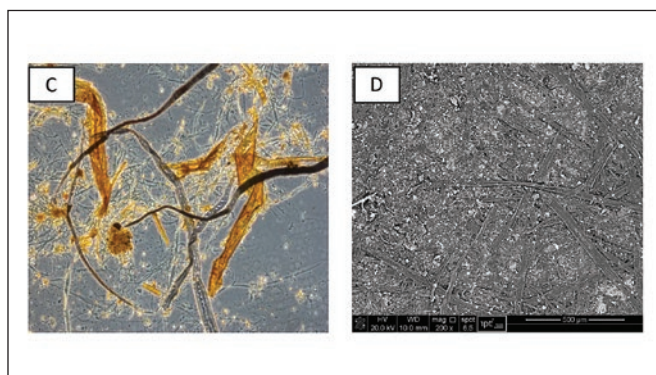


Figura 5. Micrografias óptica (C) com aumento de 100x e eletrônica de varredura (D) com aumento de 200x das fibras presentes na amostra de revista

Comparando-se as imagens de microscopia óptica após adição de corante para determinação da 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, provenientes de processo químico.

Nas imagens de microscopia eletrônica é perceptível a maior fibrilação na amostra de revista, com presença de resíduos de carga mineral. A maior fibrilação das fibras na amostra de revista promove maior interação dessas fibras comparativamente às fibras de jornal.

Essas duas características físicas observadas nas Figuras 4 e 5 são comprovadas pela análise da resistência mecânica das folhas formadas, cujos valores são apresentados nas Tabelas 6.a e 6.b. Observa-se que a resistência das fibras de revista é maior que aquelas do jornal, isso devido à maior fibrilação das fibras resultantes de processo químico.

Em geral, as propriedades de resistência das folhas formadas apresentaram melhora após o destintamento, sendo maiores (em índice) para as amostras submetidas ao processo com ácido oleico. O melhor resultado em resistência para o destintamento com ácido oleico pode ser devido à maior temperatura de trabalho aqui aplicada.

Espectroscopia por energia dispersiva

A Tabela 7 mostra os dados obtidos por meio do ensaio EDS para as folhas formadas após etapa de destintamento.

Tabela 7. Resultados da análise por dispersão de energia

Condições Experimentais	C	O	Elemento Analisado (% em massa)				
			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	-----	-----	-----	-----	-----

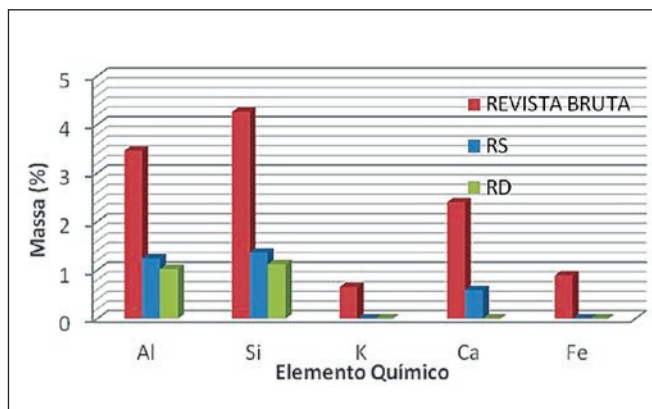


Figura 6. Análise por dispersão de energia – Revista

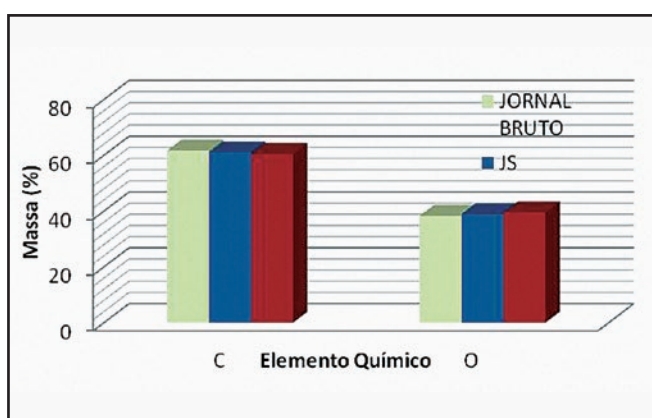


Figura 7. Análise por dispersão de energia – Jornal

Com esses resultados construíram-se dois gráficos, um para cada tipo de papel, e apresentados nas Figuras 6 e 7.

No gráfico da Figura 6 nota-se a presença de metais, provavelmente provenientes de aditivos no papel de revista, pois os elementos Al, Si e Ca aparecem em todas as condições experimentais. Observa-se, também, que esses elementos são removidos pela flotação em taxas muito próximas para ambos os tensoativos empregados, pois ocorrem valores parecidos. Essa técnica não nos permitiu determinar se esses metais procedem da tinta. O papel de revista tem um revestimento de cargas minerais e a interação da tinta ocorre primeiramente com essa superfície. Todavia, nota-se que, após flotação, traços de ferro e potássio não puderam ser detectados.

No gráfico da Figura 7 os elementos determinados por EDS foram carbono e oxigênio em elevado percentual, esse resultado não declara, qualitativamente, quais elementos metálicos podem ser originários da tinta e em qual quantidade aproximada foram removidos pela flotação, sendo possível que estejam abaixo do limite de detecção desta técnica.

Importante ressaltar que o limite de detecção da MEV acoplada ao sistema EDS é de 1%, a depender do tempo de contagem, por exemplo.

Tabela 8. Rendimentos dos processos de desagregação e destintamento

Condições Experimentais	Massa Seca Inicial (g)	Massa Seca Final (g)	Rendimento (%)
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

Rendimento

Os rendimentos para formação das folhas em estudo estão representados na **Tabela 8**.

Por meio das porcentagens de rendimento pode-se observar que o jornal ofereceu valores maiores quando comparado a revista reciclada. Isso pode ser explicado pelo fato de o papel de jornal não ter revestimento com cargas minerais, responsáveis por significativa proporção da massa do papel de revista. Na flotação, as cargas minerais resultantes do revestimento do papel de revista são ar-

rastadas pela espuma, o que causa menores rendimentos de pasta celulósica secundária.

CONCLUSÕES

Por meio dos ensaios realizados nas folhas formadas, foi possível verificar a eficiência dos surfactantes escolhidos para este estudo, assim como as propriedades físicas das folhas formadas. Houve melhora considerável no aspecto visual das pastas celulósicas, evidenciada pelo aumento da luminosidade (L^*), da cor e pela diminuição significativa do teor 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. ■

REFERENCES

- 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 IN: <<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*. em: *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.