

Alta tecnologia e pesquisas são aliadas da reciclagem

Demanda por fechamento de ciclos de consumo e por reaproveitamento de materiais manterá o mercado de papel reciclado em alta. Em paralelo, tecnologias buscam diminuir custos, facilitar processos e dar mais qualidade aos papéis feitos a partir de fibras secundárias

Por Marina Faleiros

Conceitos como consumo consciente e reciclagem ganharam força nos últimos anos. Apesar do reconhecido papel dos reflorestamentos das indústrias de celulose para o sequestro de carbono da atmosfera e da sustentabilidade dos processos baseados em fibra virgem, o desenvolvimento de tecnologias para a fabricação de um papel reciclado com mais qualidade e máximo aproveitamento das fibras disponíveis torna-se cada vez mais valorizado.

A Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, realizada em dezembro na Dinamarca, ganhou espaço na imprensa e na agenda política mundial, evidenciando a tendência de as relações de consumo se focarem cada vez mais na capacidade das indústrias de preparar-se para reaproveitar seus produtos. No caso do papel, além de buscar soluções amigáveis ao meio ambiente, os recicladores precisam ter cuidado com a seleção de materiais (que não podem conter certos contaminantes), a limpeza de equipamentos e o maior reaproveitamento de fibras, entre outros desafios. “Contrariando a percepção pública, produzir papel a partir de material de fibras já utilizadas e obter qualidade comparável à dos produtos de fibra virgem requer uma grande tecnologia e conhecimento de processo”, ressalta Song Won Park, coordenador de Tecnologia de Celulose e Papel na Escola de Engenharia da Universidade de São Paulo (USP).

Diante deste cenário promissor da reciclagem do papel, aconteceu, durante o ABTCP-PI 2009, o Simpósio Internacional de Papel Reciclado, organizado pela Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel (ABTCP) e pela Rede Ibero-Americana para a Revalorização do Reciclado Celulósico (Riarrec). O evento reuniu grandes

nomes do mundo na área para debater os grandes desafios para o segmento nos próximos anos e discutir de que forma máquinas e processos podem ser ainda mais eficientes.

Martin Hubbe, professor do Departamento de Ciência da Madeira e Papel na Universidade da Carolina do Norte (Estados Unidos), está entre os especialistas mais reconhecidos no mundo na área de reciclagem. Durante o evento, ele propôs que os fabricantes de papéis de fibra virgem produzissem já pensando em como torná-los mais facilmente recicláveis. Para ele, a qualidade e o custo das fibras que podem ser obtidas a partir de papéis pós-consumo dependem de maneira crítica da forma como o papel foi fabricado e convertido. “A reciclagem de papel para impressão tem sido afetada de forma positiva nas últimas décadas pela transição para condições alcalinas de fabricação do papel, pois as fibras de celulose tendem a quebrar-se caso o material seja exposto a condições ácidas e o papel torna-se frágil durante o armazenamento, especialmente em locais quentes e úmidos”, diz.

Além disso, o professor afirma que pesquisas já comprovam a pos-



BANCO DE IMAGENS ABTCP/SERGIO SANTORIO

Para Hubbes, fabricantes de papel a partir de fibra virgem devem estar preocupados em aplicar processos que facilitem a reciclagem de seus produtos

sibilidade de prolongar a reciclabilidade da fibra com estratégias de refinamento que enfatizam fibrilação externa e preservação do *bulk*, ou seja, do volume da fibra. “Agentes de secagem convencional, como amido catiônico, também foram considerados compatíveis com a reciclagem”, pontua Hubbe em seu trabalho apresentado na ocasião.



DIVULGAÇÃO VOITH

Aparas de ondulado: tecnologias buscam retirar uma porcentagem cada vez maior de impurezas

Para Park, um dos coordenadores do simpósio, esse tipo de pesquisa está alinhada com o atual espírito de sustentabilidade ambiental: tão importante quanto os destinos finais é a manufatura ambientalmente amigável, sustentável e adaptável. Na máquina de papel, por exemplo, existem outros processos que podem ser pensados para facilitar a reciclagem, como a fase de secagem. “Em seu trabalho, Hubbe mostra que os ciclos de aquecimento e de inchamento úmido a que um papel reciclado está sujeito causam perda da capacidade de ligação entre as fibras, além de flexibilidade e conformabilidade” diz.

Algumas outras tendências, de acordo com a avaliação de Hubbes em seu trabalho, tendem a ser desfavoráveis para a reciclagem, como tecnologias utilizadas para remoção de hemicelulose. “Se essa extração for feita antes da desagregação das aparas, podem ser obtidas fibras mais suscetíveis à quebra, especialmente quando são recicladas. Além disso, altos níveis de cargas, ceras, resinas de alta resistência e algumas formas de tintas curáveis continuarão a desafiar a reciclagem de papel.” Segundo

Park, o problema se dá pelo fato de esses contaminantes interferirem além da estrutura microscópica das fibras: “Os elementos migram aos poucos para a superfície, fazendo com que as fibras percam gradualmente qualidade para reciclagem.”

DESAFIOS TÉCNICOS

Se muito tem sido desenvolvido no processo de fabricação de papéis reciclados em si, vale dizer que os equipamentos e o tratamento das aparas também não ficaram esquecidos. Park avalia que, entre os principais desafios para os fabricantes de papéis reciclados de hoje, está a eliminação de contaminantes de todos os tipos, desde areia até plásticos e colas adesivas, além da redução dos impactos negativos advindos de *stickies* e da melhoria no uso de água. “Também precisamos ter mais tecnologias no bombeamento de polpas para trabalho de eliminação de contaminantes e na operação dos desagregadores, os *pulpers*”, enumera.

Foi justamente sobre esses equipamentos que Ricardo da Quinta, da Voith Paper, falou durante sua apresentação no simpósio. “Os desenvolvimen-

tos buscam a diminuição do consumo de energia e do tamanho dos equipamentos, mantendo a qualidade final do produto”, diz. Como fornecedor de equipamentos, explicou, também é importante minimizar a quantidade de *flakes* deixados no processo. “Já existe uma nova geração de *pulpers* com eficiência bem maior de desagregação, com capacidade de homogeneizar a fibra sem tantas perdas no processo.” Soluções relativamente simples em termos de desenho de equipamentos também aumentaram a eficiência do processo, conforme apresentou Quinta, como agregar *spoilers* – espécies de abas – na hélice do *pulper*.

Quando o tema são os contaminantes, diversos pesquisadores e universidades do mundo todo continuam a se debruçar sobre os chamados *stickies*, substância adesiva que formam depósitos no processo de reciclagem. “Todos se preocupam com isso, pois os *stickies* continuam causando problemas significativos para a indústria e reduzem tanto a produtividade quanto a qualidade do papel reciclado”, diz Mahendra Doshi, outro pesquisador reconhecido mundialmente e presidente da consultoria americana Doshi & Associates, que apresentou trabalho no evento. Ele explica que as diversas denominações dadas aos *stickies* causam muita confusão no próprio meio científico e que é preciso focar numa classificação mais elaborada. “Classificar é importante para sabermos lidar com eles e fazer diferentes tipos de monitoramento”, diz.

Benjamin Fabry, pesquisador do Centro de Tecnologia do Papel da Universidade de Domaine (França), também se concentra na classificação dos vários tipos de *stickies* para encontrar melhores formas de controlá-los no processo. “As recicladoras sofrem com depósitos orgânicos na

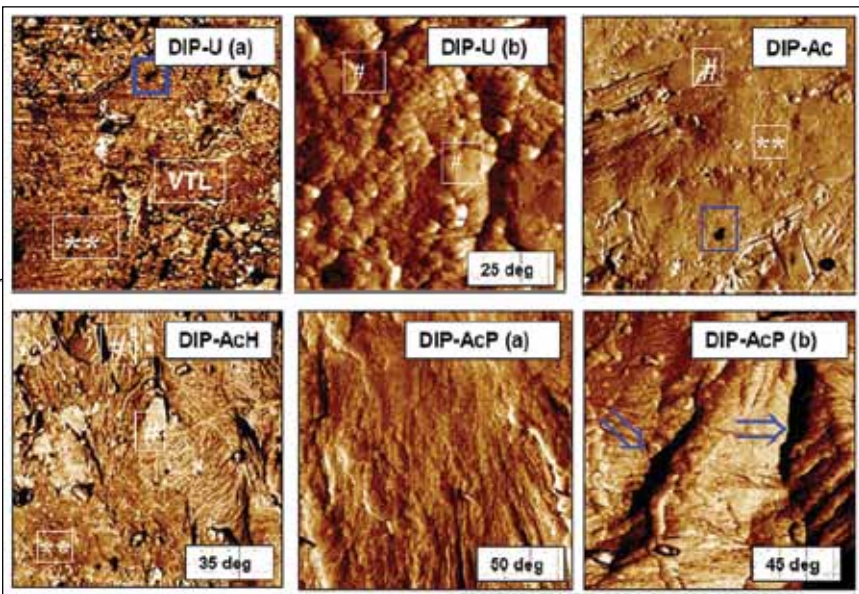


Imagem de fibra feito pelo Atomic Force Microscopy: tecnologias de ponta ajudam na melhora do processo de reciclagem

máquina, que, além de criarem defeitos no papel, causam um problema de operabilidade, levando a frequentes paradas para limpeza”, pontua.

Na Universidade Federal de Viçosa, pesquisadores brasileiros utilizaram um sistema aquoso bifásico para a extração de *stickies* coloidais. O professor Rubens Chaves de Oliveira, que presidiu uma sessão do simpósio e teve também um trabalho apresentado, afirmou que as substâncias coloidais no processo de reciclagem do papel podem conduzir a vários problemas na operação, de modo a gerar perdas financeiras e de produtividade. “Uma forma de minimizar esses danos seria diminuir a concentração dessas partículas na água branca industrial, usando-se sistemas aquosos bifásicos”, avalia. Para isso, em sua pesquisa foi avaliada a influência do tipo de sal e da temperatura na extração de partículas coloidais da água branca em sistemas bifá-

sicos preparados com quantidades apropriadas de copolímero tribloco (surfactante de copolímero em bloco bifuncional que termina em grupos de hidroxilas primárias), Na_2SO_4 ou Li_2SO_4 e água branca industrial.

No destintamento – outro importante processo para recuperação de fibras secundárias –, Doshi ainda sugere mais investimentos para compreender como evitar recirculação de contaminantes no processo e adotar tecnologias de remoção de tintas da água de lavagem. “É muito difícil tirar tinta de uma impressão *ink jet* e não existem muitos estudos sobre a utilização de surfactantes catiônicos e detergentes, além de enzimas no destintamento”, diz.

José Turrado, do Departamento de Celulose e Papel da Universidade de Guadalajara (México), falou ainda de detalhes do processo de destintamento em meio alcalino, que permite a separação e a eliminação dos pigmentos, mas que, por sua própria



Doshi, em sua apresentação, ressaltou que as diversas denominações dadas aos *stickies* causam confusão no meio acadêmico

natureza, gera dissolução de componentes das fibras. “Pesquisamos, então, o destintamento por processo de flotação numa condição neutra, com aplicação de surfactantes

Fontes potenciais de *stickies* em fábricas que utilizam papel reciclado

Adesivos	Ligantes de tintas de revestimento	Resíduos de tintas de impressão	Químicos de destintamento	Resinas da madeira, colas de breu e resinas de resistência úmida
SBR	SBR (carboxilado)	Óleos minerais	Resinas	Resina
PVA	PVA	SBR	Ácidos graxos	Ácidos graxos
PBD	PVA _{OH}	PVA	Sabões metálicos	Colas de breu
PIP	Amido	Estireno acrilato	Surfactantes não-iônicos	Sulfato de alumínio
EVA	Caseína	Poliacrilato	Policrilatos	Uréia-formaldeído
Poliacrilato	Caulim	Epoxi-acrilatos	Óleos de hidrocarbonetos	Melanina-formaldeído
PE	TiO ₂			
PP	CaCO ₃			
Ceras				
Resina pegajosas				

SBR: estireno-butadieno / PVA: poli(vinil acetato) / PBD: polibutadieno / PIP: poliisopreno / EVA : copolímero de etileno vinil acetato / PE: polietileno/ PVOH: álcool polivinílico
 Fonte: Douek M. “Overview of research on stickies at Pulp and Paper Research Institute of Canada (PAPRICAN)”

Reciclagem no mundo

O Brasil ainda está distante dos países de primeiro mundo quando se trata de taxa de reciclagem. Alfredo Leon, coordenador da Comissão Técnica de Papel Reciclado da ABTCP apresentou, durante o simpósio, números que mostram esta realidade no País, onde apenas cerca de 45% dos papéis consumidos são reciclados. “Cerca de 40% dos papéis fabricados aqui utilizam aparas como matéria-prima, sendo a maior concentração de papelão ondulado”, diz. Para se ter uma ideia, a Alemanha recicla 75% de seu papel, seguida do Japão, com 73%.

Na Europa, a reciclagem de papel e cartão tem uma longa história. A taxa de coleta é de 65% para os países que fazem parte da Confederação Europeia de Fabricantes de Papel, colocando o continente em posição de liderança em coleta e reciclagem, segundo Harald Grossmann, professor da Universidade de Tecnologia de Dresden (Alemanha) e um dos palestrantes do evento. “Papéis e cartões utilizados competem na mesma proporção com as fibras virgens como matéria-prima para a indústria e não há dúvida de que todos os esforços serão feitos para aumentar ainda mais essa utilização”, aponta.

Segundo Grossmann, um dos fatores que mais devem desenvolver o uso de reciclado são as iniciativas relacionadas ao impacto da indústria no aquecimento global. Ele também comenta que as empresas europeias precisam crescer sem aumentar a utilização de recursos naturais. “A otimização dos ciclos de vida de produto tornou-se um dos objetivos fundamentais da produção das indústrias, o que demanda



uma força de trabalho altamente qualificada, capaz de operar e gerenciar sistemas de produção sustentáveis”, diz.

Para Park, da USP, é preciso que os fabricantes estejam atentos às mudanças nos conceitos de consumo, para que oportunidades de mercado não sejam perdidas. “Aqui, no Brasil, ainda temos um mercado incipiente na área de destinação para recuperação de papel de imprimir e escrever, porque somos um grande produtor de fibra virgem. Se nos tornarmos excelentes na qualidade de papel reciclado deste tipo, poderemos conquistar um grande mercado internacional, já que temos uma das melhores condições no mundo de disponibilidade de água, energia de aquecimento e eletricidade, o que nos dá grande vantagem no futuro deste segmento”, conclui.

biodegradáveis do tipo de álcoois graxos etoxilados, os AGEs, com aumento de eficiência em brilho, cor e contagem de partículas sujas, além de eliminação de cinzas”, conta.

Para o futuro, muito mais ainda deverá ser pensado em termos de reciclagem. Conforme Park, pesquisadores irão entender melhor os fenômenos e os desafios associados à fabricação de papel reciclado em escala nanométrica, na qual as forças advindas das partes física e química se confundem, se integram e têm a mesma escala. Citando o trabalho apresentado no simpósio por Pedro Fardim, professor da Universidade de Åbo (Finlândia), Park afirma que pesquisadores precisarão saber utilizar e

interpretar resultados de instrumentos de nanotecnologia, tais como AFM (Atomic Force Microscopy), XPS (X-ray Photoelectron Spectrometry), ToF-SIMS (Time-of-Flight Secondary Ion Mass Spectrometry), SEM-EDXA (Scanning Electron Microscope with Energy Dispersive X-ray Analysis) e FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy). “Não apenas estes instrumentos são caros, mas também o treinamento de especialistas que sabem utilizá-los. Analisar a química de superfície de fibras secundárias e saber interpretá-la para a melhoria tecnológica representa um dos desafios de pesquisa para o futuro”, diz Park.

Para Fardim, esses instrumentos de monitoramento são muito

importantes, pois diversos resíduos químicos da impressão e do processo de fabricação de papel ficam firmemente ligados à superfície das fibras e podem afetar a interação no processo de reciclagem e reduzir as ligações entre fibras no papel reciclado. O pesquisador acredita que o maior entendimento da superfície da fibra é um dos caminhos para se saber com mais precisão, por exemplo, quantas vezes uma fibra pode ser reciclada. “Além disso, ferramentas de ToF-SIMS e XPS, juntas, conferem um grande poder de determinação da composição da fibra reciclada, o que pode ser utilizado para resolver problemas práticos de processo ainda hoje não solucionados”, finaliza. ▲

*Confira os *papers* apresentados no Simpósio Internacional de Pesquisa e Tecnologia de Reciclagem durante o ABTCP-PI 2009 no site da revista O Papel: www.revistaopapel.org.br.