

# APLICAÇÃO DE MICROPARTÍCULA PARA MELHORIA DE RETENÇÃO E DRENAGEM NA FABRICAÇÃO DE PAPEL

**Cristiane Cristina Lima<sup>1</sup>, Karine Cicília Marques<sup>1</sup>, Fernando S. Ortega<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Ahlstrom VCP Indústria e Comércio de Papéis Especiais S/A – Laboratório de Parte Úmida, Rod. General Gal. E. J. Zerbine, Km 84 SP 66, Jacareí, SP.

<sup>2</sup>UNIVAP / Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo – FEAU, Engenharia de Materiais, Av. Shishima Hifumi, 2911, 12244-000, S. J. Campos, SP  
cris28.lima@hotmail.com, karine.marques@gmail.com, fortega@univap.br

**Resumo** – O processo de fabricação do papel começa com a obtenção da matéria-prima básica. A celulose é obtida basicamente da transformação da madeira em material fibroso, que é também denominado pasta ou polpa. Na formação da folha de papel, durante o processo de fabricação, fibras, cargas, finos, aditivos e substâncias coloidais, são retidos sobre uma tela formadora, após um processo relativamente complexo de controle da carga elétrica das espécies envolvidas na suspensão. De modo geral, para que se tenha um grau razoável de retenção de partículas finas é necessária a adição de floculantes, pois uma vez aglomerados, essas partículas permanecerão na fração de fibras. Por muito tempo a indústria papelreira utilizou apenas o sulfato de alumínio, eletrólito inorgânico, como agente de retenção. Neste estudo vamos abordar a aplicação de uma nova tecnologia em micropartícula, denominada XD8300. Sua estrutura de matriz tridimensional e alta densidade de carga permitem ao produto ser muito mais eficaz para reter finos e cargas minerais e para desenvolver micro flocos consistentes, o que favorece altos níveis de drenagem e mínimo impacto na formação do papel.

**Palavras-chave:** Celulose, papel, retenção, drenagem, polímero

**Área do Conhecimento:** III – ENGENHARIAS

## Introdução

O processo de fabricação de celulose tem início na área de manuseio de madeira, onde a matéria-prima é recebida. As toras são descascadas e picadas. Passam por um processo de cozimento que consiste na transformação da madeira em celulose não branqueada, na presença de produtos químicos, pressão e temperatura pré-estabelecidas. A celulose passa por um processo de pré-branqueamento para remover uma parte da lignina residual do cozimento, típica da madeira, que leva a uma grande redução da carga de poluentes na fase de branqueamento. A lignina é um polímero amorfo, de composição química complexa, que confere firmeza e rigidez ao conjunto de fibras de celulose.

Utiliza-se duas etapas de pré-branqueamento, com aplicação de oxigênio e peróxido de hidrogênio. A coloração da polpa pré-branqueada e lavada tem uma coloração levemente amarelada e não serve, ainda, para a fabricação de papéis para imprimir e escrever de qualidade. Esta coloração é devida à presença de lignina residual nas paredes das fibras. O processo de branqueamento, tem como objetivo extrair gradativamente esta lignina residual, tornando as fibras mais brancas.

O processo de branqueamento utiliza reagentes químicos à base de cloro que, para não agredir

demasiadamente as fibras, deve ser conduzido de forma cuidadosa, em estágios denominados Z/D, EOP e D. Em cada um destes estágios há uma etapa de lavagem com filtros pressurizados.

No estágio Z/D a polpa pré-branqueada é diluída e misturada com ozônio e dióxido de cloro. Neste estágio, a lignina existente nas paredes das fibras combina-se com cloro ativo, formando um composto cloro-lignina, que é solúvel em solução de hidróxido de sódio.

O estágio EOP tem como objetivo extrair da parede celular o composto cloro-lignina formado na etapa anterior. Neste estágio são adicionados hidróxido de sódio, oxigênio e peróxido de hidrogênio. Com a aplicação dos dois últimos insumos consegue-se uma celulose mais alva.

No estágio D, a porção residual de lignina reage com a carga de dióxido de cloro adicionada, para continuar a formação do composto cloro-lignina.

A polpa, recebida do lavador do estágio anterior, passa por um misturador onde recebe a carga de dióxido de cloro e segue para a torre de retenção, onde permanece por cerca de 2 horas a uma temperatura de 75 °C a 80 °C. (PINTO L.A., 2006)

Esta celulose aquosa é destinada então para a produção de papel. As fibras celulósicas da forma como vieram do branqueamento não servem para a obtenção de papéis de boa qualidade. Devem sofrer, antes, um tratamento mecânico conhecido

por refinação. É principalmente deste tratamento que dependem as características físicas finais do papel. A refinação tem por objetivo conceder ao material fibroso uma estrutura adequada quanto às dimensões e a composição fracionária da fibra, com intuito de conseguir características necessárias na massa, para a qualidade de papel desejada. Também proporciona ao material fibroso um determinado grau de hidratação, do qual depende o desenvolvimento das forças de ligação entre as fibras na formação da folha de papel, como também para obter outras propriedades específicas. Durante a refinação as fibras submetem-se à ação das lâminas e, como consequência, sofrem transformações físicas, de esmagamento, corte, fibrilação e hidratação.

Posteriormente, são adicionados à massa aditivos químicos que conferem ao papel as características físicas, químicas e ópticas desejadas. A qualidade do papel também depende fortemente do grau de limpeza da massa. Estilhas, nós, areia, partículas metálicas e outros materiais são separados através da depuração e então a massa está preparada para a formação da folha (MOURA G.F., 2007)

### 1.1 Retenção e drenagem.

A obtenção de uma folha industrial de papel baseia-se na deposição de certa quantidade da suspensão fibrosa (água, fibras e aditivos), sobre uma tela formadora em movimento e a conseqüente eliminação de água pelo fenômeno de filtração e drenagem. Embora possa parecer simples, nesse curtíssimo tempo de passagem de água através de uma fina camada de fibras são afetadas todas as características estruturais da folha, tais como formação, características de superfície e propriedades de resistência mecânicas.

A retenção de massa pode ser definida como a porcentagem de material retido na folha em relação à quantidade de material alimentado para formá-la. Drenagem é o processo de remoção de água, que ocorre na seção de formação da máquina de papel. Coagulação é o fenômeno no qual ocorre uma aglomeração de partículas devido às forças de atração (forças de Van der Waals), pela neutralização de suas cargas elétricas superficiais.

Quimicamente, a retenção é assistida na máquina de papel pelo processo de coagulação e floculação de partículas, para reter nas fibras os aditivos dosados e não perdê-los na água durante a retirada da água da folha. Isto pode ocorrer porque a água do processo também adquire um caráter de carga aniônico devido à eletronegatividade da fibra. Com isso, os aditivos catiônicos dosados no processo reagem com as cargas negativas da água e são removidos da superfície das fibras durante a drenagem, sem

agregar as devidas propriedades ao papel (Figura 1).

Um agente de coagulação usado amplamente na indústria papelreira é o sulfato de alumínio  $Al_2(SO_4)_3$ , eletrólito inorgânico que atua como agente de retenção e, por muito tempo, o único coagulante usado pela indústria papelreira. Sistemas coagulados retêm os aditivos em grandes flocos e bloqueiam a drenagem de água. (Figura 2).

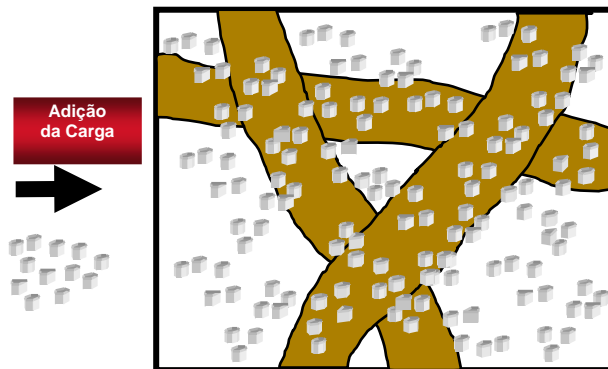


Figura 1 – Representação esquemática de uma pasta com carga bem dispersa, resultando em baixa retenção de aditivos.

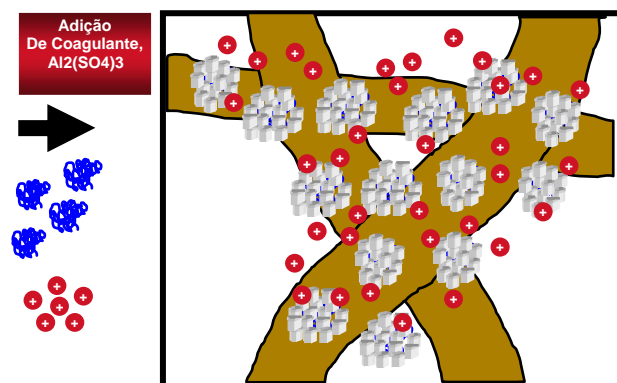


Figura 2 – Representação esquemática de uma pasta com  $Al_2(SO_4)_3$  e polieletrólito, resultando em coagulação e bloqueio dos canais de drenagem.

Os floculantes são polímeros de alto peso molecular com a função de criar pontes entre fibras, finos e cargas, mantendo-os presos à folha de papel. Poliacrilamidas são os floculantes mais usados nesse tipo de sistema. Produzida pela polimerização do monômero de acrilamida, forma pontes de hidrogênio com a celulose e outros componentes da massa. Também apresenta um bom custo/benefício, podendo ser manufaturada até um peso molecular elevado, podendo ser modificada entre catiônica e aniônica. A principal função da carga iônica é manter as cadeias com uma conformação estendida e as partículas de aditivos retidas na fibra.

Atualmente é comum na indústria papelreira a utilização de um sistema duplo de retenção e drenagem, conhecido como sistema dual,

constituído de um polímero sintético ou natural e micropartículas como sílica coloidal e bentonita. Na prática, uma poliácridamida catiônica de alto peso molecular ou amido catiônico é adicionado no sistema de fabricação do papel antes do último ponto de alto cisalhamento. Após este ponto de alto cisalhamento, a micropartícula aniônica (sílica coloidal ou bentonita) é adicionada. O mecanismo pelo qual este sistema opera é complexo. Grandes flocos são formados por pontes, quando o polímero é adicionado primeiro. Estes flocos são desagregados no sistema, no ponto de alto cisalhamento (Figura 3).

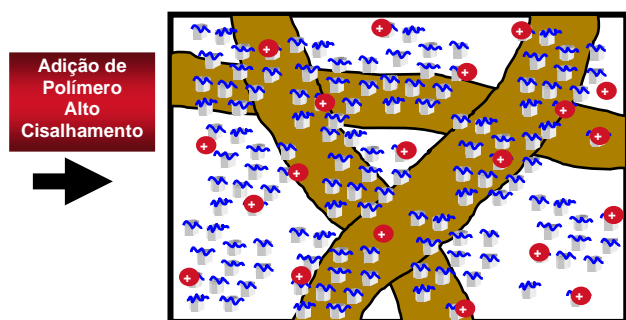


Figura 3 - Representação esquemática de uma pasta com adição de poliácridamida sob cisalhamento, mostrando a desagregação dos flocos.

A adição da micropartícula aniônica proporciona muitos sítios negativos que podem interagir com as moléculas estendidas, carregadas positivamente, para formar um sistema altamente coagulado, com pequenos flocos dos quais a água é drenada rapidamente (CARVALHO A.E, 2007). Assim, é possível atingir alta retenção de finos e cargas na fibra, boa formação da folha de papel sem comprometer a drenagem (Figura 4).

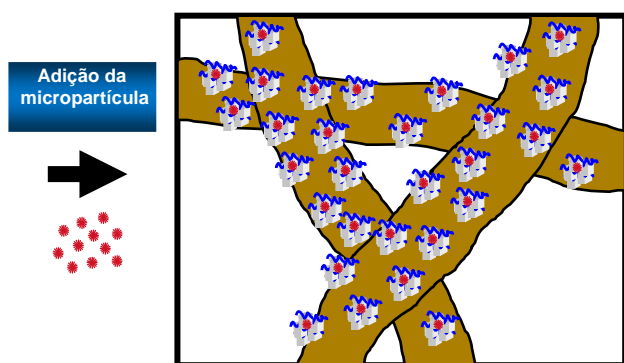


Figura 4 – Representação esquemática de uma pasta com micropartícula (Sílica ou Bentonita), resultando em microflocos que não bloqueiam os canais de drenagem.

O produto estudado neste trabalho pode ser utilizado sem adição de químicos adicionais (sílica ou bentonita), reduzindo custos. Sua estrutura é

composta por copolímero de poliácridamida modifica que possui alta densidade de carga, tornando o produto mais eficaz para reter finos, cargas minerais e para desenvolver microflocos consistentes, favorecendo a drenagem com mínimo impacto na formação do papel. Pode resultar em melhor desempenho da máquina, mantendo a estabilidade do processo.

No processo, o novo sistema foi testado durante um mês e comparado com o sistema duplo de micropartícula, já usado. Num primeiro estágio, o sulfato de alumínio é adicionado à massa formando microflocos carregados com cargas positivas. No segundo estágio a micropartícula XD8300 é adicionada ao sistema antes do ponto de alto cisalhamento, resultando na quebra dos microflocos. O produto fornece carga aniônica que eletrostaticamente reflocula os fragmentos criados na passagem pelo depurador em microflocos uniformes, o que gera boa retenção de finos e facilita a passagem da água entre os flocos (boa drenagem), sem danificar a formação física do papel (DANTAS, F., 2008).

### Metodologia

O polímero foi dosado em papel do tipo off-set, de baixa, média e alta gramatura. As amostras foram coletadas a cada duas horas, em dois pontos da máquina: caixa de entrada e água branca (calha). Os testes foram realizados durante um mês antes da aplicação do novo produto, para levantamento de parâmetros de máquina e um mês durante a dosagem do mesmo, para avaliação da eficácia do produto. Foram realizadas análises de retenção total e retenção de carga para acompanhamento do processo.

A retenção total, ou retenção de primeira passagem (RPP), é definida pela quantidade de material seco (fibra e carga) retido na folha, obtido através da diferença da concentração, em (g/l), da caixa de entrada (Ce) e da calha (Cc), expressa pela fórmula:

$$RPP = \frac{(Ce - Cc) \times 100}{Ce}$$

Um litro da amostra aquosa é pesada e filtrada por filtro quantitativo, através de um sistema de vácuo. É levada para secar, durante 1 hora, em estufa 105° C. Depois é novamente pesada e a retenção total é calculada.

A retenção de carga (RC) é definida pela quantidade de carga mineral retida na folha, obtida através da diferença da concentração de cargas, em porcentagem (%), da caixa de entrada (Ce) e da calha (Cc). Os resultados são expressos pela fórmula abaixo:

$$RC = \frac{(\% CaCO_3 Ce) - (\% CaCO_3 Cc) \times 100}{(\% CaCO_3 Ce)}$$

A análise é feita através de titulação ácido-base, do filtrado da amostra, isto é, da água sem fibras.

## Resultados

O gráfico 1 relaciona as médias dos valores de retenção total encontrados antes e depois do teste, para papéis de 60g/m<sup>2</sup>, 105g/m<sup>2</sup> e 190 g/m<sup>2</sup>, respectivamente, papéis de baixa, média e alta gramatura.

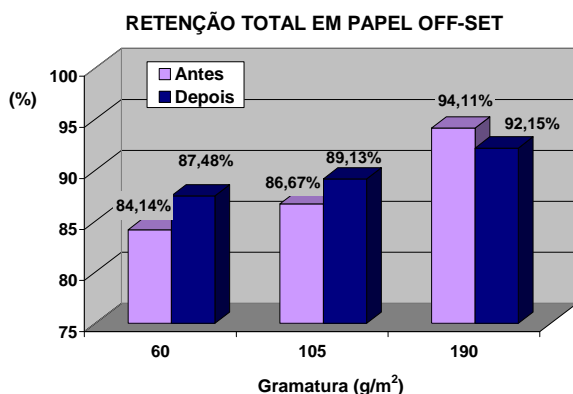


Gráfico 1- Resultados de retenção total.

O gráfico 2 relaciona as médias dos valores de retenção de carga, encontrados antes e depois do teste, para papéis de baixa, média e alta gramatura.

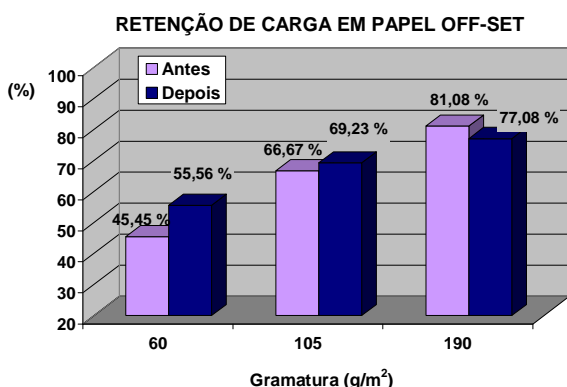


Gráfico 2- Resultados de retenção de carga

### Custo x Benefício

A Tabela 1 relaciona o custo do sistema duplo (Polímero e Sílica) e do novo sistema de micropartícula (XD 8300), bem como a dosagem utilizada na produção dos papéis testados.

Relação Custo x Benefício		
Sistema de retenção	Preço (R\$/kg)	>150 g/m <sup>2</sup> (kg/t) Dosagem
Polímero (CS6156)	12,28	0,127
Sílica	1,66	2,98
Micropartícula (XD8300)	8,56	0,5

Tabela 1 - Relação custo x benefício dos sistemas testados.

## Discussão

O novo sistema testado em relação ao sistema duplo de micropartícula já utilizado resultou em ganho de 2,5% em média para papéis de baixa e média gramatura. Não manteve o mesmo desempenho na retenção total dos papéis de alta gramatura, ficando aproximadamente 2% abaixo dos valores encontrados no sistema usado atualmente.

O XD8300 apresentou um ganho em retenção de carga de aproximadamente 6% para papéis de baixa e média gramatura em relação ao sistema duplo de micropartícula. O novo produto também não apresentou bom desempenho na retenção de carga de papéis de alta gramatura, ficando cerca de 4% abaixo dos valores encontrados no sistema duplo atual.

Durante a produção de papéis de alta gramatura, ocorreu a quebra da tela formadora e problemas no rolo de sucção, o que pode ter gerado instabilidade dos resultados obtidos durante o teste nos papéis de alta gramatura.

Considerando a relação custo benefício dos produtos testados, para uma produção diária de 9260 kg de papel, a redução no custo de produto para controle de retenção e drenagem é R\$ 20.649,80 mensais.

## Conclusão

- O produto XD8300 apresentou um bom desempenho na retenção total e de carga para papéis de baixa e média gramatura.
- Há a necessidade da realização de novos testes para papéis de alta gramatura.
- Constatou-se melhoria na formação física dos papéis testados e redução das quebras da folha de papel durante a produção.
- A relação custo x benefício foi superior para o novo aditivo, para papéis de 60 e 105 g/m<sup>2</sup>.

## Referências

- PINTO L.A Curso Básico sobre Fabricação de Celulose. 19f. Treinamento interno – Votorantim Celulose e Papel, 2006.
- MOURA G.F. Universidade Federal de Viçosa. Processo Produtivo de Papel. 2007 88f. Monografia (Pós Graduação em Celulose e Papel).
- CARVALHO A.E. Agentes de Retenção – Fabricação de Papel. 21f. Treinamento interno – Ahlstrom Indústria de Papéis Especiais, 2007.
- DANTAS, F. Treinamento - Micropartículas. 28f. Treinamento Interno - Ahlstrom Indústria de Papéis Especiais, 2008.