

# Recentes contribuições da pesquisa para a tecnologia do destintamento e desafios para o futuro

## *Recent research contributions to deinking technology and challenges for the future*

**Autores/Authors\*:** Gérard Galland<sup>1</sup>  
Bruno Carre<sup>1</sup>  
Benjamin Fabry<sup>1</sup>  
François Julien Saint Amand<sup>1</sup>

**Palavras-chave:** Adesivos, colagem, depuração, destintamento, flexo, pesquisa, polpação, química da parte úmida, reciclagem

### RESUMO

Compreender e otimizar o processo de destintamento, para aprimorar a qualidade da polpa destintada e desenvolver novas aplicações para ela, ainda está sendo objeto de pesquisas em todo o mundo e no CTP, tal como tem sido nos últimos 30 anos. Os principais tópicos têm estado, e ainda estão, relacionados com a melhoria da qualidade da composição da massa do papel recuperado, inclusive ferramentas e procedimentos de controle da qualidade e ecodesign/capacidade de reciclagem de produtos de papel e papelão; otimização do processo de reciclagem, inclusive separação e remoção mais eficientes da tinta de impressão, gerenciamento de elementos pegajosos e adesivos (stickies), economia de energia, redução de perdas...; e a melhoria da qualidade e utilização da polpa destintada (DIP), inclusive branqueamento e adaptação da química da parte úmida da máquina de papel ao arraste de contaminantes. Este artigo descreve exemplos de alguns resultados das pesquisas do CTP nas seguintes áreas:

**Keywords:** *Deinking, flexo, pulping, recycling, research, screening, sizing, stickies, wet-end chemistry.*

### ABSTRACT

*Understanding and optimising the deinking process to improve deinked pulp quality and to develop new uses for it, is still being researched throughout the world and at CTP as it has been for the past 30 years. The main topics have been, and still are, related to improving the quality of the recovered paper furnish including tools and procedure for quality control and ecodesign / recyclability of paper and board products; recycling process optimisation including more efficient ink detachment and removal, stickies management, energy saving, loss reduction ...; and DIP quality improvement and use including bleaching and the adaptation of the papermachine wet end chemistry to contaminant carry over.*

*This paper will describe examples of some CTP research results in the following areas:*

---

**\*Referências dos Autores: / Authors' references:**

1 - Centro Técnico do Papel – Domínio Universitário – BP 251  
F-38044 Grenoble Cedex 9 – França  
E-mail: gerard.galland@webctp.com

1 - Domaine Universitaire – BP 251  
F-38044 Grenoble Cedex 9 – France  
E-mail: gerard.galland@webctp.com

- Melhoria da capacidade de destintamento de papel impresso em flexografia e adaptação do processo de destintamento.

- Redução da fragmentação de stickies e separação aprimorada da tinta de impressão, através de tempo de polpação reduzido, seguido de dispersão.

- Remoção eficiente de stickies através de otimização da depuração.

- Incidência do arraste de contaminação da DIP na eficiência da química da parte úmida.

A reciclagem do papel ainda tem desafios a encarar. O engajamento dos usuários finais de produtos de papel e papelão, no sentido de reciclar aditivos de forma ambientalmente favorável (tintas de impressão, stickies), é necessário para uma maior capacidade de reciclagem desses materiais. Há forte procura por soluções inovadoras de gerenciamento de rejeitos recicláveis, inclusive a redução de perdas no processo, bem como o uso de subprodutos derivados, e separar os fluxos de reciclagem de fibras e cargas minerais. A eficiência do processo de reciclagem requer um aprimoramento adicional, visando a uma melhor relação entre qualidade e custo, a fim de assegurar a sustentabilidade da reciclagem de papéis recuperados.

## **INTRODUÇÃO: TÓPICOS PRINCIPAIS DA PESQUISA EM RECICLAGEM DE PAPEL**

Na década de 1970, o CTP deu início a pesquisas em reciclagem de papel simultaneamente a muitos outros laboratórios em universidades, institutos de pesquisa, empresas produtoras de papel e na área de P&D de fornecedores de produtos químicos, equipamentos e aditivos (tinta de impressão, adesivos, ..). O objetivo comum era a reutilização de fibras de papéis recuperados, a fim de fabricar diferentes classes de novos papéis.

Desde então, este assunto transformou-se em esforço global, no qual o CTP tem estado continuamente envolvido em importantes programas, que continuam a fornecer pesquisa aplicada à indústria papelreira. Neste artigo, exemplos de realizações mostrarão como a pesquisa do CTP tem contribuído para o progresso da indústria papelreira no campo da reciclagem de papel. Os tópicos tratados são encimados pelos seguintes títulos:

**Melhoramento da qualidade da composição da polpa de papel recuperado disponível para a indústria de papel.** Projetos de pesquisa estão associados ao desenvolvimento de condições e procedimentos de amostragem, ferramentas para avaliação automática (ecodesign/capacidade de reciclagem de produtos de papel e papelão), inclusive métodos e projetos destinados a desenvolver a capacidade de destintamento de todos os tipos de tinta de impressão e de aditivos, particularmente de materiais pegajosos, de serem removidos por depuração.

**Otimização do processo de reciclagem.** Todas as etapas do processo continuam a ser investigadas no sentido de aprimorar

- *Deinkability improvement of flexo printed paper and adaptation of the deinking process.*

- *Reduction of stickies fragmentation and improved ink detachment through reduced pulping time, followed by dispersion*

- *Improved stickies removal through optimised screening.*

- *Incidence of DIP contamination carry-over on wet end chemistry efficiency.*

*Paper recycling still has challenges to face. The commitment of the final users of paper and board products to recycling friendly additives (inks, adhesives) is required for better recyclability of these materials. There is a call for innovative solutions to manage recycling rejects including the reduction of process losses as well as the use of by-products, and separate recycling flows for fibres and fillers. Recycling process efficiency requires further improvement for a better quality/cost ratio to ensure the sustainability of recycling recovered papers.*

## **INTRODUCTION: MAIN TOPICS OF PAPER RECYCLING RESEARCH**

*In the 1970's, CTP began research in paper recycling at the same time as many other laboratories in universities, research institutes, paper companies and in the R & D of chemical, machinery and additive (ink, adhesives, ..) suppliers. The common objective was to re-use fibres from recovered papers to make different paper grades.*

*Since then, this subject has become a global effort in which CTP has continually been involved with important programmes which continue to deliver applied research to the papermaking industry. In this paper, examples of achievements will show how CTP's research has helped the paper industry progress in paper recycling. Topics treated come under the following headings:*

*Quality Improvement of the recovered paper furnish available for the paper industry. Research projects are associated with the development of sampling conditions and procedures, tools for automatic evaluation (ecodesign/recyclability of paper and board products) including test methods and projects destined to improve the deinkability of all ink types and the ability of additives, particularly of adhesive materials, to be removed by screening.*

*Recycling process optimisation. All the steps of the process continue to be investigated to improve ink*

a separação e remoção de tinta de impressão, aperfeiçoar a remoção de stickies, compreender melhor as origens e o desenvolvimento de depósitos, aumentar o rendimento, minimizar perdas e economizar energia. O desenvolvimento de novas máquinas e tecnologias continua a aumentar a eficiência do processo de separação, um assunto de interesse considerável. O objetivo principal da maior parte da pesquisa relacionada com a otimização do processo é a redução de custos.

**Melhoria da qualidade e utilização de polpa destintada (DIP).** Projetos de branqueamento geram conhecimento para compreender melhor os mecanismos do branqueamento e respectivas limitações. Adaptações da química da parte úmida da máquina de papel são investigadas para se lidar com o arraste de contaminantes, o fracionamento e a aplicação separada das frações.

**Cumprimento de regulamentos ambientais.** Gerenciamento de rejeitos, redução do consumo de água e novos regulamentos referentes ao uso de produtos químicos são tópicos prementes, que impõem a busca de soluções eficazes.

**O desenvolvimento de métodos de ensaio** constitui parte importante da pesquisa de reciclagem. Métodos de ensaio aceitos pela cadeia papelreira são necessários para avaliar produtos e processos. Métodos novos e melhorados são necessários para compreender fenômenos e propor soluções adaptadas e inovadoras.

#### **EXEMPLOS DE RESULTADOS DE PESQUISAS DO CTP**

Conforme mencionado acima, são apresentados resultados do CTP de quatro áreas de pesquisa. Projetos e parceiros da UE particularmente envolvidos foram mencionados sempre que possível, como no primeiro caso, referente a papel com impressão flexo, abaixo. Na ausência de especificação, o trabalho iniciado e os resultados obtidos estiveram dentro do contexto do Programa Geral de Pesquisas do CTP, em que participam muitas empresas de todo o mundo.

#### **Melhoramento do destintamento de papel com impressão flexo e adaptação do processo de destintamento**

No contexto de uma força-tarefa iniciada em 1998, uma ampla corrente de colaboradores do setor papel - como impressores, papeleiros, fornecedores de tinta de impressão, impressoras, produtos químicos e equipamentos - resultou em aprimoramentos significativos, embora ainda seja necessário trabalho adicional. Espera-se que combinações de resultados relacionados com capacidade de destintamento e adaptação do processo produzam soluções aceitáveis em breve.

Adaptações do processo de destintamento convencional podem ser implementadas para se lidar com misturas que

*detachment and removal, to improve adhesive material removal, to better understand the origins and development of deposits, to improve yield, minimize losses and to save energy. Development of new machines and technologies continues to improve the efficiency of the separation process, a subject of considerable interest. The main objective of most research related to process optimisation, is cost reduction.*

*DIP quality improvement and use. Bleaching projects generate knowledge for further understanding of bleaching mechanisms and limitations. Adaptations of papermachine wet end chemistry are investigated to deal with contaminant carry over, with fractionation and with the separate use of the fractions.*

*Compliance with environmental regulations. Reject management, reduction of water consumption and new regulations regarding chemical use are hot topics which impose searching for efficient solutions.*

*Development of test methods is a large portion of recycling research. Test methods accepted by the paper chain are required for evaluating products and processes. New and improved methods are necessary for understanding phenomena and proposing adapted, innovative solutions.*

#### **EXAMPLES OF CTP RESEARCH RESULTS**

*As mentioned above, CTP results from four areas of research are presented. EU Projects and partners particularly implicated have been noted whenever possible, as in the first, on flexo printed paper, below. In the absence of specification, work initiated and results obtained have been within the context of CTP's General Research Programme in which many companies from all over the world participate.*

#### **Improvement of flexo printed paper deinkability and adaptation of the deinking process**

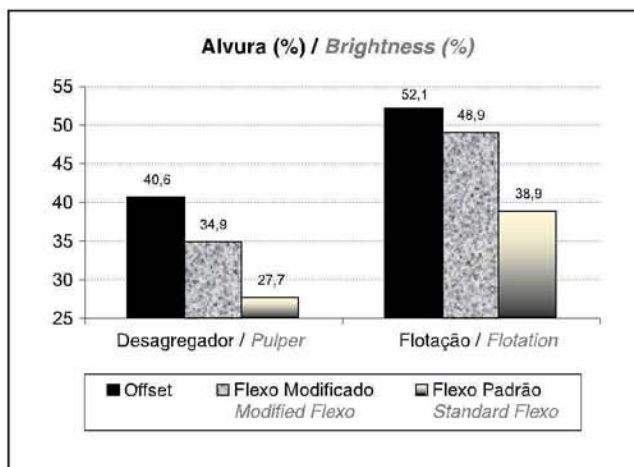
*In the framework of a task force begun in 1998 a broad, paper chain collaboration among printers, papermakers, ink, press, chemical and machinery suppliers has led to significant improvements, although additional work is still required. Combinations of results related to deinkability improvement and process adaptation are expected to produce acceptable solutions soon.*

*Adaptations of the conventional deinking process can be implemented to manage mixtures containing*

contêm quantidades limitadas de tinta flexográfica convencional, com a desvantagem de alguns custos adicionais (1).

### ECODESIGN DA TINTA DE IMPRESSÃO FLEXOGRÁFICA

A Sun Chemical, uma das empresas fornecedoras de tinta de impressão para a HQP (impressora do Daily Mail), foi a primeira (em 2002) a formular tintas de impressão flexo experimentais (pretas e em cores) com capacidade de destintamento significativamente melhorada, que têm sido usadas em impressoras industriais. Mesmo que não possamos considerar essas tintas de impressão como completamente destintáveis, a sua capacidade de destintamento foi aprimorada em larga medida. Em escala laboratorial, o destintamento de uma mistura que contém 30% de papel impresso com essas tintas de impressão reformuladas produziu resultados semelhantes aos obtidos pelo destintamento de uma mistura impressa com 10% de tinta de impressão padrão. De acordo com fornecedores de tinta de impressão flexo, a acomodação entre a qualidade de impressão, desempenho e a capacidade de destintamento da tinta de impressão é muito difícil de ser obtida, em espaço de tempo muito curto (2).



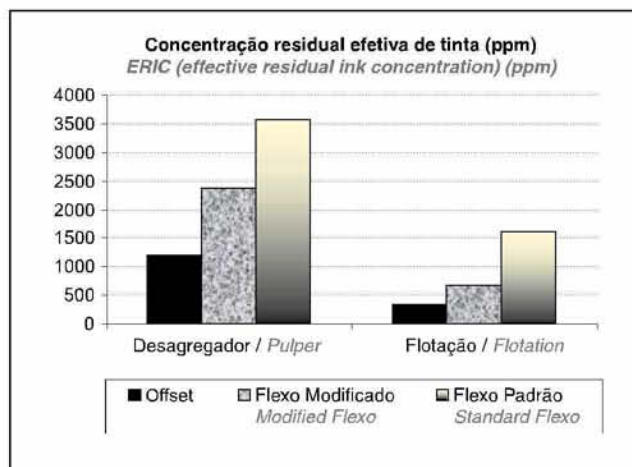
**Figure 1. Avaliação da capacidade de destintamento de tintas de impressão flexo modificadas, comparada com a da tinta de impressão flexo padrão e impressão em offset convencional: medições da alvura e ERIC (Concentração Residual Efetiva de Tinta)**

Desde o início do projeto, foram desenvolvidas mais de 100 formulações experimentais de tinta de impressão pelos parceiros fornecedores de tinta, com as respectivas avaliações laboratoriais da capacidade de destintamento. Dentre essas formulações experimentais de tintas de impressão, nossos parceiros impressores usaram algumas delas em impressoras flexo industriais, e relataram os melhores resultados em termos de capacidade de destintamento, conforme apresentado na tabela I. Conforme indicado, foram obtidos aprimoramentos efetivos em comparação com a situação da

limited amounts of conventional flexo, with the drawback of some additional costs (1).

### ECODESIGN OF FLEXO INK

Sun Chemical, one of the HQP (printer of the Daily Mail) ink suppliers, was the first (in 2002) to formulate experimental flexo inks (black and colour) with significantly improved deinkability, which have been used on industrial printing presses. Even if we cannot consider these inks as completely deinkable, their deinkability has been largely improved. At laboratory scale, deinking a mixture containing 30% of paper printed with these improved inks produced results similar to those of deinking a mixture printed with 10% of the standard inks. According to flexo ink suppliers, the compromise between print quality, runnability and deinkability of the ink is very difficult to attain, in a very narrow window (2).



**Figure 1. Evaluation of modified flexo ink deinkability compared to standard flexo ink and conventional offset print: Brightness and ERIC measurements (Effective Residual Ink Concentration)**

Since the beginning of the project, more than 100 experimental ink formulations have been created by the ink-supplier partners with the corresponding laboratory deinkability assessments. Among these experimental ink formulations, our printer partners used some of them in industrial flexo presses and reported the best results in terms of deinkability, as presented in the following table. As shown, net improvements were obtained in comparison to the standard flexo situation. Even if the target was not reached, it must be remembered that:

flexo padrão. Ainda que o objetivo não tenha sido atingido, é preciso lembrar que:

- condições laboratoriais de destintamento, muito severas em termos de alcalinidade, foram aplicadas a 100% das impressões flexo,
- um comportamento melhor em termos de capacidade de destintamento deveria ser conseguido sob condições neutras ou quase neutras, conforme recomendado no Projeto da Força-Tarefa Flexo.

Ainda que estes resultados promissores tivessem sido obtidos, poucas destas tintas de impressão foram alguma vez usadas em ensaios de impressão de longa duração sob as condições presentes.

### ADAPTAÇÃO DO PROCESSO DE DESTINTAMENTO

Além da eco-concepção da tinta, este projeto também se empenhou em adaptar o processo para lidar com uma elevada proporção de impressos flexo na matéria-prima. Uma das soluções foi diminuir a carga de álcali durante o estágio de polpação, a fim de reduzir a ressolubilização dos aglutinantes da tinta de impressão que se acredita ser a responsável pelas partículas muito pequenas de tinta, e que são incompatíveis com o processo de flotação. Considerando-se que o peróxido é eliminado

no pulper e como ele tem ação de branqueamento das fibras, propôs-se transferir a química de peróxido alcalino correspondente entre os 2 circuitos de destintamento e, portanto, realizar um processo neutro-alcalino na presença de impressos flexo. Observe-se que tal solução não aumenta o custo de produção. Alguns dos resultados obtidos na planta-piloto do CTP com o fechamento do circuito de água dos 2 circuitos de destintamento estão ilustrados na tabela II, sendo aventadas as seguintes conclusões:

- na presença de 60% de impressos flexo padrão, a adaptação do processo de destintamento não é uma solução viável. De fato, após os dois circuitos de destintamento a alvura final obtida foi de 48,5%, equivalente a uma polpa obtida com papel-jornal velho offset após a polpação e antes da flotação!

*• lab deinking conditions, very harsh in terms of alkalinity, were applied to 100% flexo prints, • better deinkability behaviour should be achieved with neutral or near-neutral conditions as recommended in the Flexo Task Force Project. Even if these promising results were obtained, few of these inks have ever been used for long term printing trials under present conditions.*

### ADAPTATION OF THE DEINKING PROCESS

*In addition to the eco-conception of ink, this project also strove to adapt the process to contend with a high proportion of flexo prints in the raw material. One solution was to reduce the alkali charge during the pulping stage in order to reduce the ink binder resolubilisation, which is believed to be responsible for the very small ink particles which are incompatible with flotation process. As the peroxide is removed from the pulper and as it has a bleaching effect on the fibres, it was proposed to transfer the corresponding alkaline peroxide chemistry between the 2*

*deinking loops and therefore to perform a neutral/alkaline process in the presence of flexo prints. Note that such a solution does not increase production cost. Some results obtained on the CTP pilot plant with water closure of the 2 deinking loops are illustrated in the table below and the following conclusions advanced:*

- in the presence of 60% standard flexo prints, adaptation of the deinking process is not a viable solution. Indeed, after the two deinking loops, the final brightness obtained was 48.5%, equivalent to pulp obtained with offset ONP after pulping and before flotation!*

**Tabela 1. Resumo dos ensaios laboratoriais de destintamento, feitos em impressões industriais (polpação laboratorial realizada com 1% de NaOH, 2,5% de silicato, 1% de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e 0,7% de sabão, seguida de flotação laboratorial)**

*Table 1. Summary of lab deinking trials made on industrial prints (lab pulping performed with 1% NaOH, 2.5% silicate, 1% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 0.7% soap followed by lab flotation)*

Capacidade de destintamento laboratorial com 100% de ONP (papel-jornal velho), sob fortes condições alcalinas / Lab deinkability with 100% ONP in strong alkaline conditions						
	Flexo Padrão Std Flexo	Fornecedor A Supplier A	Fornecedor B Supplier B	Fornecedor C Supplier C	Offset	Objetivo Target
Itália Italy 	Alvura Brightness	25 - 30	41	46	-	45 - 57
	Concentração residual efetiva de tinta / ERIC	2700 - 3900	1800	800	-	400
	Comentários Comments		pág. 20% em cores 20% colored pages	pág. 100% em cores 100% colored pages		
Reino Unido UK 	Alvura Brightness	25 - 30	48	51	35	45 - 57
	Concentração residual efetiva de tinta / ERIC	2700 - 3900	650	550	2300	400
	Comentários Comments		pág. 50% em cores 50% colored pages	páginas em preto-e-branco B&W pages	páginas em preto-e-branco B&W pages	

- na presença de 60% de impressos com tinta flexo melhorada, e com adaptação do processo, é possível aproximar-se da alvura do papel-jornal, mesmo que o teor final de tinta de impressão seja mais elevado do que a mistura offset.

A combinação da eco-concepção com a adaptação do processo é a única solução para se lidar com uma elevada proporção de tinta flexo. Sem estes dois parâmetros, as linhas de destintamento não são capazes de recuperar o objetivo do papel-jornal.

## ENSAIOS INDUSTRIAIS DE DESTINTAMENTO

A primeira mensagem importante é que com um processo operando em condições de repolpação quase neutras e tinta de impressão flexo aprimorada, a introdução de 30% de tinta de impressão flexo aprimorada SUN n°7 na composição da massa, durante um ensaio de 3 horas de duração, resultou num papel-jornal final com propriedades ópticas (alvura, pintas) dentro da meta objetivada, confirmando os resultados da planta-piloto.

Contudo, este resultado positivo foi obtido com um grande aumento da concentração residual efetiva de tinta, principalmente no primeiro circuito do processo.

Contudo, este teor incrementado de tinta diminuiu gradualmente ao longo do processo, em parte por flotação, mas principalmente mediante os estágios de engrossamento. O teor mais alto de tinta de impressão no final do processo fez com que o software do processo DIP aumentasse a dosagem de sabão (de 100 para 150 L/t), para promover uma flotação melhor da tinta, mas pelo visto isto foi insuficiente. Sendo o branqueamento com peróxido ajustado automaticamente de acordo com a alvura final (que inicialmente diminuiu), o aumento da concentração residual efetiva de tinta a esta altura (e uma redução da alvura correspondente) induziu um aumento significativo de peróxido na torre de branqueamento (de 0,4 para 0,95% (com 100% do produto)).

*In the presence of 60% improved flexo prints and with adaptation of the process, it is possible to approach newsprint brightness, even if the final ink content is higher than the offset mixture.*

*The combination of eco-conception, associated with adaptation of the process, is the only solution for dealing with a high proportion of flexo. Without these two parameters, deinking lines are not able to recover the newsprint target.*

## INDUSTRIAL DEINKING TRIALS

*The first important message is that with a process running in close to neutral repulping conditions and improved flexo ink, the introduction of 30% SUN improved flexo ink n°7 in the furnish, during a 3-hour trial, led to a final newsprint with optical properties (brightness, specks) within the target, confirming the pilot plant results*

*This positive result was nonetheless obtained with a large in-*

*crease of effective residual ink concentration, especially in the first loop of the process.*

*This increased ink content however decreased step by step along the process, partly by flotation, but mainly by the thickening stages. The higher ink content at the end of the process caused the DIP process software to increase soap dosage (from 100 to 150 L/t) to better float the ink, but apparently this was insufficient. Peroxide bleaching being adjusted automatically according to final brightness (which initially decreased), the increase of ERIC at that stage (and corresponding decrease in brightness) induced significant peroxide increase in the bleaching tower (from 0.4% to 0.95% (at 100% product)).*

**Tabela 2. Ensaio de destintamento: um processo convencional com papel-jornal velho (offset padrão) de 60% (1% de NaOH, 2,5% de silicato, 1% de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> no desagregador) é comparado com um processo neutro-alcálico com dois circuitos de destintamento para 60% de flexo padrão ou flexo aprimorado, onde os produtos químicos são mudados para o estágio de dispersão/branqueamento**

*Table 2. Deinking trials: a 60% ONP (std offset) conventional process (1% NaOH, 2.5% silicate, 1% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in the pulper) is compared to neutral-alkaline with two deinking loops for 60% std flexo or improved flexo where chemicals are switched to dispersing/bleaching stage*

Neutro-alcálico 2 circuitos de destintamento <i>Neutral-alkaline 2 deinking loops</i>	Concentração residual efetiva de tinta <i>ERIC</i>			Alvura <i>Brightness</i>		
	Offset Padrão <i>Std Offset</i>	Flexo Padrão <i>Std Flexo</i>	Flexo Aprimorado <i>Improved Flexo</i>	Offset Padrão <i>Std Offset</i>	Flexo Padrão <i>Std Flexo</i>	Flexo Aprimorado <i>Improved Flexo</i>
0,5% de NaOH, 1,25 de silicato, 0,7 de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , no <i>0.5% NaOH, 1.25 silicate, 0.7 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in</i>	desagregador <i>pulper</i>	dispersor <i>disperser</i>	dispersor <i>disperser</i>	desagregador <i>pulper</i>	dispersor <i>disperser</i>	dispersor <i>disperser</i>
Entrada do processo <i>Process inlet</i>	820	2 350	1 380	48.9	32.6	38.8
1º circuito de destintamento <i>1st deinking loop</i>	180	720	550	60.3	44.8	47.9
DIP final <i>Final DIP</i>	140	650	270	60.5	48.5	56.9

Infelizmente, estas condições alcalinas de branqueamento liberaram partículas menores de tinta flexo, que pareciam ser responsáveis pelo grande aumento da concentração residual efetiva de tinta durante o processo de branqueamento e, portanto, na entrada da pós-flotação.

Tal como no primeiro circuito, as diferenças ao longo do segundo circuito diminuíram com o processamento, principalmente por flotação e só ligeiramente mediante o último estágio de lavagem. O maior efeito de branqueamento (dose dupla de peróxido) anulou a tinta residual final ligeiramente superior (aproximadamente 300 ppm, em relação a 250 ppm para a referência) na presença de tinta flexo.

Embora o ensaio tenha sido muito curto, necessitaria ser mais longo para avaliar precisamente as alterações das doses de produtos químicos, a tabela IV resume os diferentes consumos de produtos químicos para a fabricação de papel-jornal padrão, sob condições flexo usuais e aprimoradas (30%).

Durante um ensaio de 3 horas de duração, a adição de 30% de impressos com flexo aprimorado requereu a adição do dobro de peróxido e NaOH associado, e de 50% de sabão a mais, numa tentativa de recuperar a menor remoção de tinta. Mais uma vez, estes valores precisariam de ensaio de maior duração para confirmação.

**Tabela 3. Variações de tinta residual, induzidas pela adição de 30% de flexo aprimorado (tinta SUN n° 7). Estes valores precisariam de confirmação mediante ensaio mais longo**

**Table 3. Residual ink variations induced by the addition of 30% improved flexo (SUN ink n° 7). These values would need confirmation by a longer trial**

Valores medidos <i>Measured values</i>	Concentração residual efetiva de tinta ERIC	
	Referência <i>Reference</i>	Com flexo <i>With flexo</i>
Tanque de estocagem <i>Dump chest</i>	1026	1640
Entrada da pré-flotação <i>Pre flotation inlet</i>	1116	1413
Saída da pré-flotação <i>Pre flotation outlet</i>	451	763
Saída do filtro de discos <i>Disc filter outlet</i>	342	534
Saída da prensa de tela dupla <i>Double wire press outlet</i>	354	289 ?
Saída do dispersor/ Entrada da torre de branqueamento <i>Disperser outlet / Bleaching tower inlet</i>	387	523
Entrada da pós-flotação <i>Post flotation inlet</i>	378	561
Saída da pós-flotação <i>Post flotation outlet</i>	267	327
Saída do estágio de lavagem <i>Washing outlet</i>	246	298

**Tabela 4. Alterações de doses de produtos químicos, induzidas pela adição de 30% de flexo aprimorado (tinta de impressão SUN n° 7). Comparação com a variação usual. A dose de silicato é compartilhada entre o desagregador e o dispersor. Estes valores requerem a confirmação de um ensaio de maior duração**

**Table 4. Chemical dose changes induced by the addition of 30% improved flexo (SUN ink n°7). Comparison with usual variation. Silicate dose is shared between pulper and disperser. These values require confirmation of a longer trial**

	Média usual <i>Usual average</i>	Ensaio com flexo <i>Flexo trial</i>	
		Antes do flexo <i>Before flexo</i>	Após o flexo <i>After flexo</i>
NaOH, % (com 100%) <i>NaOH, % (at 100 %)</i>	0.2	0.2	0.4
Silicato % (com 100%) <i>Silicate % (at 100 %)</i>	1.1 + 0.5	1.1 + 0.5	1.0 + 0.5
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , % (com 100%) <i>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, % (at 100 %)</i>	0.9	0.8	1.9
Sabão, L/t (com 100%) <i>Soap, L/t (at 100 %)</i>	100	100	150

*These alkaline bleaching conditions unfortunately released smaller flexo ink particles, which appeared to be responsible for the large increase in ERIC during the bleaching process, and therefore at the inlet of the post flotation.*

*As in the first loop, differences along the second loop decreased along the process, mainly by flotation and only slightly by the last washing stage. The higher bleaching effect (double dose of peroxide) balanced the slightly higher final residual ink (roughly 300 ppm versus 250 ppm for the reference) in presence of flexo ink.*

*Even though the trial was very short and would need to be longer to precisely assess changes of the chemical doses, the following table summarizes the different chemical consumptions for standard newsprint manufacturing under usual and improved flexo (30%) conditions.*

*During a 3-hour trial, the addition of 30% improved flexo prints required the addition of twice as much peroxide and associated NaOH, and 50% more soap in an attempt to recover the lower ink removal. Again, these values would need a longer trial to be confirmed.*

Quanto ao rendimento, apesar de uma visível alteração do aspecto da espuma, o que também pode estar vinculado ao aumento de sabão, não foram observadas variações significativas. Um ensaio mais demorado seria outra vez necessário.

Finalmente, no que se refere à máquina de papel, o branqueamento adicional liberou mais materiais dissolvidos e coloidais, e provocou um aumento de aproximadamente 25% a 30% do coagulante e dos recursos auxiliares de retenção, ao passo que o consumo de corante (usado para ajustar a tonalidade) aparentemente sofreu redução, porque o teor ligeiramente superior de tinta preta certamente mascarou possíveis diferenças de tonalidade. Mais uma vez, estas cifras precisam ser confirmadas por um ensaio de maior duração. As propriedades ópticas do papel-jornal estavam dentro da faixa de variação habitual.

De modo geral, todos estes resultados estão resumidos na tabela V. Todos eles necessitariam de ensaio mais longo para fins de confirmação.

É preciso interpretar com cuidado este resultado promissor, já que poderia não ser diretamente aplicável a fábricas de papel-jornal padrão. Com efeito, estas não têm (i) torre de branqueamento instalada entre os dois circuitos de destintamento, nem (ii) lavagem no pós-destintamento. Além disso, o teor mais alto de tinta impedirá que essa polpa seja usada para produzir papéis de maior alvura, tais como papel-jornal superior, papel supercalandrado e LWC. De fato, a tinta residual mascarará completamente a ação dos produtos químicos de branqueamento.

### RESULTADOS PROMISSORES E APRIMORAMENTOS ADICIONAIS NECESSÁRIOS

Graças a uma ampla cooperação ao longo da corrente inerente ao papel, foi possível melhorar até certo ponto a capacidade de destintamento de

*As for yield, despite an apparent change of the froth aspect, which may also be linked to the increase in soap, no significant variations were observed. A longer trial would again be necessary.*

*Finally, concerning the papermachine, the additional bleaching released more dissolved and colloidal materials, and provoked an increase of roughly 25 – 30% of the coagulant and retention aids, whereas dye consumption (used to adjust the shade) was apparently reduced because the slightly higher black ink content certainly masked possible*

*shade differences. These figures again need to be confirmed with a longer trial. Newsprint optical properties were within the usual range of variation.*

*Overall, all of these results are summarised by table V. All would need a longer trial for confirmation.*

*Care should be taken in interpreting this promising result, since it might not be directly transferable to standard newsprint mills. Indeed, these have (i) no bleaching tower set up between the two deinking loops, and (ii) no washing in post deinking. Moreover, the higher ink content will keep this pulp from being used to produce higher brightness papers, such as improved news, SC and LWC. Residual ink will indeed completely mask the action of bleaching chemicals.*

### PROMISING RESULTS AND FURTHER IMPROVEMENTS REQUIRED

*Thanks to a great deal of cooperation along the paper chain, it was possible to somewhat improve the*

**Tabela 5. Incidência de 30% de flexo aprimorado sobre várias propriedades da polpa, do processo e do papel**

**Table 5. Incidence of 30% improved flexo on various pulp, process and paper properties**

	Referência Reference	30% de flexo aprimorado 30% Improved flexo
<b>Propriedades ópticas da polpa DIP</b> <i>DIP pulp optical properties</i>		
Tinta residual (final) <i>Residual ink (final)</i>	250	300
Alvura (final) <i>Brightness (final)</i>	61,8 61.8	61
<b>Produtos químicos de destintamento</b> <i>Deinking chemicals</i>		
Branqueamento / Bleaching	% de silicato (100%) no desagregador <i>% Silicate (100%) pulper</i>	1,1 1.1
	Sabão <i>Soap</i>	mais 30% plus 30%
	% NaOH (100%) <i>% NaOH (100%)</i>	0,2 0.2
	% Peróxido (100%) <i>% Peroxide (100%)</i>	0,8 0.8
	% Silicato (100%) <i>% Silicate (100%)</i>	0,5 0.5
Rendimento <i>Yield</i>	Não é significativo, ensaio demasiado curto <i>No significant, trial too short</i>	
<b>Química da parte úmida</b> <i>Wet end chemistry</i>		
Coagulante <i>Coagulant</i>		+ 25 - 30 %
Auxiliar de retenção 1 <i>Retention aid 1</i>		+ 25 - 30 %
Auxiliar de retenção 2 <i>Retention aid 2</i>		mais 30% plus 30%
Corante Azul <i>Blue Dye</i>		redução reduction
Corante Verde <i>Green Dye</i>		redução reduction
<b>Propriedades do papel</b> <i>Paper properties</i>	dentro da meta visada <i>within the target</i>	

papel-jornal flexoimpresso. Um progresso significativo poderá ser feito em caráter adicional mediante a combinação deste método do ecodesign com adaptações do processo de destintamento (introdução de produtos químicos alcalinos após o primeiro circuito de destintamento). Um ensaio industrial de curta duração confirmou os resultados. Ainda que eles sejam positivos, ensaios mais longos, tanto para a impressão quanto para o destintamento, ainda são necessários. É necessário que se obtenha capacidade de destintamento aceitável para todos os fornecedores envolvidos e, portanto, que prossiga a colaboração da Força-Tarefa entre todos os participantes da cadeia do papel.

### **Redução do tempo de polpação e dispersão para uma fragmentação menor de stickies e melhoramento da separação de tinta**

O estágio de polpação é o primeiro passo na regeneração de fibras secundárias. Constitui, possivelmente, o elo mais importante de um sistema de preparação de massa de fibras secundárias, que determina decisivamente a remoção dos contaminantes. Então, o principal objetivo do tratamento de polpação no destintamento é de obter tanto um bom desfibramento quanto uma separação de tinta eficiente, sem destruir os contaminantes, de maneira que possam ser removidos por depuração e limpeza.

A despeito de sua considerável importância, o estudo do processo de polpação de fibras de papel recuperado só teve início nos anos 80 (3) (4). A partir de 1998, foram publicados muitos trabalhos sobre a otimização e a melhor compreensão da polpação de fibras secundárias. Os trabalhos recentes recomendam uma redução substancial do tempo de desagregação no pulper (5, 6, 7, 8, 9, 10, 11); esta estratégia aumenta a produtividade do pulper, poupa energia, reduz a fragmentação e a redeposição da tinta de impressão durante a polpação, ao mesmo tempo em que facilita a remoção de tinta de impressão por flotação (7, 10). Por exemplo, para tipos de papel com pasta mecânica, Merza e Haynes (5) recomendam um tempo de polpação de 30 a 60 segundos, em vez dos 20 minutos convencionais praticados em fábricas de destintamento norte-americanas, a fim de obter a melhor qualidade de polpa destintada com a mínima incidência do 'efeito verão'.

Ainda que a redução do tempo de polpação esteja bem-documentada no destintamento de produtos com pasta mecânica - papéis recuperados ONP/OMG (papel-jornal velho/papel de revistas velhas) - não o está para o destintamento de produtos sem pasta mecânica (fábricas de papel tissue). Com efeito, tem sido reivindicado que o estágio de polpação reduza a contaminação por pintas.

### **ANÁLISE DO ESTÁGIO DE POLPAÇÃO**

De acordo com o objetivo de destintamento em fábricas de tissue, o estágio de polpação precisa ter em vista objetivos contraditórios: o desfibramento, a separação da tinta e a redução da contaminação por pintas requerem o uso de forças

*deinkability of flexoprinted newspaper. Significant progress can be further made by combining this eco-design approach with adaptations of the deinking process (introduction of alkaline chemicals after the first deinking loop). A short industrial trial confirmed the results. Even though they are positive, longer trials, both for printing and deinking, are still required. There is a need to obtain acceptable deinkability for all the suppliers involved, and therefore to continue the Task Force collaboration among all the stakeholders of the paper chain.*

### **Pulping time reduction and dispersion for less stickies fragmentation and improvement of ink detachment**

*The pulping stage is the first step in the regeneration of secondary fibres. It is possibly the most important link in a secondary fibre stock preparation system, which decisively determines the removal of the contaminants. The main goal of the pulping treatment in deinking is then to obtain both good defibering and efficient ink detachment without destroying the contaminants, so that cleaning and screening can remove them.*

*In spite of its considerable role, study of the pulping process for recovered paper fibers only began in the 80's (3) (4). Since 1998, many works on optimising and better understanding secondary fiber pulping have been published. The recent, recommend a major reduction in pulping time in the pulper (5, 6, 7, 8, 9, 10, 11); this strategy increases pulper productivity, saves energy, reduces ink fragmentation and redeposition during pulping, while it facilitates ink removal by flotation (7, 10). For example, with wood containing grades, Merza and Haynes (5) recommend a pulping time from 30-60 seconds, instead of the conventional 20 minutes found in North American deinking mills, in order to obtain the best deinked pulp quality with a minimal 'summer effect'.*

*Even if pulping time reduction is well documented in wood-containing deinking (ONP/OMG recovered papers), it is not for wood-free deinking (tissue mills). Indeed, it has been asked that the pulping stage reduce speck contamination.*

### **ANALYSIS OF PULPING STAGE**

*According to the target of deinking tissue mills, the pulping stage needs to aim for contradictory objectives: defibering, ink detachment, and reduction in speck contamination require the use of mechani-*

mecânicas, ao passo que a redeposição de contaminantes e de tinta é, infelizmente, afetada negativamente por qualquer aumento na utilização de energia mecânica. É preciso, portanto, encontrar um meio-termo.

Durante o estágio de polpação, forças mecânicas envolvidas induzem fenômenos de fragmentação para papel recuperado sem pasta mecânica, usado convencionalmente numa fábrica de destintamento de tissue. Esses fenômenos de fragmentação incluem desfibramento, separação de tinta, fragmentação de partículas de pintas e tinta, mas também fragmentação de stickies. Se apenas as propriedades ópticas forem levadas em conta, um longo período de polpação seria preferível. Com efeito, ele corresponde à melhor separação da tinta sem redeposição e está associado à menor contaminação por pintas após a polpação. Todavia, ele também acarreta aumento do consumo de energia e redução da produção.

Se o processo de destintamento tiver de ser racionalizado para parâmetros de polpação, a remoção de stickies e os processos subsequentes têm de ser considerados. A fragmentação de partículas de stickies é irreversível, de maneira que se recomenda uma condição de polpação tão suave quanto possível para:

- evitar temperatura de polpação muito elevada,
- reduzir o tempo de polpação.

Com base nestas considerações, é possível preservar o tamanho dos stickies, para facilitar a sua remoção por depuração. Isso apresenta a vantagem de reduzir o consumo de energia, de aumentar a produção da linha de destintamento e de aprimorar a remoção de cargas minerais. Contudo, as desvantagens são a maior contaminação por pintas e a menor separação de tinta.

Mas é preciso lembrar que, em processos existentes, um segundo circuito de destintamento é usado convencionalmente com uma unidade de dispersão a quente (desintegrador de baixa velocidade ou dispersor de alta velocidade), que é mais eficiente do que o estágio de polpação. Leung e Bennington (12) demonstraram que o estágio de polpação é incapaz de separar todas as partículas de tinta, ao contrário das forças mecânicas presentes na unidade dispersora.

### **MELHORAMENTO DO ATUAL PROCESSO DE DESTINTAMENTO**

Conforme se mostrou anteriormente, para racionalizar o processo de destintamento o tempo de polpação pode ser reduzido para facilitar a remoção de stickies. Devido às desvantagens, a linha de destintamento integral foi simulada na planta-piloto do CTP, estabelecendo-se uma comparação entre os processos convencional e com tempo de polpação reduzido. Este trabalho foi apresentado em detalhes em 2005 (13). Também é apresentada uma solução alternativa, que consiste em aplicar um tratamento mecânico em baixa consistência antes do primeiro circuito de destintamento. Em

*cal forces, whereas contaminant and ink redeposition are, unfortunately, negatively affected by any increase in mechanical force use. A compromise must therefore be found.*

*During the pulping stage, mechanical forces involved induce fragmentation phenomena for a wood free recovered paper, conventionally used in a tissue deinking mill. These fragmentation phenomena include defibering, ink detachment, speck and ink particle fragmentation but also stickies fragmentation. If only the optical properties are taken into account, a long pulping period is preferable. Indeed it corresponds to the best ink detachment without redeposition and is associated with the lowest speck contamination after pulping. However, it also entails increased energy consumption and decreased production.*

*If the deinking process is to be rationalised for pulping parameters, stickies removal and subsequent processes must be considered. Fragmentation of stickies particles is irreversible, thus as gentle a pulping condition as possible is recommended:*

- *to avoid too-high pulping temperature,*
- *to reduce pulping time.*

*With these considerations, it is possible to preserve stickies size to facilitate their removal by screening. This has the advantage of reducing energy consumption, of increasing deinking line production, and of improving mineral filler removal. However, drawbacks are higher speck contamination and lower ink detachment.*

*But it must be remembered that in existing processes, a second deinking loop is conventionally used with a hot-dispersing unit (low-speed kneader or high-speed disperser) which is more efficient than the pulping stage; Leung and Bennington (12) demonstrated that the pulping stage is unable to detach all ink particles, whereas the mechanical forces present in the dispersing unit are.*

### **IMPROVEMENT OF PRESENT DEINKING PROCESS**

*As previously shown, to rationalise the deinking process, pulping time can be reduced to facilitate stickies removal. Because of the drawbacks, the full deinking line was simulated on the CTP pilot plant, comparing conventional and reduced pulping time processes. This work was presented in detail in 2005 (13). An alternative solution is also presented that consists of applying a mechanical treatment at low consistency before the first deinking loop. In comparison to what can be proposed in the literature (14,*

comparação com o que pode ser proposto na literatura (14, 15) e que pode ser encontrado em algumas fábricas (Japão, Coréia, América do Norte), o tratamento mecânico é realizado sem engrossamento e somente um pouco após a seqüência de depuração fina. Com efeito, como os stickies foram removidos anteriormente, a aplicação de forças mecânicas não será prejudicial. Além disso, a opção pelo tratamento com baixa consistência é atribuída principalmente a um ponto de vista econômico (não há necessidade de dispositivo de engrossamento).

O fluxograma geral da seqüência aplicada está ilustrado na Figura 2 para o primeiro circuito de destintamento. O pós-destintamento, inclusive a pós-flotação e a pós-lavagem, são realizados em escala laboratorial. As diferenças principais entre os 3 ensaios relatados a seguir estão ilustradas na Tabela VI. Maiores detalhes estão indicados em (13).

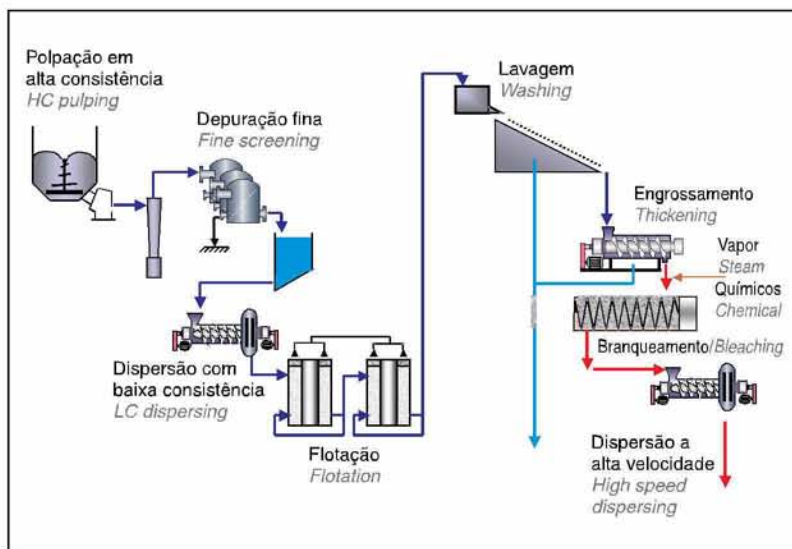


Figure 2. Fluxograma da nova configuração (planta-piloto do CTP)  
Figure 2. Flowsheet of the new configuration (CTP pilot plant)

15) and that can be found in some mills (Japan, Korea, America) the mechanical treatment is performed without thickening and just after the fine screening sequence. Indeed, as stickies have previously been removed, the application of mechanical forces will not be detrimental. Besides, the option for low consistency treatment is mainly attributed to an economical point of view (no need for thickening device).

The general flowsheet of the sequence applied is illustrated in Figure 2 for the first deinking loop. Post-deinking including post-flotation and post washing are performed in lab scale. The main differences between the 3 trials reported hereafter are illustrated in Table VI. More details are given in (13).

### Conteúdos de Tinta de impressão ao longo do Processo

- Comparação entre os períodos de polpação de 20 e de 5 minutos.

A tinta de impressão ainda presente na polpa em cada ponto do processo está representada na Figura 3. Uma redução do tempo de polpação é responsável por aumento do teor de tinta de impressão após o 1º circuito de destintamento, devido à menor remoção de tinta, mas no final do processo não se observa qualquer diferença entre as duas condições de polpação iniciais (valor ERIC cerca de 20 ppm).

Aplicação de dispersão a alta velocidade antes do 1º

### Tabela 6. Principais características do processo de destintamento estudado

Table 6. Main characteristics of the deinking process studied

	Processo convencional Conventional process	Polpação de curta duração + processo convencional Low pulping time + conventional process	Polpação de curta duração + processo não-convencional Low pulping time + unconventional process
Polpação Pulping	20 min.	5 min.	5 min.
LC dispersing Dispersão com baixa consistência	Não No	Não No	Sim Yes
1º circuito de destintamento 1 <sup>st</sup> deinking loop	Piloto Pilot	Piloto Pilot	Piloto Pilot
Dispersão com alta consistência HC dispersing	Sim Yes	Sim Yes	Não No
2º circuito de destintamento 2 <sup>nd</sup> deinking loop	Lab.	Lab.	Lab.

### Ink Content along the Process

- Comparison between 20 and 5 minutes pulping time

The ink still present in the pulp for each point of the process is represented in Figure 3. A decrease in pulping time is responsible for an increase in ink content after the 1<sup>st</sup> deinking loop due to lower ink removal, but at the end of the process no difference is observed between the two initial pulping conditions (ERIC value about 20 ppm).

Application of high-speed dispersing

circuito de destintamento, ao invés de entre os 2 circuitos de destintamento

A dispersão a alta velocidade e com baixa consistência antes do 1º circuito de destintamento produz uma remoção de tinta de impressão semelhante à de 20 minutos de polpação durante o primeiro circuito de destintamento. O teor de tinta de impressão final após os dois circuitos de destintamento é semelhante.

### Contaminação com pintas ao longo do processo

#### • Comparação entre os períodos de polpação de 20 e de 5 minutos.

A contaminação com pintas (Figura 4) é maior para o período de polpação de curta duração. Essa diferença se mantém durante o primeiro circuito de destintamento, ainda que reduzida. Então, a aplicação de dispersão a alta velocidade é responsável por um decréscimo da contaminação por pintas para o processo com período de polpação de curta duração (as pintas são altamente fragmentadas, de modo que elas não podem ser consideradas como pintas), ao passo que a contaminação aumenta para a polpa com o período de polpação de longa duração (uma fragmentação menor de pintas induz um aumento da contaminação por pintas). De qualquer maneira, o teor final de pintas após os dois circuitos de destintamento é equivalente para as condições dos dois processos.

before 1st deinking loop instead of between the 2 deinking loops

High-speed dispersing at low consistency before the 1st deinking loop produces ink removal similar to that of 20 minutes of pulping during the first deinking loop. The final ink content after the two deinking loops is similar.

### Speck Contamination along the Process

#### • Comparison between 20 and 5 minutes pulping time

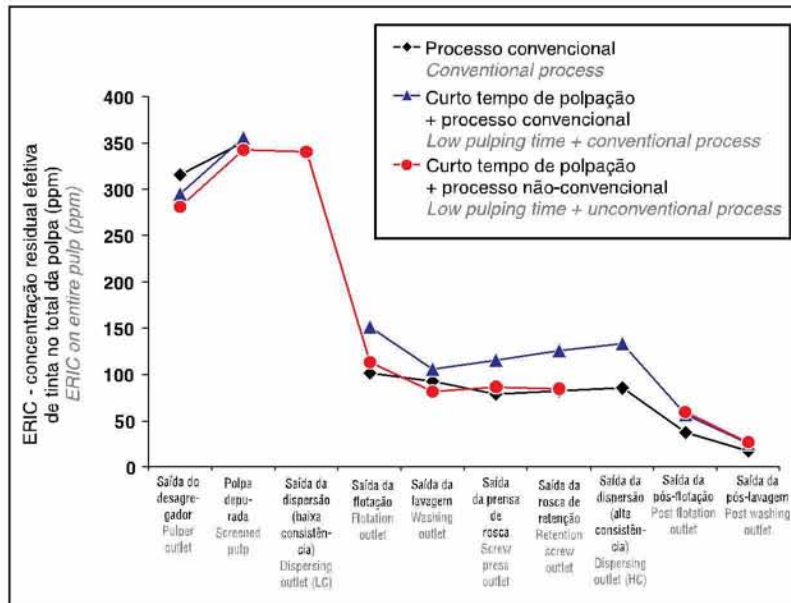


Figura 3. Conteúdo de tinta de impressão na polpa ao longo do processo

Figure 3. Ink content on pulp along the process

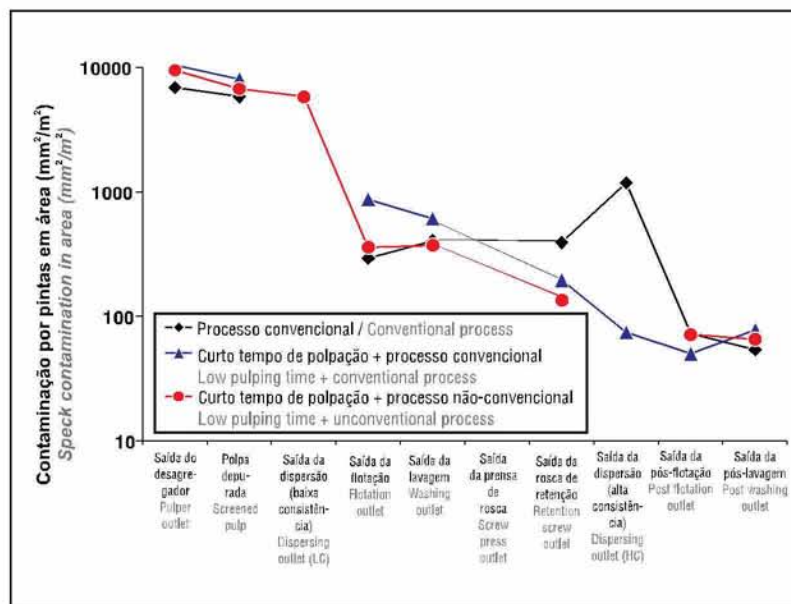


Figura 4. Contaminação por pintas ao longo do processo

Figure 4. Speck contamination along the process

Speck contamination (Figure 4) is higher for the short pulping time. This difference is maintained during the first deinking loop even if it is reduced. The application of high-speed dispersing is then responsible for a decrease in speck contamination for the process with short pulping time (specks are fragmented to a high level so that they cannot be counted as specks) whereas contamination increases for pulp with the long pulping time (lower fragmentation of specks induces an increase in speck contamination). In any case, the final speck content after the two deinking loops is equivalent for the two process conditions.

### **Aplicação de dispersão a alta velocidade antes do 1º circuito de destintamento, ao invés de entre os 2 circuitos de destintamento**

A dispersão a alta velocidade com baixa consistência antes do 1º circuito de destintamento permite uma ligeira redução da contaminação por pintas, em comparação com o processo de período de polpação curta. Contudo, após a pré-flotação, a contaminação por pintas é equivalente ao processo com o período de polpação de longa duração, o que deveria indicar que a dispersão a alta velocidade com baixa consistência é responsável pela fragmentação das pintas, de modo que a distribuição dos tamanhos das pintas é mais compatível com a remoção por flotação. Após os dois circuitos de destintamento, a contaminação final por pintas é equivalente à de um processo convencional.

### **RECOMENDAÇÕES PARA CONDIÇÕES SUAVES DE POLPAÇÃO**

Com base em experimentos de polpação realizados em desagregadores-piloto e industriais, recomenda-se evitar fenômenos irreversíveis e prejudiciais, tais como redeposição de tinta e fragmentação de stickies. A fim de facilitar a remoção de stickies primários, sugere-se evitar reduzir o seu tamanho (quanto maiores forem os stickies, tanto mais fácil será a sua remoção por depuração). Para esta finalidade, podem ser recomendadas condições de polpação relativamente suaves: (i) reduzir o tempo de polpação tanto quanto possível, (ii) atingir a consistência ideal mais alta e (iii) evitar temperatura de polpação muito alta. Então, as vantagens principais serão aumento de produção da linha de destintamento, economia de energia e melhor remoção de stickies primários. Esta estratégia de polpação pode, contudo, ser responsável por separação deficiente de tinta e maior contaminação por pintas. Estas desvantagens desaparecem ao ser considerada a linha de destintamento por completo. Podem ser propostas duas soluções:

- A aplicação de dispersão convencional a alta velocidade e com alta consistência entre as duas linhas de destintamento
- A aplicação de dispersão a alta velocidade após o estágio de remoção de stickies (isto é, entre a depuração fina e a pré-flotação), com baixa consistência, com o mesmo consumo de energia. Esta última condição induz propriedades ópticas semelhantes às de linhas de destintamento convencionais, mas com rendimento mais alto. Uma vez que o estágio de dispersão a alta velocidade e com baixa consistência ainda não foi otimizado, o trabalho atualmente desenvolvido é dedicado à otimização da dispersão a alta velocidade.

### **Melhoramento da remoção de stickies através de uma depuração otimizada**

A depuração é a etapa mais importante do processo para a remoção de macrocontaminantes de polpas recicladas e, no campo do destintamento, para a solução de problemas causados por macrostickies, isto é, stickies sensíveis à pressão (PSA), usados em etiquetas e fitas. O progresso obtido em termos de tecnologia de depuração permite agora usar fendas

### **Application of high-speed dispersing before 1st deinking loop instead of between the 2 deinking loops**

*High-speed dispersing at low consistency before the 1st deinking loop allows a slight decrease in the speck contamination in comparison to the short pulping time process. However, after pre-flotation, speck contamination is equivalent to the long pulping time process, which should indicate that high-speed dispersing at low consistency is responsible for speck fragmentation, so that the speck size distribution is more compatible with flotation removal. After the two deinking loops, the final speck contamination is equivalent to that in a conventional process.*

### **RECOMMENDATIONS FOR GENTLE PULPING CONDITIONS**

*Based on pulping experiments performed in pilot and in industrial pulpers, it is recommended to avoid irreversible and detrimental phenomena such as ink redeposition and stickies fragmentation. In order to facilitate the primary stickies removal, it is suggested to avoid reducing their size (the bigger the stickies, the easier their removal by screening). For this purpose, relatively gentle pulping conditions can be recommended: (i) reducing the pulping time as much as possible, (ii) reaching the optimal highest consistency and (iii) avoiding too high pulping temperature. The main advantages are then an increase in deinking line production, energy savings and better removal of primary stickies. This pulping strategy can, however, be responsible for poor ink detachment and higher speck contamination. These drawbacks disappear if the complete deinking line is considered. Two solutions can be proposed:*

- *Applying conventional high-speed dispersing at high consistency between the two deinking lines.*
- *Applying high-speed dispersing after the stickies removal stage (i.e. between fine screening and pre-flotation) at low consistency with the same energy consumption. This last condition induces optical properties similar to those of conventional deinking lines but with higher yield. As the high-speed dispersing stage at low consistency has not already been optimised, ongoing work is devoted to high-speed dispersion optimisation.*

### **Improvement of stickies removal through optimised screening**

*Screening is the most important process step to remove macro-contaminants from recycled pulps and, in the field of deinking, solve problems caused by macro-stickies, i.e. pressure sensitive adhesives (PSA) used for labels and tapes. Progress achieved*

finas, de até 0,15 mm ou 0,10 mm, com polpas de OCC (old corrugated containers = papelão ondulado velho) e destintamento de polpas sem pasta mecânica, respectivamente (16, 17, 18), com baixa consistência ou consistência incrementada, para remover a maior parte dos stickies e contaminantes quanto antes possível na linha de reciclagem.

A maior parte do trabalho de pesquisa, dedicado no CTP à compreensão dos mecanismos de depuração e dos efeitos de todos os parâmetros de operação e de projeto de depuradores (19, 20, 21, 22), foi primeiramente realizada com partículas de conformação plana (películas de polietileno de 0,5 mm<sup>2</sup>) para simular “probabilidade de contaminantes” industrial, uma vez que o uso de stickies não permite produzir contaminadores de tamanho e formato constantes e mensuráveis. Um pedaço de tela experimental, do tipo industrial, foi usado nesta pesquisa a fim de simular um pedaço de peneira industrial e caracterizar o comportamento de fibras e contaminantes por sua taxa de escoamento através de uma área circular da peneira (relação entre a consistência do lado do aceito e a do lado de alimentação) de acordo com a teoria das probabilidades de depuração (23). Então, diferentes tipos de peneiras industriais de tamanho integral podem ser simulados de acordo com modelos internos de fluxo misto ou fluxo uniforme (24). Um modelo de depuração e ferramentas de simulação foram desenvolvidos no CTP com base nisto, para a otimização de sistemas de depuração (25). O modelo simula a remoção de contaminantes, bem como fenômenos de fracionamento da polpa (26, 27), para avaliar corretamente as perdas de fibras em sistemas de depuração. Pesquisa básica e aplicada sobre o comportamento específico da depuração de partículas macias de stickies de PSA, que podem ser extrudadas através de fendas pelos pulsos de pressão do rotor, foi empreendida posteriormente (28, 29, 30). Alguns dos resultados principais sobre estes estudos de depuração de stickies estão resumidamente relatados nesta seção.

### **EXTRUSÃO DE STICKIES ATRAVÉS DE FENDAS**

A extrusão de stickies foi investigada por visualização, utilizando-se uma câmera CCD de alta velocidade, primeiro sob pressão constante (28) e posteriormente sob pressão variável (30), para simular os pulsos de pressão muito curtos, gerados nas peneiras pelo rotor. A Figura 5 representa o dispositivo experimental. Partículas cilíndricas muito pequenas de stickies foram produzidas enrolando diversas camadas de películas auto-adesivas. Fendas fresadas e aberturas de tela foram comparadas, bem como dois tipos de stickies: um adesivo acrílico à base de água - o tipo mais comum em aplicação de etiquetas e fitas auto-adesivas (ref. E115) - e um adesivo de borracha hot-melt (ref. D170). O adesivo acrílico era muito mais macio, devido à grande quantidade de água absorvida (cerca de 50% após a impregnação) e mais fácil de

*in screening technology now enables using fine slots down to 0.15 mm or 0.10 mm, with respective-ly OCC and wood-free deinking pulps (16, 17, 18), at low or increased consistency to remove most of the stickies and contaminants as early as possible in the recycling line.*

*Most of the research work devoted at CTP to the understanding of screening mechanisms and the effects of all screen operating and design parameters (19, 20, 21, 22) has first been carried out with model flat-shaped particles (0.5 mm<sup>2</sup> polyethylene films) to simulate industrial “probability contaminants”, since using stickies does not allow producing contaminants of constant and measurable size and shape. An industrial sized experimental “slice screen” was used in this re-search in order to simulate a slice of industrial screens and characterise the behaviour of fibres and contaminants by their passage ratio through a screen cylinder slice (ratio of accept-side to feed-side consistency) according to the probability screening theory (23). Different types of full-size industrial screens can then be simulated according to internal mixed-flow or plug-flow models (24). A screening model and simulation tools have been developed at CTP on this basis for the optimisation of screening systems (25). The model simulates the removal of contaminants as well as pulp fractionation phenomena (26, 27) to evaluate correctly the fibre losses in screening systems. Basic and applied research on the specific screening behaviour of soft PSA stickies particles, which can be extruded through slots by the rotor pressure pulses, has been engaged later (28, 29, 30). Some of the main results about these stickies screening studies are briefly reported in this section.*

### **EXTRUSION OF STICKIES THROUGH SLOTS**

*The extrusion of stickies was investigated by visualisation using a high-speed CCD camera, first under steady pressure (28) and later under unsteady pressure (30) to simulate the very short pressure pulses generated in screens by the rotor. Figure 5 shows the experimental device. Very small cylindrical stickies particles were produced by rolling up several layers of self adhesive films. Milled and wedge wire slots were compared as well as two adhesives types: a water-based acrylic adhesive, the most common type in self adhesive label and tape application (ref. E115) and a hot-melt rubber adhesive (ref. D170). The acrylic adhesive was much softer because of the large amount of ab-*

ser extrudado do que o adesivo hot-melt, conforme indicado na Figura 6. Partículas com diâmetro até 3 vezes a largura das fendas foram extrudadas através das fendas com os stickies mais macios. Fendas fresadas com duas bordas de entrada afiadas ofereceram maior resistência à extrusão de adesivos do que as aberturas da tela, com uma única fenda de entrada com borda arredondada. O aumento da temperatura e a impregnação sob condições alcalinas aumentaram a extrusão à medida que o material adesivo ficou mais macio, o que sugere que a depuração de stickies deveria ser realizada a baixa temperatura e pH reduzido. Benefícios potenciais da utilização de fendas fresadas foram investigados em caráter adicional em escala de planta-piloto, já que a configuração de entrada das fendas também afeta a passagem das fibras através das mesmas.

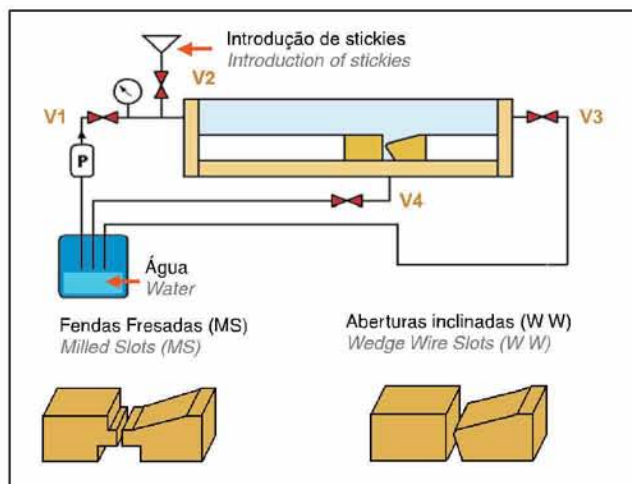
Uma conclusão importante dos primeiros estudos da extrusão de stickies foi também que o tempo necessário para os stickies passarem através das fendas era de uma ou duas ordens de grandeza maior do que a duração dos pulsos de pressão observados em peneiras, tipicamente de 15-20 ms entre dois foils ou lâminas de rotor, e de somente cerca de 3 ms, ao se considerar o pulso de pressão positiva. Deu-se seqüência às investigações com um novo conjunto de equipamentos de visualização (Figura 7), para produzir e controlar o pulso de pressão (Figura 8). Registros de filmes de vídeo da extrusão de stickies estão representados na Figura 9 para diferentes cilindros de stickies acrílicos de impregnação alcalina.

A principal conclusão desses estudos foi de que stickies cerca de 3 vezes maiores que a fenda podem efetivamente passar pela fenda, mas que o processo de extrusão deveria realizar-se durante diversas rotações do rotor, enquanto a partícula não for empur-

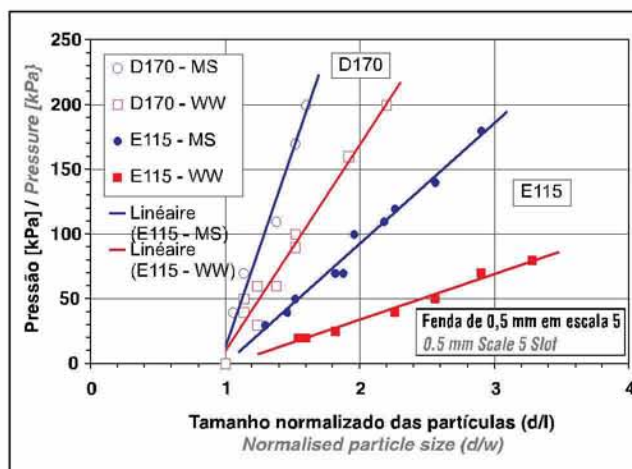
riedade absorbed water (about 50% after soaking) and easier to extrude than the hot-melt adhesive as shown in Figure 6. Particles with a diameter up to 3 times the slot width were extruded through the slots with the softer adhesive material. Milled slots with two sharp inlet edges offered higher resistance to stickies extrusion than wedge wire slots with a single, round-shaped slot inlet edge. Increasing the temperature and soaking under alkaline conditions increased extrusion as the adhesive material became softer, which suggest that stickies screening should be performed at low temperature and reduced pH. Potential benefits of using milled slots were further investigated on pilot scale since slot inlet design also affects the passage of fibres through the slots.

A major conclusion of the first stickies extrusion studies was also that the time needed for stickies to pass through the slots was one or two order of magnitude higher than the duration of the pressure pulses observed in screens, typically 15-20 ms between two rotor foils or blades and only about 3 ms when considering the positive pressure pulse. The investigations were continued with a new set of visualisation equipment (Figure 7) to produce and control the pressure pulse (Figure 8). Records of stickies extrusion video films are shown in Figure 9 for different alkaline soaked acrylic adhesive cylinders.

The main conclusion of these studies was that stickies about 3 times larger than the slot can effectively pass the slot, but that the extrusion process should take place over several rotor revolutions as long as the parti-



**Figura 5. Dispositivo experimental para estudar a extrusão de stickies sob pressão constante**  
*Figure 5. Experimental device to study stickies extrusion under steady pressure*



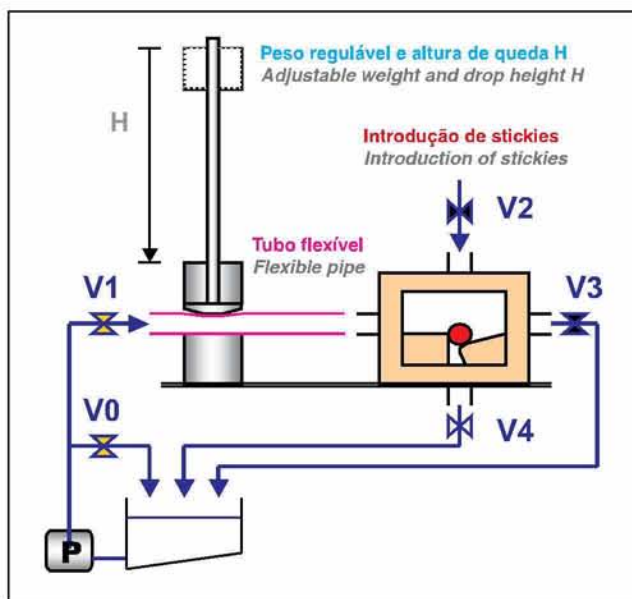
**Figura 6. Efeito da pressão e da configuração da entrada das fendas na extrusão de stickies cilíndricos de PSA através de fendas**  
*Figure 6. Effect of pressure and slot inlet design on the extrusion of cylindrical PSA stickies through slots*

rada de volta pelos fortes pulsos de inversão gerados pelo rotor. Fenômenos de extrusão de estágio único só deveriam realizar-se no caso de partículas de stickies inferiores a cerca de 1,2 vezes a largura da fenda.

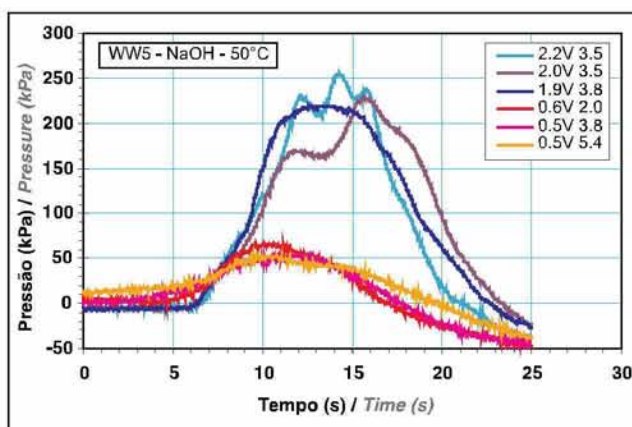
### OTIMIZAÇÃO DO DESENHO DA PENEIRA DO DEPURADOR

Ensaios-piloto de depuração de stickies foram realizados com adesivos acrílicos (etiquetas grudadas sobre papel-jornal novo, para produzir partículas escuras após a polpação, a fim de serem controladas mediante análise de imagens de folhas de laboratório), para comparar diferentes peneiras com fendas de 0,15 mm. Os testes foram feitos com taxa de fluxo de rejeitos de 50%, com o pedaço de tela de dimensões industriais (cilindro de tela de 500 mm de diâmetro, ranhurada numa largura de 80 mm, rotor com foils), para simular um pedaço de peneira de tamanho integral. A Figura 10 representa a relação de passagem da polpa (consistência de aceitos/rejeitos para fluxo misto), e a Figura 11, a eficiência de limpeza (medida em fração de polpa aceita inferior a 50%) em função do tamanho dos pontos de stickies de acordo com o método INGEDE.

Comparada com a tela de abertura inclinada (WW), a peneira fresada (MS) obteve maior eficiência, mas uma relação de passagem de polpa mais baixa, de modo que a seletividade de depuração sofreu somente uma ligeira melhora. Pelo contrário, a peneira com perfis baixos (0,6 mm) atingiu uma eficiência significativamente maior do que aquela com perfis altos (1,2 mm), enquanto a redução da relação de passagem de polpa foi limitada. Estes resultados sugeriram que a otimização da altura do perfil oferece um potencial maior para aumentar a eficiência do que a otimização da configuração da entrada das fendas para minimizar a extrusão de adesivos.



**Figura 7. Dispositivo experimental para estudar a extrusão de stickies sob pressão variável**  
*Figure 7. Experimental device to study stickies extrusion under unsteady pressure*



**Figura 8. Pulsos de pressão típicos, registrados durante a extrusão de stickies (a duração média é de cerca de 15 ms)**  
*Figure 8. Typical pressure pulses recorded during stickies extrusion (average duration is about 15 ms)*

cle is not flushed back by the strong reverse pulses generated by the rotor. Single step extrusion phenomena should only take place for stickies particles smaller than about 1.2 times the slot width.

### OPTIMISATION OF SCREEN PLATE DESIGN

Pilot stickies screening trials were performed with acrylic adhesives (labels stuck onto fresh newsprint to produce dark particles after pulping in order to control them by handsheet image analysis) to compare different screen plates with 0.15 mm slots. The tests were done at 50% reject flow rate with the industrial sized slice screen (500 mm diameter screen cylinder, slotted on 80 mm width, foil rotor) to simulate a slice of full size screens. Figure 10 shows the pulp passage ratio (accept to reject consistency for mixed flow) and Figure 11 the cleanliness efficiency (measured in less than 50% accept pulp fraction) as a function of the stickies spot size according to INGEDE method.

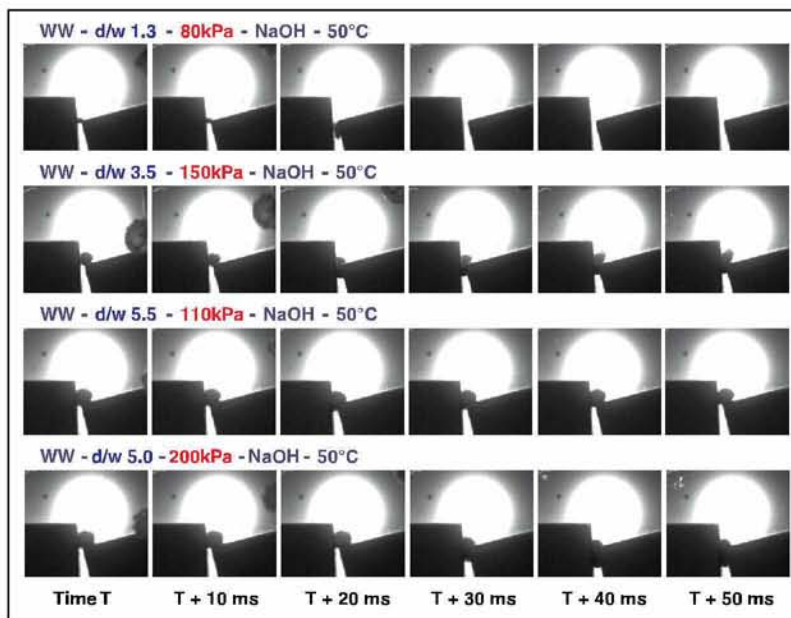
Compared to the wedge wire screen plate (WW) the milled screen plate (MS) achieved higher efficiency but lower pulp passage ratio, so that the screening selectivity was only slightly improved. By contrast, the screen plate with low profiles (0.6 mm) achieved significantly higher efficiency than those with high profiles (1.2 mm), while the reduction of pulp passage ratio was limited. These results suggested that the optimisation of profile height offers higher potential to improve the efficiency than the optimisation of slot inlet design to minimise stickies extrusion.

Foram então comparadas várias fendas de 0,15 mm com diferentes alturas do perfil (0,6, 0,9 e 1,2 mm), espaçamentos (2,6, 2,9 e 3,2 mm) e ângulos do perfil (13° a 25°). Os resultados (28) estão relatados na Figura 12 e na Figura 13.

Conforme se observa habitualmente, o aumento da velocidade nas fendas melhora a relação de passagem de polpa, ao mesmo tempo em que reduz a eficiência de limpeza, e peneiras com boa relação de passagem de polpa apresentam eficiência menor. Isto significa que os parâmetros que melhoram a passagem

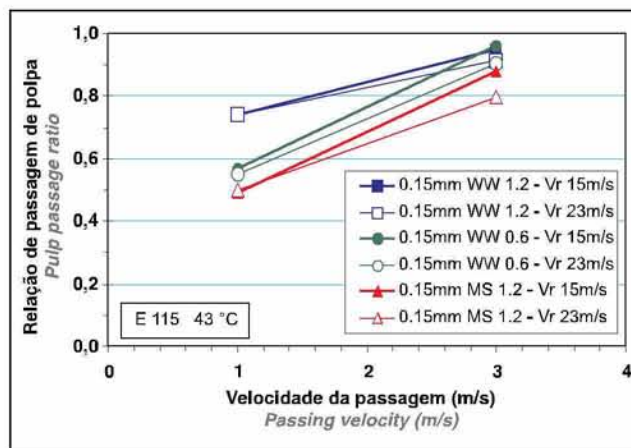
das fibras tendem também a aumentar a passagem dos stickies, isto é, a reduzir a eficiência. A Figura 14, que mostra a eficiência de limpeza da polpa *versus* a relação de passagem de polpa, ilustra a seletividade do processo de depuração, correspondendo os melhores resultados aos pontos experimentais localizados na direção do canto superior direito da figura. Nessa figura, as eficiências de limpeza correspondem a condições de alta taxa de fluxo de rejeitos de estágio único e a diferentes frações de aceito.

Foram realizadas simulações simplificadas de um sistema de depuração de estágios múltiplos, com peneiras tipo de fluxo uniforme (29) para avaliar a eficiência do sistema com uma dada taxa de rejeitos de 1% de perdas de fibras (Figura 15).



**Figura 9. Registros da extrusão de stickies em tempos diferentes, sob várias condições: dependendo do tamanho dos stickies e do pulso de pressão, as partículas passam, permanecem entaladas na fenda ou são empurradas de volta por pulso de inversão**

*Figure 9. Records of stickies extrusion at different times under various conditions: depending on stickies size and pressure pulse, particles pass, remain jammed in the slot or are flushed back by reverse pulse*



**Figura 10. Efeito da peneira e da configuração das fendas na relação de passagem de polpa *versus* a velocidade nas fendas**

*Figure 10. Effect of screen plate and slot design on pulp passage ratio versus slot velocity*

Various 0.15 mm slots with different profile height (0.6, 0.9 and 1.2 mm) wire width (2.6, 2.9 and 3.2 mm) and profile angle (13° to 25°) were then compared. The results (28) are reported in Figure 12 and Figure 13.

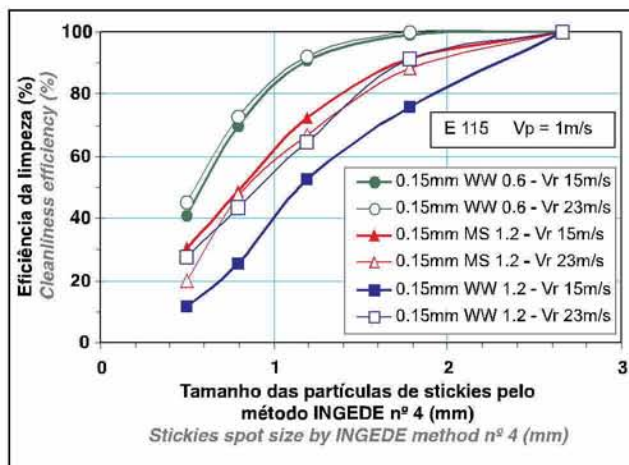
As usually observed, increasing the slot velocity improves the pulp passage ratio, while decreasing the cleanliness efficiency and screen plates with good pulp passage ratio have rather lower efficiency. This means that the parameters which improve fibre passage

tend also to increase the passage of the stickies, i.e., to reduce the efficiency. Figure 14, showing the accept pulp cleanliness efficiency versus the pulp passage ratio, illustrates the selectivity of the screening process, with the best results corresponding to the experimental points located towards the upper right corner of the figure. In this figure, the cleanliness efficiencies correspond to single-stage high reject flow rate conditions and to different accept fractions.

Simplified simulations of a multistage screening system with plug-flow type screens were performed (29) to evaluate the system efficiency at given reject rate of 1% fibre losses (Figure 15). The results confirmed the

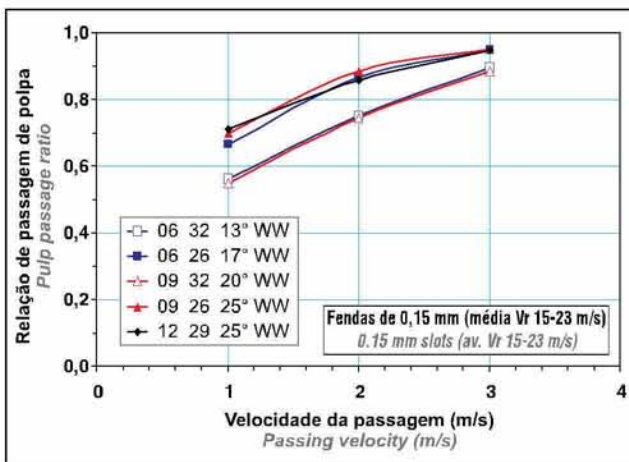
Os resultados confirmaram a eficiência significativamente mais alta, obtida com as peneiras de perfil baixo. A eficiência também aumentou inequivocamente quando foi reduzida a velocidade nas fendas, mas às expensas de custos de depuração mais elevados (maior área total da peneira e maior engrossamento de rejeitos, com diluição de rejeitos conseqüentemente maior), como mostrado ao se dirigir para uma relação de passagem de polpa mais baixa nas curvas experimentais. Simulações completas, levando-se em conta parâmetros de distribuição do comprimento das fibras e do tamanho dos stickies, foram realizadas recentemente para diversos sistemas de depuração. As simulações confirmaram estas conclusões, ou seja, a maior eficiência de peneiras de perfil baixo, pelo menos em estágios primários, já que se supôs que todas as fibras de determinado comprimento apresentavam o mesmo comportamento, o que não é o caso, pois fibras rígidas de polpa termomecânica tendem a ser rejeitadas, em comparação com fibras químicas flexíveis. Testes de depuração em rejeitos de depuração de polpa de destintamento estão em curso, no sentido de comparar mais rigorosamente peneiras de baixo e alto perfil em estágios de depuração secundários. As possibilidades de aumentar a consistência de depuração também estão sendo investigadas, a fim de otimizar custos e eficiência de depuração (31).

Para concluir esta exposição, estudos de depuração de stickies em baixa consistência foram realizados no CTP, principalmente no contexto do projeto europeu ScreenClean (32). Parece, conforme está ilustrado na Figura 16, que mecanismos de depuração de stickies são mais fortemente dirigidos por contato de partículas e fenômenos de deslizamento sobre os perfis das peneiras (stickies deslizam mais facilmente sobre os perfis, pois a altura e o ângulo do perfil são reduzidos) do que por



**Figura 11. Efeito da configuração da peneira e das fendas na eficiência de limpeza versus tamanho das partículas de stickies**

*Figure 11. Effect of screen plate and slot design on cleanliness efficiency versus stickies spot size*



**Figura 12. Efeito dos perfis das peneiras na relação de passagem de polpa versus a velocidade nas fendas**

*Figure 12. Effect of screen plate profiles on pulp passage ratio versus slot velocity*

significantly higher efficiency achieved with the low-profile screen plates. The efficiency was also clearly increased when the slot velocity was reduced, however at the expenses of higher screening costs (more total screen plate area and higher reject thickening with consequently more reject dilution), as shown when moving towards lower pulp passage ratio on the experimental curves. Complete simulations taking fibre length and stickies size distribution parameters into account were performed recently for several screening systems. The simulations confirmed these conclusions, namely the better efficiency of low-profile screen plates, at least on primary stages, since it was assumed that all fibres of given length had the same behaviour, which is not the case as stiff TMP fibres tend to be rejected compared to flexible chemical fibres. Screening tests on deinking pulp screening rejects are in progress to compare more rigorously low and high-profile screen plates on secondary screening stages. The possibilities to increase screening consistency are also under investigation to optimise screening costs and efficiency (31).

To conclude this discussion, low-consistency stickies screening studies were performed at CTP, mainly in the framework of the European project ScreenClean (32). It seems, as illustrated in Figure 16, that stickies screening mechanisms are rather more strongly governed by particle contact and slip phenomena over the screen plate profiles (stickies slip easier over the profiles as profile height and angle are

reduced). The possibilities to increase screening consistency are also under investigation to optimise screening costs and efficiency (31).

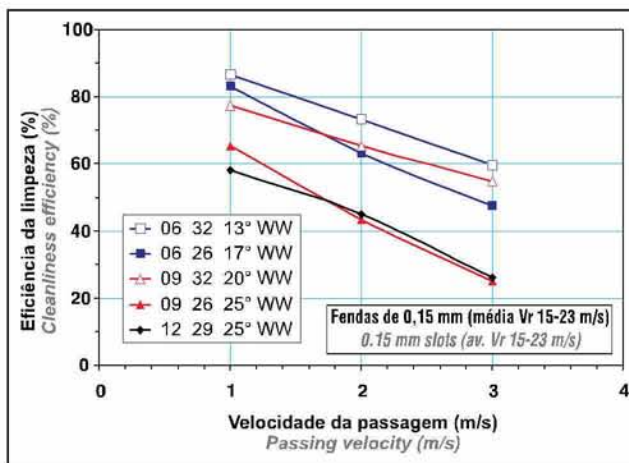
fenômenos de extrusão de stickies através das fendas. A maior parte dos adesivos é provavelmente rejeitada pelos perfis das peneiras antes mesmo de eles atingirem a entrada da fenda.

### Influência do arraste da contaminação da polpa destintada (DIP) na eficiência da química da parte úmida

A polpa destintada conduz vários contaminantes dissolvidos e coloidais em direção à máquina de papel. Essas diferentes substâncias, liberadas em locais diferentes no processo de destintamento, foram identificadas. Entre elas, substâncias residuais tensoativas foram identificadas como potenciais contaminantes para a parte úmida. Foi estudado o efeito de vários sistemas surfactantes na retenção, desaguamento e colagem (33). Se surfactantes têm um efeito nocivo sobre mais ou menos todas as reações estudadas, tanto o desaguamento quanto a colagem foram particularmente afetados. Para ilustrar esses efeitos, a incidência de várias substâncias de ácidos graxos sobre a colagem, tal como foi estudada no CTP, é relatada a seguir.

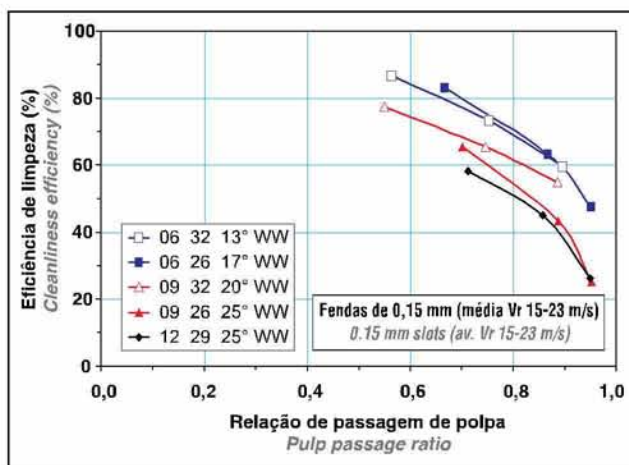
### EFEITO DE ÁCIDOS GRAXOS NA COLAGEM DE POLPA DESTINTADA

Foi usado dímero de alquilceteno (AKD), em estado natural e em emulsão, conforme recebido (Hercules). A emulsão comercial compunha-se de 15% em peso de AKD e 2,5% em peso de amido catiônico, usado como emulsificante-estabilizador. Poliacrilamida catiônica (Kemira) foi usada como auxiliar de retenção. A polpa era uma polpa termomecânica de madeira de fibra longa, armazenada por congelamento (100 mL CSF), proveniente de uma fábrica. O estearato de sódio (NaSt), o oleato de sódio (NaOl) e o ácido linolênico (NaLin) eram todos de qualidades de alta pureza (mínimo de 99%)



**Figura 13. Efeito dos perfis das chapas na eficiência de limpeza versus velocidade nas fendas**

*Figure 13. Effect of screen plate profiles on cleanliness efficiency versus slot velocity*



**Figura 14. Efeito da altura e do ângulo do perfil da peneira na seletividade da depuração**

*Figure 14. Effect of screen plate profile height and angle on screening selectivity*

reduced), than by stickies extrusion phenomena through the slots. Most of the stickies are probably rejected by the screen plate profiles before they even reach the slot inlet.

### Influence of DIP contamination carry over on wet end chemistry efficiency

Deinked pulp carries various dissolved and colloidal contaminants towards the papermachine. These different substances, released at different locations in the deinking process, were identified. Among these, residual surface active substances were identified as potential contaminants for the wet end. The effect of various model surfactants on retention, dewatering and sizing was studied (.). If surfactants have a detrimental effect on more or less all responses studied, both dewatering and sizing were particularly affected. To illustrate these effects, the incidence of various

fatty acid substances on sizing, as studied at CTP, is reported hereafter.

### EFFECT OF FATTY ACID ON DIP SIZING

Alkylketene dimer was used, raw and in emulsion, as received (Hercules). The commercial emulsion was composed of 15 wt% AKD and 2.5 wt% cationic starch used as emulsifier-stabilizer. Cationic Polyacrylamide (Kemira) was used as the retention aid. Pulp was a freeze-stored softwood thermomechanical pulp (100 ml CSF) from a mill. Sodium stearate (NaSt), sodium oleate (NaOl) and linolenic acid (NaLin) were all high purity grades (minimum 99%) and used as received (Merck).

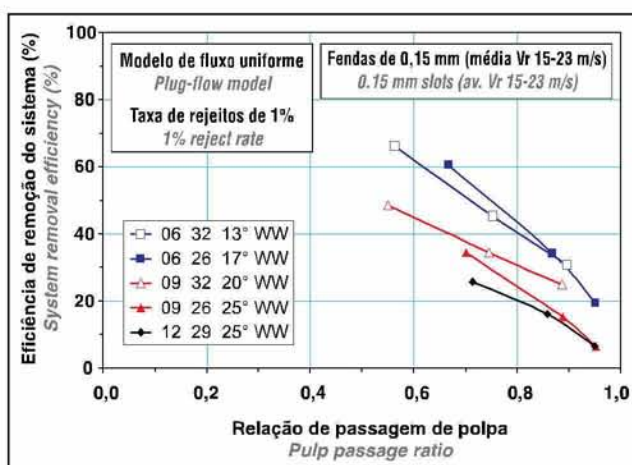
e foram usados conforme recebidos (Merck).

A polpa foi desintegrada num dispositivo Lhomargy, a 45°C e consistência de 2% e, em seguida, diluída para 0,3% mediante utilização de água desionizada. A temperatura foi mantida constante, em torno de 45°C, e o pH foi ajustado para 7,5. Então, a polpa (3 g/L) foi misturada com o contaminante selecionado a uma concentração fixa, agitada por 5 minutos antes de serem adicionados 150 mg/L de íons de cálcio (quando necessário) e agitada de novo por 5 minutos. Finalmente, a amostra de polpa foi vertida na célula de mistura do formador de folhas de retenção (FRET, Centro Técnico do Papel, St. Martin d'Herès, França, vide também: [www.techpap.com](http://www.techpap.com)), onde foram adicionados a

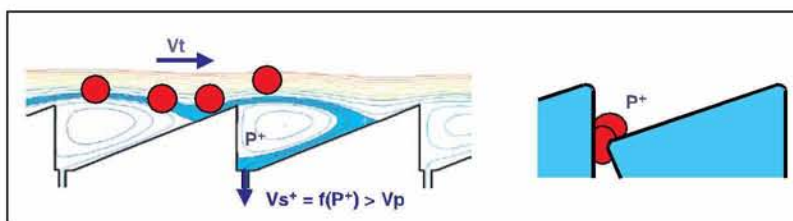
cola e o auxiliar de retenção (com uma concentração fixa de 0,1% em peso sobre fibras secas). Após agitação, a folha feita à mão foi formada, prensada e, em seguida, secada a 105°C por 10 minutos. As concentrações para ácidos graxos usadas no trabalho experimental foram selecionadas de acordo com trabalhos sobre o seu arraste (34) e classificadas de 10<sup>-4</sup>M a 10<sup>-3</sup>M. O teste Cobb<sub>60</sub> foi usado sistematicamente para avaliar o nível de colagem de folhas formadas no aparelho FRET. Se deste procedimento resultasse impacto negativo por substâncias tensoativas adicionadas à polpa, seriam realizadas medições adicionais baseadas no espalhamento de gotas sobre as folhas de papel (35), para determinar melhor a dispersão/penetração de água na interface água/papel. Para esta finalidade, foi usado um tensiômetro de simetria axial para formato de gota para monitorar, em função do tempo, o ângulo de contato aparente, o volume e o diâmetro de uma gotícula de água colocada na superfície do papel.

#### Efeito da dosagem de AKD

Antes de investigar o efeito dos contaminantes no desempenho da colagem, a eficiência da colagem foi testada em função da concentração do agente de colagem.



**Figura 15. Efeito dos perfis da peneira na eficiência do sistema de depuração simulado**  
*Figure 15. Effect of screen plate profiles on simulated screening system efficiency*



**Figura 16. Linhas de fluxo típicas (CFD – Simulação Computacional de Dinâmica de Fluido) e mecanismos de depuração postulados**  
*Figure 16. Typical flow lines (CFD simulation) and postulated screening mechanisms*

*Pulp was disintegrated in a Lhomargy device at 45°C and 2% consistency, then diluted to 0.3%, using deionized water. The temperature was kept constant around 45°C and the pH was adjusted to 7.5. Then, the pulp (3 g/l) was mixed with the selected contaminant at a fixed concentration, stirred for 5 minutes before adding 150 mg/l of calcium ions (when required) and stirred again for 5 minutes. Finally, the pulp sample was poured*

*into the mixing cell of the retention sheet former (FRET, Centre Technique du Papier, St.Martin d'Herès, France, see also [www.techpap.com](http://www.techpap.com)), where size and retention aid (at a fixed concentration of*

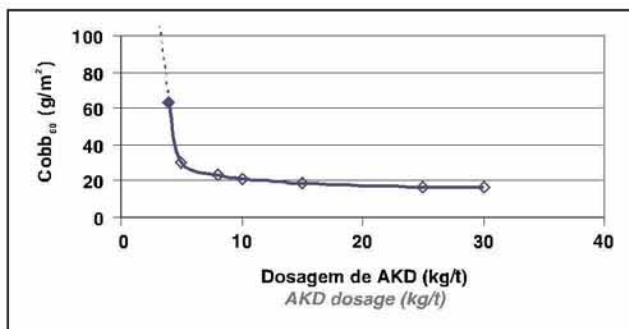
*0.1% wt. on dry fibers) were added. After stirring, the handsheet was formed, pressed, and then dried at 105°C for 10 minutes. The concentrations used in the experimental work were chosen, for fatty acids, in agreement with works on their carry-over (34) and ranged from 10<sup>-4</sup>M to 10<sup>-3</sup>M. The Cobb<sub>60</sub> test was systematically used to assess the sizing level of handsheets formed on the FRET. If a negative impact of the surface active substances added to the pulp was pointed out in such a way, further measurements based on drop spreading on paper sheets (35) were performed to better determine water spreading/penetration at the water/paper interface. For this purpose, an axis symmetric drop shape tensiometer was used to monitor, as a function of the time, the apparent contact angle, the volume and the diameter of a water droplet placed on the paper surface.*

#### Effect of AKD dosage

*Before investigating the effect of the contaminants on the sizing performances, the sizing efficiency was tested as a function of the sizing agent concentration.*

De acordo com os resultados obtidos e ilustrados na Figura 17, três dosagens diferentes, correspondentes a três diferentes níveis de colagem, puderam ser selecionadas, a fim de verificar o efeito dos contaminantes sob diferentes condições.

Nas seguintes medições, foram selecionadas as dosagens de AKD de 5, 10, 25 kg/t, a fim de testar o efeito contaminador em dois papéis

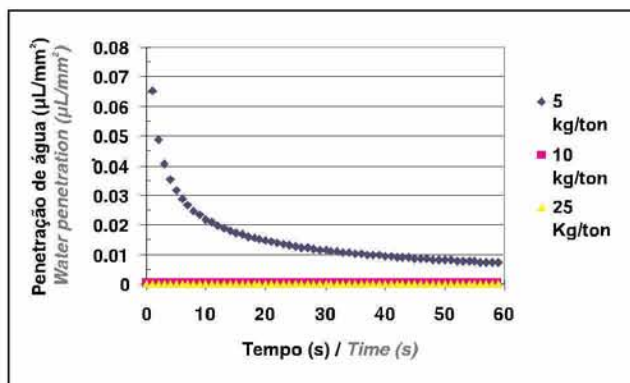
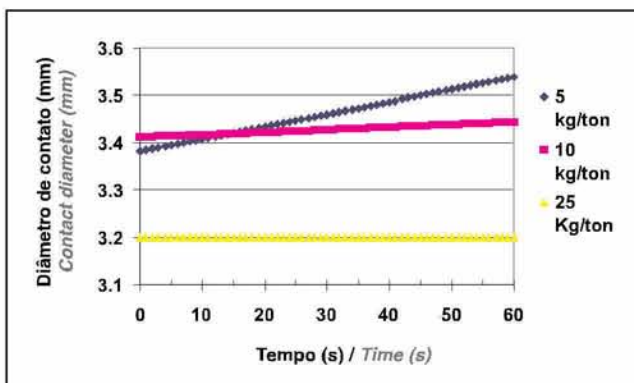
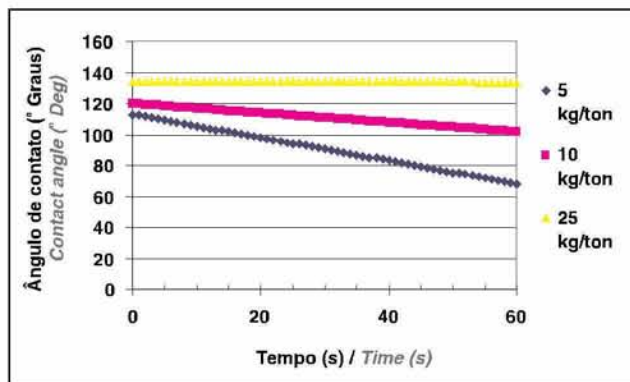
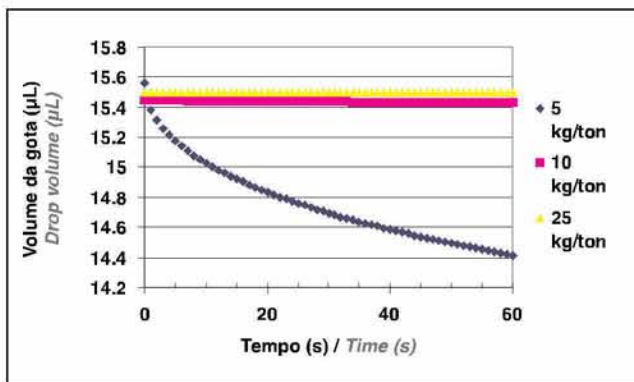


**Figura 17. Cobb<sub>60</sub> plotado em relação à dosagem de AKD**

*Figure 17. Cobb<sub>60</sub> plotted against AKD dosage*

According to the results obtained and illustrated in figure 17, three different dosages corresponding to three different sizing levels could be selected. This is in order to detect the effect of the contaminants in different conditions.

In the following measurements, the AKD dosages of 5, 10, 25 kg/t were chosen, in order to test the contami-



**Figura 18. Polpa com pasta mecânica: Eficiência de colagem em função da concentração do agente de colagem, conforme determinado por teste Cobb e medições dinâmicas do ângulo de contato**

*Figure 18. Wood containing pulp: Sizing efficiency as a function of sizing agent concentration as determined by Cobb test and dynamic contact angle measurements*

com alto índice de colagem (mas obtido com duas dosagens diferentes de AKD), assim como em papel com menor índice de colagem, mas ainda aceitável em termos de valor Cobb.

#### Efeito do ácido graxo na colagem

Os efeitos do oleato de sódio (NaOl) e do linoleato de sódio (NaLin) foram testados na ausência e na presença de íons de cálcio.

Recentemente, um estudo (36) relatado na literatura investigou o efeito do oleato de sódio sobre a estabilidade

nant effect on two highly sized papers (but obtained with two different dosages of AKD) and also on a paper less strongly sized but still acceptable in terms of Cobb value.

#### Effect of fatty acid on sizing

The effects of sodium oleate (NaOl) and sodium linoleate (NaLin) were tested, in the absence and in the presence of calcium ions.

Recently a study (36) reported in literature investigated the effect of the sodium oleate on the colloidal

coloidal de uma dispersão de AKD, estabilizada com poli-acrilamida catiônica (que é o nosso caso), e na migração de AKD.

A presença de NaOI induziu aglomeração de AKD, mas não pareceu induzir qualquer alteração do coeficiente de difusão de AKD. É preciso mencionar que, ainda que NaOI tenha induzido a aglomeração de cola, numa segunda parte deste estudo ficou demonstrado que essa aglomeração aumentou a eficiência de colagem. Assim sendo, a partir destas averiguações não é possível prever a ação prejudicial sobre a eficiência de colagem de NaOI.

Todavia, as nossas medições, conjugadas com algumas realizadas num estudo anterior (36), mostraram claramente a sua ação prejudicial, assim como o efeito dos outros contaminantes testados.

A partir dos números, pode-se tirar diretamente a conclusão sobre o impacto prejudicial destas substâncias.

*stability of an AKD dispersion stabilized with cationic CPAM (which is our case) and on AKD migration.*

*The presence of NaOI induced the AKD agglomeration but did not seem to induce any change in the AKD diffusion coefficient. It should be said that even if NaOI induced the size agglomeration, in a second part of this study it was shown that this agglomeration improved the sizing efficiency. So that from these findings the impairing action on the sizing efficiency of NaOI can not be anticipated.*

*However our measurements, coupled with some performed in a previous study (36), clearly showed its impairing action, and also the effect of the other contaminants tested.*

*From the figures, the conclusion on the detrimental impact if these substances can be directly drawn. Given the results it is not possible to determine if the*

**Tabela 7. Teste Cobb para folhas de laboratório com conteúdo de ácidos graxos e colagem com diferentes dosagens de AKD, na ausência de íons de cálcio (Pasta TMP)**

*Table 7. Cobb Test for handsheets containing fatty acids and sized with different AKD dosages, in the absence of calcium ions (TMP pulp)*

Ca++ 0 mg/l	Conc. (M)	25 kg/T AKD		10 kg/T AKD		5 kg/T AKD	
		Cobb (Lado tela / WS)	Cobb (Lado feltro / FS)	Cobb (Lado tela / WS)	Cobb (Lado feltro / FS)	Cobb (Lado tela / WS)	Cobb (Lado feltro / FS)
NaSt	0	16,4	16	20	22,8	31,6	32,4
	1,0E-05	14	14,4	17,6	24,8	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized
	1,0E-04	15,6	17,2	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized
	1,0E-03	51,2 *	48 *	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized
NaOI	0	16,4	16	20	22,8	31,6	32,4
	1,0E-04	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized
	5,0E-04	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized
	1,8E-03	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized
NaLin	0	16,4	16	20	22,8	31,6	32,4
	1,0E-05	16	17,6	43,2 *	57,6	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized
	1,0E-04	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized
	7,0E-04	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized

**Tabela 8. Teste Cobb para folhas de laboratório com conteúdo de ácidos graxos e com diferentes dosagens de cola AKD, na presença de íons de cálcio (Pasta TMP)**

*Table 8. Cobb Test for handsheets containing fatty acids and sized with different AKD dosages, in the presence of calcium ions (TMP pulp)*

Ca++ 150 mg/l Fatty acids	Conc. (M)	25 kg/T AKD		10 kg/T AKD		5 kg/T AKD	
		Cobb (Lado tela / WS)	Cobb (Lado feltro / FS)	Cobb (Lado tela / WS)	Cobb (Lado feltro / FS)	Cobb (Lado tela / WS)	Cobb (Lado feltro / FS)
NaSt	0,0E+00	15,2	16	18,4	20,8	38,8	44,8
	1,0E-05	15,2	14	16,8	25,6	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized
	1,0E-04	12,8	15,6	28,4	30,8	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized
	1,0E-03	22 *	17,2 *	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized
NaOI	0,0E+00	15,2	16	18,4	20,8	38,8	44,8
	1,0E-04	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized
	5,0E-04	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized
	1,8E-03	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized
NaLin	0,0E+00	15,2	16	18,4	20,8	38,8	44,8
	1,0E-05	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized
	1,0E-04	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized
	7,0E-04	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized	Não colado / Unsized

Dados os resultados, não é possível determinar se a presença de íons de cálcio e a precipitação subsequente de ácidos graxos pode induzir diferentes reduções de desempenho.

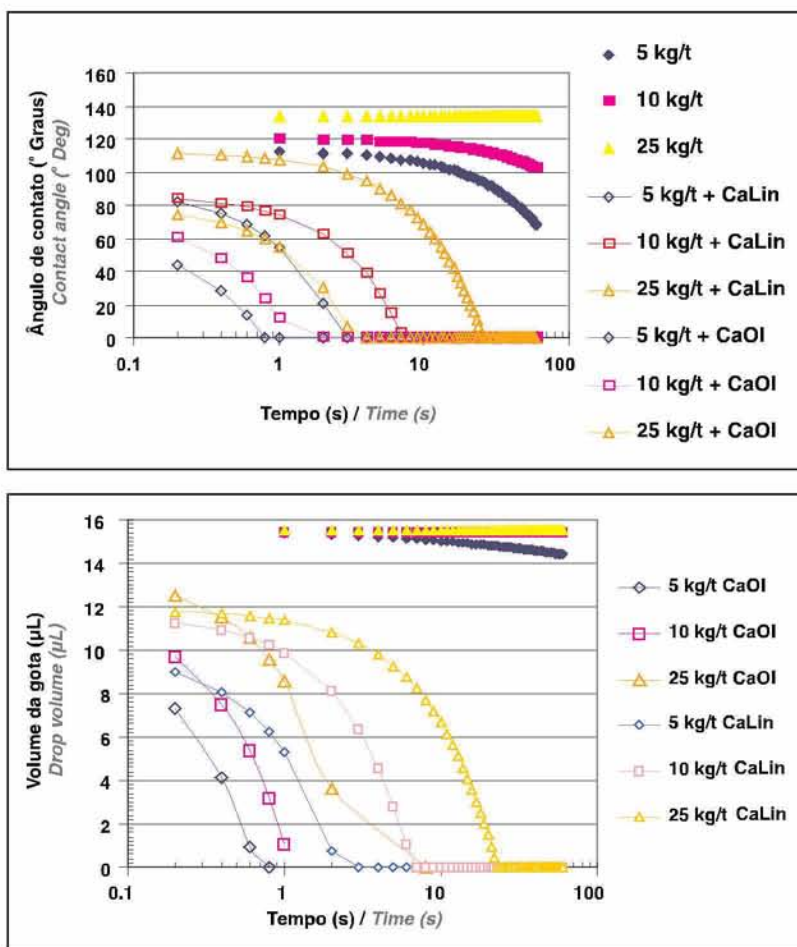
A fim de compreender melhor os mecanismos e a ação dos ácidos graxos, algumas das amostras foram analisadas pelo método da forma da gota, e os resultados estão indicados na Figura 19:

A principal observação é que mesmo para a dosagem mais alta de AKD, quando ácidos graxos estão presentes, há umedecimento e a gota é completamente absorvida em poucos segundos (abaixo de 20 s). Assim sendo, mesmo que uma dose mais alta de cola permita desacelerar a penetração, aumentar a dosagem de AKD não é uma solução para impedir o efeito prejudicial de ácidos graxos. Além disso, pode-se observar que NaLin parece ter um impacto menos forte do que NaOI. Efetivamente, este último, ao ser adicionado com AKD 5-10 kg/t, proporciona a mesma taxa de penetração e absolutamente o mesmo ângulo de contato inicial que a folha sem aplicação de cola (a essas velocidades de penetração, a medição é menos precisa e não é possível dizer se a diferença entre 8 e 11  $\mu\text{L/s}$  é significativa, fazendo-se referência à Fig. 22).

### CONCLUSÃO [DIFICULDADES COM COLAGEM DE POLPA DESTINTADA]

O efeito nocivo dos contaminantes estudados foi claramente demonstrado, tendo sido estabelecido que mesmo a utilização de uma superdose de agente de colagem não ajuda a impedir a degradação da colagem.

Um modelo de interpretação possível está ilustrado na figura 21. Efetivamente, o surfactante pôde adsorver na superfície



**Figura 19. Ângulo de contato e volume das gotas em relação ao tempo, na ausência e na presença de ácidos graxos a  $10^{-4}\text{M}$ , na presença de íons de cálcio**

*Figure 19. Contact angle and drop volume versus time, in the absence and in the presence of fatty acids at  $10^{-4}\text{M}$ , in the presence of calcium ions*

presence of calcium ions and the subsequent fatty acids precipitation can induce different performance decreases. In order to better understand the mechanisms and the action of the fatty acids, some of the samples were analyzed with the drop shape method and the results are given in the following:

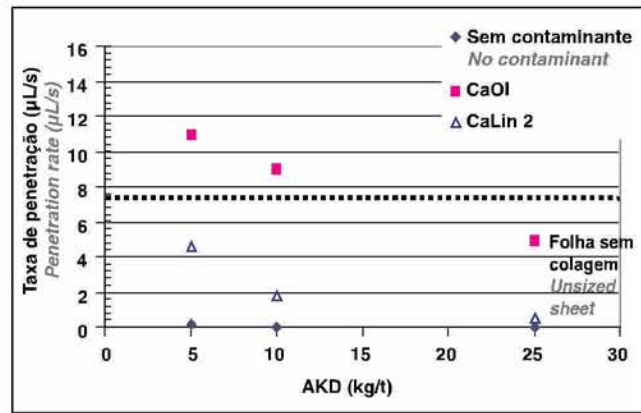
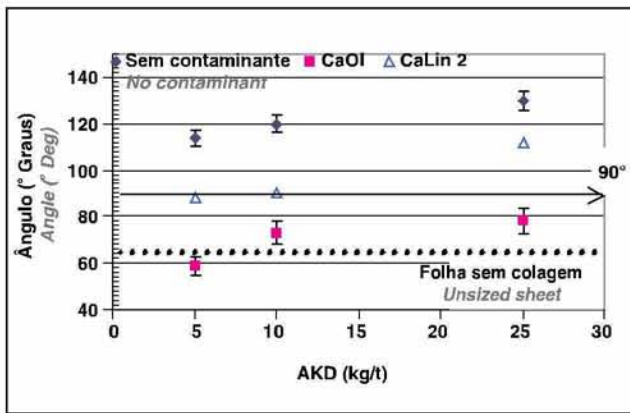
The main observation is that even for the highest AKD dosage, when fatty acids are present, there is wetting and the drop is completely absorbed in few seconds (below 20 s). So that even if a higher dose of size allows to slow the penetration,

increasing the AKD dosage is not a solution to prevent the detrimental effect of fatty acids. Moreover, it can be observed that NaLin seems to have a less strong impact than NaOI, actually the latter when added with AKD 5-10 kg/t gives the same penetration rate and quite the same initial contact angle as the unsized sheet (at these penetration speeds, the measurement is less precise and it is not possible to say if difference between 8 and 11  $\mu\text{L/s}$  are significant, referring to fig. 22).

### CONCLUSION [DIP SIZING DIFFICULTIES]

The impairing effect of the contaminants studied has been clearly pointed out, it has been established that even overdosing the sizing agent does not help to prevent sizing degradation.

A possible interpretation model is illustrated in the figure below, actually the surfactant could adsorb at the AKD particle surface with the colloidal protective (cationic CPAM) and thus affect



**Figura 20. Ângulo de contato com t=0 s e taxa de penetração**  
*Figure 20. Contact angle at t=0 s and penetration rate*

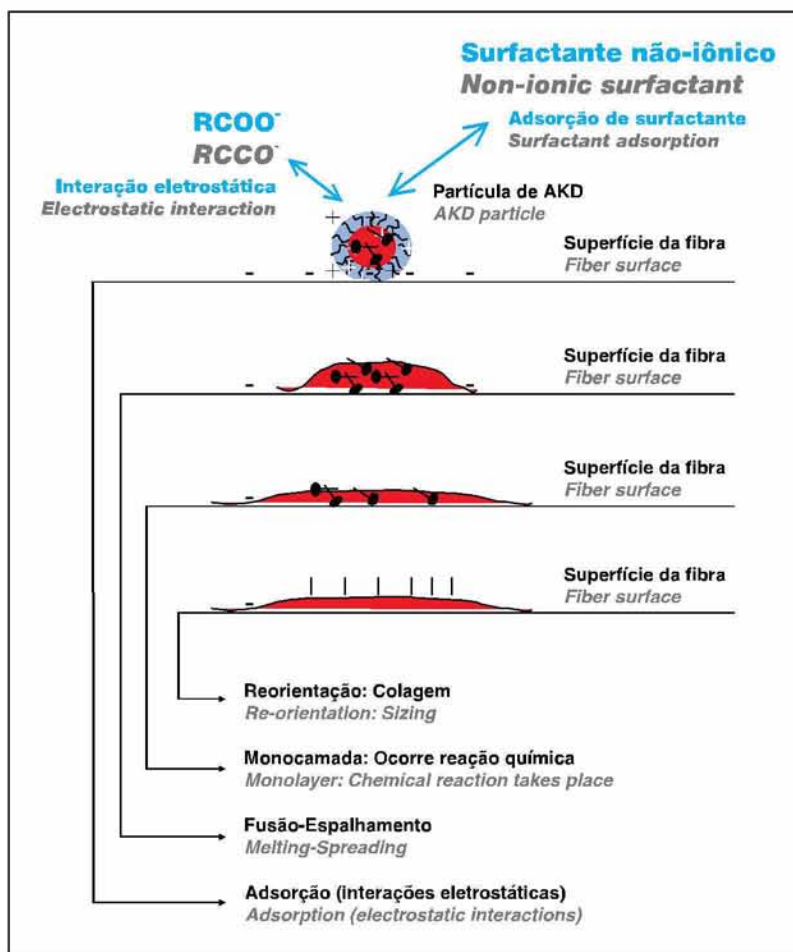
da partícula de AKD com o protetor coloidal (CPAM - poliácridamida catiônica) e, assim, afetar a primeira etapa dos mecanismos de colagem com AKD, que constituem a ancoragem à fibra, através de interação eletrostática.

Com ácidos graxos, esta interação com partículas de AKD parece ser forte, principalmente porque ocorre por meio de interações eletrostáticas (ácidos graxos aniônicos e poliácridamida catiônica).

Considerando-se que o efeito nocivo não é suprimido pela adição de íons de cálcio e que NaOI, que se precipita mais do que NaLin na presença dos mesmos, parece ter o impacto mais forte, o papel dos sa-

bões de cálcio deveria ser levado em conta. Uma possibilidade é a sua deposição sobre a superfície da fibra, que desta maneira fica menos disponível para a interação com o AKD.

De acordo com esta discussão, contaminantes prejudicam a retenção de cola, e não os mecanismos de colagem, mas isso deveria ser verificado em caráter adicional,



**Figura 21. Interação entre agente de colagem e contaminantes**  
*Figure 21. Interaction between sizing agent and contaminants*

*the first step of the AKD sizing mechanisms, which is the anchoring to the fibre via electrostatic interaction.*

*With fatty acids this interaction with AKD particles seems to be strong, mainly because it occurs by means of electrostatic interactions (anionic fatty acids and cationic CPAM).*

*Considering that the detrimental effect is not suppressed by the addition of calcium ions and that NaOI, which precipitates more than NaLin in their presence, seems to have the strongest*

*impact, the role of the calcium soaps should be taken into account. A possibility is their deposition onto the fiber surface, that becomes in this way less available for the interaction with the AKD.*

*According to this discussion, contaminants impair the size retention and not the mechanisms of sizing*

primeiramente mediante a quantificação do AKD retido sob diferentes condições.

Todas estas descobertas explicam parcialmente por que se relata com freqüência que a polpa destintada seria de difícil colagem. Soluções corretivas e preventivas estão sendo atualmente pesquisadas.

## CONCLUSÕES

Papeleiros desejam aumentar sua produtividade e reduzir custos, cumprindo, ao mesmo tempo, os regulamentos ambientais. Neste artigo, foram descritos alguns exemplos de realizações em termos de pesquisa.

Amplios consórcios com representantes de todos os membros da cadeia papelreira - conforme estabelecido para o projeto flexo - podem financiar projetos de interesse para a cadeia papelreira inteira e, assim, contribuir para soluções que resultem em melhor capacidade de reciclagem de produtos de papel e papelão, bem como no aprimoramento do processo, a fim de garantir a sustentabilidade da cadeia papelreira completa.

A colaboração, com um número mais limitado de empresas compartilhando custos e resultados, é a melhor solução para projetos que visam a aumentar a rentabilidade e a competitividade das empresas neles envolvidas, comparadas com empresas que não têm acesso aos mesmos resultados.

Conforme os exemplos mostraram, a compreensão dos aspectos básicos do mecanismo de depuração resultou no desenvolvimento de novos perfis de peneiras, que agora podem ser propostos por fornecedores de maquinário envolvidos nos projetos. Papeleiros participantes receberam informações antecipadas, que os ajudaram a selecionar máquinas eficientes.

Com relação ao processo de reciclagem, os resultados dos projetos ajudaram os papeleiros a implementar a adaptação do processo para aprimorar eficientemente a qualidade da polpa e reduzir custos.

O conhecimento desenvolvido, referente ao arraste de contaminantes e seu efeito nocivo na química da parte úmida, ajudará os papeleiros a desenvolver soluções preventivas e os fornecedores de produtos químicos a propor químicos mais adaptados ao papel.

## DESAFIOS PARA O FUTURO

A indústria papelreira da UE está fortemente engajada em aprimorar a reciclagem. Ela impôs voluntariamente uma taxa de reciclagem de 56% para 2005 e planeja atingir 60% até 2010.

A pesquisa em reciclagem faz parte da estratégia da indústria papelreira europeia. Tópicos relacionados com a reciclagem figuram na Plataforma Tecnológica do Setor Florestal, lançada em Bruxelas em 15 de fevereiro de 2005.

*but that should be further verified, firstly quantifying the AKD retained in different conditions.*

*All these findings explain partly why deinked pulp is often reported as being difficult to size. Curative and preventive solutions are currently under investigation.*

## CONCLUSIONS

*Papermakers wish to increase their productivity and to reduce their costs while complying with environmental regulations. In this paper, a few examples of research achievements have been described.*

*Large consortia with representatives of all the members of the paper chain - as set up for the flexo project - can support projects of interest for the entire paper chain and thereby contribute to solutions for better paper and board product recyclability and process improvement in order to secure the sustainability of the entire paper chain.*

*Collaboration, with a more limited number of companies sharing costs and results, is the best solution for projects aimed at improving the profitability and competitiveness of the companies involved in them, compared to companies without access the same results.*

*As the examples have shown, understanding the basics of the screening mechanism has led to the development of new screen profiles which can now be proposed by machinery suppliers involved in the projects. Participating papermakers have received advance information, which has helped them to choose efficient machines.*

*Regarding the recycling process, project results have helped papermakers to implement process adaptation for efficiently improving pulp quality and saving costs.*

*The knowledge developed concerning the carry over of contaminants and their detrimental effect on the wet-end chemistry, will help papermakers to develop preventive solutions and chemical suppliers to propose more adapted paper chemicals.*

## CHALLENGES FOR THE FUTURE

*The EU paper industry is strongly committed to improving recycling. It has voluntarily imposed a recycling rate of 56% for 2005 and plans to reach 60% by 2010.*

*Research in recycling is part of the strategy of the European Paper Industry. Topics related*

## **A sustentabilidade da reciclagem de papel ainda tem desafios a encarar**

Fornecedores de adesivos são capazes de produzir materiais menos sensíveis à fragmentação durante os estágios de polpação, e que possam ser mais eficientemente removidos por depuração. Institutos de pesquisa desenvolveram métodos de ensaio aceitos por todos os parceiros, sendo capazes de avaliar a eficiência de remoção; não obstante, a maior parte desses produtos não é usada hoje em dia. **É necessário um compromisso por parte dos usuários finais** de produtos de papel e cartão no sentido de usarem **aditivos de fácil reciclagem** (tintas de impressão, adesivos), visando a uma melhor capacidade de reciclagem desses produtos.

A otimização do processo resultou em dramática redução das perdas por destintamento, que hoje em dia podem conter somente pequenas quantidades de fibras. No entanto, os rejeitos do destintamento ainda representam uma preocupação e custos significativos. **Soluções inovadoras para o gerenciamento dos rejeitos de reciclagem** (inclusive redução de perdas no processo e utilização de subprodutos, mas também um fluxo de reciclagem separado para fibras e pigmentos de carga). Deveriam ser desenvolvidas novas maneiras de reciclar pigmentos minerais na indústria papeleira.

**Aumento adicional da eficiência do processo de reciclagem, a fim de obter uma melhor relação Qualidade/Custos.** Fibras recicladas muito freqüentemente competem com fibras virgens de madeira de fibra curta. Os custos de reciclagem têm de ser mantidos no nível mais baixo possível, tanto em função de produtos de papel e papelão mais recicláveis, quanto mediante processos de reciclagem mais eficientes, de modo a garantir a sustentabilidade da reciclagem.

Para encarar os desafios do futuro, é necessário que haja pesquisa, tanto fundamental, quanto aplicada, e, conseqüentemente, todos os parceiros - universidades, institutos e centros de P&D corporativos - têm importantes papéis a desempenhar.

Também é importante considerar que os vínculos da indústria papeleira global reivindicam uma prática aprimorada e global de estabelecimento de contatos na área de P&D.

## **AGRADECIMENTOS**

Certos resultados apresentados neste artigo foram obtidos no contexto do Programa de Pesquisas de Fibras Recicladas do CTP.

Os autores agradecem ao CTP e às empresas associadas ao CTPi por financiarem este programa e pela sua contribuição técnica na preparação e direção dos projetos de pesquisa. ▲

*to recycling figure in the Forest Sector Technology Platform launched in Brussels, February 15, 2005.*

## **The sustainability of paper recycling still has challenges to face**

*Adhesive suppliers are able to produce materials that are less sensitive to fragmentation during the pulping stages, and which are more efficiently removed by screening. Research institutes have developed test methods accepted by all partners, and are able to evaluate removal efficiency; nevertheless, most of these products are not used today. A commitment is required of the final users of paper and board products to use recycling friendly additives (inks, adhesives) for better recyclability of these products.*

*Process optimisation has led to dramatic reduction of deinking losses, which today may contain only small amounts of fibres. Nevertheless deinking rejects are still a significant concern and cost. Innovative solutions for recycling reject management (including reduction of process losses and use of by-products, but also separate recycling flow for fibres and fillers.) New ways to recycle fillers in the paper industry should be developed.*

*Further improvement of recycling process efficiency in order to get a better ratio Quality/Costs. Recycled fibres are very often in competition with virgin hardwood fibres. Recycling costs must be kept as low as possible, by both more recyclable paper and board products and by more efficient recycling processes so as to secure the sustainability of recycling.*

*To face the challenges of the future, both fundamental and applied research is required and consequently all partners: Universities, Institutes and Corporate R&D, have important roles to play.*

*It is also important to consider that the global paper industry links calls for improved and global R&D networking.*

## **ACKNOWLEDGEMENTS**

*Certain results presented in this paper have been obtained in the framework of the CTP Recycled Fibres Research Programme.*

*The authors thank CTP and CTPi companies for supporting this programme and for their technical contribution in preparing and steering the research projects. ▲*

## REFERÊNCIAS / REFERENCES

1. Vernac, Y., Carré, B., Rousset, X., Guillet, F. and Galland, G.: "Process solutions to handle small amount of flexo in woodcontaining raw material". TAPPI 2002 – Pulping Conference – September 8-12, 2002 - San Diego, California, USA.
2. Leigh, N.: "De-inking water based flexo new inks: Status report on the current CTP project Usher Walker – Sun Chemical – HQP" 2000 flexo conference (Flexo User's Group), London, October 5-6, 2000.
3. Paraskevas S.: "High consistency repulping benefits and drawbacks", TAPPI Pulping Conference, Houston, 24-26 October 1983, p. 139-143.
4. Holik H.: "Towards a better understanding of the defibering process", TAPPI Engineering Conference, Chicago, 19-22 September 1988, p.59-64.
5. Merza J., Haynes R.D.: "Batch pulping versus drum pulping: the impact on deinking performance", 6th PAPTAC Research Forum on Recycling, Magog, 1-4 October 2001, p. 45-51.
6. Fabry B.: "Etude de la rhéologie des suspensions fibreuses concentrees dans le but d'améliorer le recyclage des papiers", Ph. D. Thesis, INPG, Grenoble, December 1999.
7. Fabry B., Roux J-C., Carré B.: "Pulping, a key factor for optimising deinking" 53ème Congrès ATIP, Bordeaux, 17-19 October 2000, session 8.
8. Haynes R.D.: "Measuring the summer effect in North American Newsprint deinking mills", 5th PAPTAC Research Forum on Recycling, Ottawa, 28-30 September 1999, p. 25-36.
9. Bennington C.P.J., Smith J.D., Sui O.D.: "The effect of mechanical action on waste paper defibering and ink removal in repulping conditions", Journal of Pulp and Paper Science vol. 24 n°11, November 1998, p. 341-348.
10. Fabry B., Carré B., Crémon P.: "Pulping optimisation: effect of pulping parameters on defibering, ink detachment and ink removal", 6th PAPTAC Research Forum on Recycling, Magog, 1-4 October 2001, p. 37-44.
11. Ben Y., Dorris G.M.: "Irreversible ink redeposition during repulping (part II): ONP/OMG furnishes", 5th PAPTAC Research Forum on Recycling, Ottawa, 28-30 September 1999, p. 7-13;
12. Leung M.M-Y., Bennington C.P.J.: "Quantifying the force of ink detachment in ink removal operations", Journal of Pulp and Paper Science vol. 27 n°1, January 2001, p. 26-33
13. Fabry, B., Carré, B. and Galland, G.: "New pulping strategy for DIP for Tissue Making" Tissue World 2005, April 5-7, 2005- Nice, France (Doc CTP 2177).
14. Ferguson L.D.: "Comparison of North America, European and Pacific Rim Deinking technologies", TAPPI Pulping Conference, San Diego, 6-10 November 1994, p. 869-875.
15. Okada E.: "Deinking technology and chemical systems in pan-pacific countries: the same or not?", Japan TAPPI Pacific Pulp and Paper Technology Conference, Tokyo, 8-10 September 1992, p. 121-129;
16. Volk, A., Bätz, E., Rienecker, R.: "Advanced screening concepts for recovered paper treatment", 11th PTS-CTP Deinking Symposium, paper n°3, Leipzig, 27-30 April 2004.
17. Serres, A.: "Compact stock preparation for deinking mix", 11th PTS-CTP Deinking Symposium, paper n°21, Leipzig, 27-30 April 2004.
18. Puro, M.: "Moderne Fortschrittliche Lösungen für Sortierprozesse and Kreislaufwasser-reinigung", PTS Adesivos Seminar, Paper n°12, Dresden, April 5th-6th, 2005.

19. Julien Saint Amand, F., Perrin, B.: "Screening: experimental approach and modelling", 1998 TAPPI Pulping Conference proceedings: 1019-1031, Montreal, 25-29 October 1998.
20. Julien Saint Amand, F., Perrin, B.: "Fundamentals of screening: effect of rotor design and fibre properties", 1999 TAPPI Pulping Conference proceedings, Orlando, 31 October – 3 November 1999.
21. Julien Saint Amand, F., Perrin, B.: "Fundamentals of screening: effect of screen plate design", 2000 TAPPI Pulping / Process & Product Quality Conference proceedings, Boston, 5-9 November 2000.
22. Julien Saint Amand, F., Perrin, B.: "Screening: state of the art and future: to understand mechanisms and innovations better in order to improve quality and increase productivity", 54th ATIP Annual Congress, proceedings, Session 5, Grenoble, 9-11 October 2001.
23. Steenberg, B.: "Principles of screening system design. Studies in screening theory I", Svensk Papperstidning, vol.56, n°20: 771-778, October 1953.
24. Gooding, R.W., Kerekes, R.J.: "Derivation of performance equations for solid-solid screens", The Canadian Journal of Chemical Engineering, v. 67: 801-805, October 1989.
25. Julien Saint Amand, F., Perrin, B., Ruiz, J., Ottenio, P.: "Modelling of screening systems for the optimisation of adhesivos removal", 10th PTS-CTP Deinking Symposium. proc. Munich, 23-26 April 2002
26. Julien Saint Amand, F., Perrin, B.: "Characterisation and simulation of fibre separation in screens and cleaners", International Mechanical Pulping Conference proc.: 245-257, Québec, June 2-5, 2003.
27. Julien Saint Amand, F., Perrin, B., Ottenio, P.: "Optimisation of chemical pulp fractionation and use of softwood fibres as reinforcement pulp", Journée ATIP "Préparation des mélanges de pâtes et optimisation du raffinage: facteurs clés pour la productivité et la qualité", Grenoble, 29 Avril 2004.
28. Julien Saint Amand, F., Wojciechowski, G., Asendrych, D., Favre-Marinet, M., Rahouadj, R., Skali-Lami, S.: "Screening: Fundamental studies on the extrusion of adhesivos through slots", Revue ATIP, Vol. 58, n°1: 6-18, Février/Mars 2004.
29. Julien Saint Amand, F., Perrin, B., Gooding, R., Huovinen, A.: "Optimisation of screen plate design for the removal of adhesivos from deinking pulps", Revue ATIP, Vol. 58, n°4, Août/Septembre 2004.
30. Julien Saint Amand, F., Perrin, B., Frach, D., Asendrych, D.: "Visualisation of adhesivos extrusion through slots in pressure screens", 7th PTS Adesivos Symposium, Paper n°5, Dresden, April 5-6, 2005.
31. Julien Saint Amand, F., Perrin, B., Kolakowski, P.: "Adesivos screening: influence of consistency and other screen operating and technological parameters", 4th CTP/PTS Packaging Paper & Board Recycling Symposium, paper n°16, Grenoble, 21-23 March 2006.
32. ScreenClean, EU project n° QLK5-2001-00619 "Optimisation of Screening and Cleaning Technology to Control Deinking Pulp Cleanliness" (April 2003 – March 2005) final report, [www.cost-e48.net](http://www.cost-e48.net)
33. Zeno E.: "Influence of deinked pulp use on wet end chemistry", PhD thesis, Institut National Polytechnique de Grenoble, France, June 24th 2004.
34. Haynes, D., Marcoux, H.: "Evaluation of fatty acid carryover in North American newsprint deinking mills, Proceedings of the CPPA, 4th Research Forum on Recycling, 7-9 October 1997, Montreal, Quebec, Canada.
35. Wågberg, L.: Spreading of droplets of different liquids on specially structured papers, Nordic Pulp Pap. Res. J. 15 (5) 598, 2000.
36. Mattsson, R.: "AKD Sizing-Dispersion Colloidal Stability, Spreading and Sizing with Pre-flocculated Dispersion", 2002 Licentiate thesis, Luleå University of Technology.