



Processo produtivo sob o atento olhar da ciência e tecnologia

Conheça as pesquisas que geraram os dez trabalhos técnicos mais bem pontuados pelo Comitê Científico do 46.º Congresso Internacional de Celulose e Papel, refletindo descobertas inovadoras sobre o processo produtivo de celulose e papel

Dedicado a lançar um olhar atento às práticas da indústria de celulose e papel, o ABTCP 2013 – 46.º Congresso Internacional de Celulose e Papel – realizado em outubro último pela ABTCP em parceria com a Associação dos Engenheiros da Indústria de Papel da Finlândia (PI) e o Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais (Ipef) – reuniu congressistas, expositores e estudantes para discutir, tendo como tema central *Tecnologias Limpas e Ecoeficiência*.

A discussão é pertinente. Embora nos últimos anos tenha conquistado posição de destaque quanto à implantação dos conceitos de sustentabilidade e à minimização de seus impactos ambientais, o setor vivencia um comprometimento contínuo com incrementos tecnológicos e



Por Caroline Martin
Especial para O Papel





modelos de gestão que levam a um processo fabril cada vez mais limpo e eficiente. “Sempre existirão oportunidades para novas tecnologias e procedimentos capazes de tornar a produção de celulose e papel mais ecoeficiente e com nível de sustentabilidade mais adequado”, lembrou Celso Foelkel, escritor da Grau Celsius e presidente do Congresso.

José Luciano Penido, presidente do Conselho Deliberativo da Associação Brasileira de Celulose e Papel (Bracelpa), reforçou que a indústria de produtos de base florestal plantada tem importância fundamental para um futuro sustentável. “Em 2050, seremos mais de 9 bilhões de pessoas. Para que vivamos bem, dentro dos limites do planeta, o grupo de empresas florestais do Conselho Mundial de Desenvolvimento Sustentável estima que, até lá, deveremos ter um adicional de 400 milhões de hectares de plantações florestais. Assim, teremos o fornecimento sustentável da biomassa de que precisaremos, preservando as florestas nativas.”

A meta de longo prazo possibilitaria ao planeta voltar a ter 30% de sua área coberta por florestas e plantações florestais, tão importantes para a preservação da biodiversidade e da água. A soma de 400 milhões de hectares de florestas plantadas também atuaria no sequestro de carbono, estratégia fundamental para lidar com as mudanças climáticas vistas atualmente, capazes de afetar a vida das próximas gerações.

Contribuinte de peso na conquista desse grande objetivo ambiental, a indústria de celulose e papel tende a ampliar sua participação na sociedade. Penido destacou que o portfólio do setor tem, de longe, a melhor pegada ecológica: “Nossos produtos são renováveis; podem ser reciclados de oito a dez vezes em diferentes aplicações”.

Além disso, já assistimos a uma fase de transição significativa, que culminará no renascimento desta indústria. Os estudos e descobertas referentes à nanotecnologia e à biotecnologia apontam caminhos promissores para uma vida moderna sustentável. “Em poucos anos, serão comuns os biocombustíveis celulósicos, os novos materiais e produtos à base de carbono, diversos nanoproductos de celulose e uma enormidade de novas aplicações”, prospectou Penido.

Neste contexto de transformações tão importantes, a ABTCP se posiciona como entidade setorial técnica capaz de promover relacionamentos que estimulam a geração de conhecimento e o compartilhamento de informações sobre as rotas que a indústria de celulose e papel tem tomado rumo ao crescimento sustentável. “Caminhamos de forma consistente em direção a um



ABTCP/UNIFERME BALCONI

Miranda desvendou que, mesmo sem um quarto estágio, não houve diferença entre branqueamentos finais quanto à estabilidade de alvura para polpa tratada com estágio de dioxidação a quente no primeiro estágio

alinhamento ainda maior com a nossa missão de promover o desenvolvimento tecnológico e a capacitação técnica produtiva do setor”, pontuou Darcio Berni, diretor executivo da entidade.

O empenho da ABTCP em realizar o encontro anual para promover debates e fazer reflexões sobre o futuro desta indústria é o mesmo daqueles que formam e representam o setor. Espalhados por toda a cadeia produtiva, esses profissionais se dedicam não apenas ao dia a dia operacional, mas também à produção de artigos técnicos valiosos ao setor. Neste ano, uma média de 100 trabalhos foi inscrita no Congresso. Entre os participantes, os dez autores que receberam as melhores pontuações do Comitê Científico da ABTCP em suas pesquisas apresentam as respostas que obtiveram em seus estudos e divulgaram os detalhes aos congressistas. Confira a seguir os destaques desses conteúdos e os resumos técnicos publicados logo após esta reportagem.

Olhares atentos sobre a produção de celulose

Maurício Miranda Pereira, gerente de Engenharia de Projetos da Fibria, deu enfoque à avaliação técnico-econômica do branqueamento pelas sequências D(EPO) e A/D(EPO)DP. O tema do trabalho desenvolvido como monografia do Curso de Especialização em Tecnologia de Fabricação de Celulose e Papel junto à Universidade Federal de Viçosa (UFV) foi escolhido com a finalidade de obter uma avaliação mais precisa das soluções de branqueamento em três e quatro estágios, pela necessi-



dade de optar por uma alternativa sempre que se planeja um novo investimento de expansão ou modernização.

O autor revela que, para os parâmetros técnicos, o estudo foi realizado a partir da análise dos resultados obtidos nos testes de desempenho dos dois últimos projetos realizados na Fibria. Para a análise econômica, por tratar-se de plantas com capacidades diferentes, foram desenvolvidos modelos de parâmetros para plantas com capacidade anual de 1 milhão de toneladas, a fim de se chegar a uma comparação equivalente. "Foram considerados 15 anos de operação das plantas. Como utilizamos informações constantes nos relatórios de testes de desempenho e nos valores finais gastos com os investimentos e custos de insumos atualizados, procedemos com as adequações dos custos para a mesma produção, apresentando os valores de custo e consumo específicos por tonelada de produção", detalhou Miranda.

Os principais resultados encontrados mostraram que as soluções de três ou quatro estágios podem atingir, após reversão de alvura, padrões de classificação de celulose ECF standard (88,5% ISO), atendendo, assim, às especificações técnicas para a celulose de mercado. "O investimento inicial para o branqueamento em três estágios é menor, justamente devido ao menor número de equipamentos e sistemas envolvidos. Por outro lado, os custos com a operação são mais altos, em especial com os químicos, cujo consumo é maior", concluiu o autor.

Outro conceito desvendado pelo gerente de Engenharia de Projetos da Fibria: mesmo sem um quarto estágio, normalmente de peróxido de hidrogênio (P), não houve diferença entre branqueamentos finais quanto à estabilidade de alvura para polpa tratada com estágio de dióxido de cloro a quente no primeiro estágio, o que comprova a compensação no resultado final da qualidade da polpa.

Miranda ressaltou que, embora o trabalho apresente valores comprovados em escala industrial, os resultados têm valor indicativo, já que as análises comparativas foram feitas com polpas advindas de processos distintos, tanto da matéria-prima (madeira de fontes geograficamente distintas) quanto do próprio processo de polpação. "É relevante revisitar os pontos comparativos para tomar a melhor decisão quanto a um novo investimento, seja de expansão, seja de modernização", ponderou ele aos interessados no uso prático do estudo.

Pia Jour, pesquisadora da AkzoNobel Pulp and Performance Chemicals AB, também enriqueceu as sessões técnicas do ABTCP 2013 com esclarecimentos no âmbito da fabricação de celulose. Ao falar sobre as intenções que culminaram no desenvolvimento do trabalho de investigação sobre o uso de produtos químicos de branqueamento, ela ressaltou que a AkzoNobel é uma empresa com elevadas ambições de sustentabilidade. "Trabalhamos continuamente no aprimoramento do desempenho da sustentabilidade dos nossos produtos com a perspectiva do ciclo de vida."

O estudo foi realizado em regime de cooperação entre especialistas em branqueamento de celulose e análise de sistemas ambientais da empresa. "O método utilizado foi o de análise de sistemas, Avaliação de Ciclos de Vida (LCA, na sigla em inglês), realizado de acordo com as normas ISO 14040 (2006) e 14044 (2006) e, na medida do possível, em conformidade com as exigências da norma ISO sobre a pegada de carbono de produtos que se encontram atualmente em preparação (ISO/DIS 14067.2)", detalhou a pesquisadora, informando que a decisão de focar no efeito ambiental da mudança climática, medido na forma de pegada de carbono, não limitou a inclusão de outros tipos de efeitos ambientais no estudo.

A LCA, que levou cerca de um ano para ser concluída, contou inclusive com um processo de revisão crítica pelo Centro de Pesquisas Técnicas da Finlândia (VTT). Sobre os principais resultados, Pia informou que as sequências de branqueamento alternativas foram comparadas para dois cenários diferentes: o primeiro diz respeito à Ilha Química (conceito da AkzoNobel),

ABTCP/GUILHERME BALCONI



"A fim de criar sistemas de produção ainda mais sustentáveis, é necessário haver cooperação entre os diferentes atores – incluindo fornecedores e clientes – na cadeia de valores", incentivou Pia



refletindo condições brasileiras; o segundo refere-se ao Ecoinvent, representando dados genéricos de LCA para produtos químicos de branqueamento. "Foram estudadas três sequências distintas de branqueamento ECF (livres de cloro elementar). Uma delas contou com inclusão de ozônio", relatou ela.

Ainda segundo a pesquisadora, a principal diferença entre os dois cenários investigados está na magnitude da contribuição da pegada de carbono a partir do branqueamento. "Para o cenário da Ilha Química, a contribuição é de 15%-17% da pegada de carbono total, enquanto no caso do cenário do Ecoinvent a proporção correspondente é de 34%-41%. As sequências de branqueamento alternativas estudadas mostraram muita semelhança nas pegadas de carbono da celulose branqueada."

Pia frisou que, pela grande extensão em pegadas de carbono dos produtos químicos usados para o branqueamento da celulose, é crucial selecionar conjuntos de dados que sejam relevantes em termos de geografia e tecnologia. "Os contribuintes mais dominantes para a pegada de carbono da celulose não branqueada são a silvicultura e a produção de celulose", destacou.

Como conclusão, a pesquisadora evidenciou que a avaliação do impacto ambiental dos produtos da indústria de celulose e papel gera conhecimento sobre a magnitude das contribuições feitas pelas diferentes partes da cadeia de valores, sendo útil como base para aprimoramentos adicionais da pegada ambiental. Ela ressalta, contudo, que a disponibilidade de pegadas ambientais de produtos relevantes para diferentes regiões e tecnologias constitui um pré-requisito para a utilização da LCA na tomada de decisões. "A fim de criar sistemas de produção ainda mais sustentáveis, é necessário haver cooperação entre os diferentes atores – incluindo fornecedores e clientes – na cadeia de valores", diz Pia, incentivando o trabalho em conjunto.

O autor do trabalho técnico mais bem avaliado desta edição do Congresso, Lucas Recla Lombardi, da área de Desenvolvimento de Processos da Klabin, dedicou-se a avaliar o branqueamento ECF da polpa de *Acacia mangium* oriunda de plantio misto com eucalipto. "A ideia surgiu no início do meu mestrado, na Universidade Federal de Viçosa (UFV), quando foi levantada a possibilidade de estudar um material diferente, saindo um pouco da rotina de análises da madeira de eucalipto", justificou.

A etapa de branqueamento foi escolhida por tratar-se de um ponto crítico do processo produtivo, relacionando



Lombardi frisou que os estudos de fontes alternativas ao eucalipto usado na indústria de celulose e papel devem ser vistos como oportunidades para diferenciação do produto final

custos e qualidade do produto final. "O plantio misto surgiu como uma opção para analisar até que níveis é possível substituir eucalipto por acácia nos plantios de árvores", comentou ele sobre a iniciativa.

Na prática, a conclusão do estudo – desenvolvido na UFV e na unidade de Monte Alegre da Klabin – levou dois anos. A partir de cavacos de acácia, foram realizadas as etapas laboratoriais de polpação, depuração, lavagem, deslignificação com oxigênio, branqueamento, refino e testes físicos da polpa branqueada.

Os resultados mostraram que a madeira de *Acacia mangium* tem características satisfatórias para suprir a demanda de madeira em uma fábrica de celulose e papel. Lombardi destacou que tal espécie é largamente utilizada na Indonésia para a produção de polpa e papel. "Notoriamente a madeira de eucalipto diferencia-se da obtida da acácia; contudo, no branqueamento químico ECF, o desempenho das polpas de acácia foi similar ao verificado com o eucalipto", avaliou.

Para o autor, os estudos de fontes alternativas ao eucalipto usado na indústria de celulose e papel devem ser vistos como oportunidades para diferenciação do produto final, em razão das diferentes características das fibras da acácia. "Além disso, o estudo mostrou que é possível o plantio em consórcio de duas espécies florestais potencialmente utilizáveis na indústria, o que pode contribuir para a redução das pressões político-ambientais da monocultura do eucalipto, fato observado em alguns Estados



Bloembergen investigou os efeitos dos ligantes biolátex na retenção dinâmica de água, a fim de aprimorar a compreensão sobre desempenho e operabilidade da máquina revestidora

ABTCP/GUILHERME BALCONI



brasileiros que detêm grande área florestal voltada para a indústria de celulose e papel.”

Processo fabril de papel comporta inúmeras melhorias

As etapas da fabricação de papel também receberam atenção dos pesquisadores do setor. Steven Bloembergen, vice-presidente de Tecnologia da EcoSynthetix, por exemplo, investigou os efeitos dos ligantes biolátex na retenção dinâmica de água. O trabalho dá continuidade às descobertas apresentadas pelos autores no Paper-Con2012, ocasião em que demonstraram interessantes propriedades reológicas de dispersões de aglutinantes de biolátex e suas tintas de revestimento em relação aos amidos de revestimento convencionais e aglutinantes de látex SB.

Segundo o autor, o trabalho anterior indicou que o desempenho reológico do aglutinante de biolátex é significativamente diferente do de amidos de revestimento cozidos convencionais e formulações com teor de látex totalmente sintético. O estudo, então, visava investigar a retenção dinâmica de água e as propriedades de deslizamento de paredes dos mesmos materiais, a fim de aprimorar a compreensão sobre o desempenho e a operabilidade da máquina revestidora.

Assegurar a reologia e a retenção de água corretas de tintas de revestimento é importante, à medida que as velocidades da máquina revestidora aumentam e se

buscam bons níveis em operabilidade, produtividade e qualidade do produto final. O autor destacou, ainda, que comumente os problemas de qualidade e operabilidade se originam a partir da interação entre o papel base e a fase água da tinta de revestimento. A falta de controle dessa interação pode levar a uma migração excessiva da tinta de revestimento para o papel base, resultando em baixa operabilidade da máquina, instabilidade nos sistemas e não-uniformidade na camada de revestimento.

Nas avaliações, um viscosímetro ACA de cisalhamento ultraelevado (ACAV) foi usado para proporcionar uma compreensão adicional das propriedades de deslizamento das paredes de tintas de revestimento com taxas de cisalhamento, relevantes para processos de revestimento de papéis em escala industrial. Os resultados desses estudos, em combinação com os já obtidos em estudos reológicos apresentados anteriormente, ajudam a explicar algumas das diferenças fundamentais desses sistemas de aglutinantes.

Vitor Nascimento, gerente de Contas Especiais da Cargill, por sua vez, apresentou um trabalho a respeito da substituição de ligante base petróleo por biopolímero ligante proveniente de fonte natural renovável na formulação de tinta cuchê. “A iniciativa surgiu da oportunidade de expor uma tecnologia inovadora, indo ao encontro do tema central do Congresso ABTCP”, contou.

Ainda de acordo com o autor, o estudo teve início há cerca de um ano, a partir do compartilhamento de informações entre a Cargill Brasil e a Cargill Europa. A primeira etapa consistiu em visitas técnicas e acompanhamento de aplicações no Centro Técnico da Cargill na Alemanha. O segundo passo foi a definição do produto mais adequado à realidade local, visando à máxima performance da aplicação em testes laboratoriais e indústrias selecionadas.

Entre os resultados apurados, Nascimento destacou uma economia de até 40% do látex sintético (base petróleo) utilizado na formulação cuchê, além de redução de até 50% de espessante sintético ou natural e ainda incremento na propriedade de retenção de água (desejável em alguns processos). “Há de se considerar ainda a maior satisfação e engajamento do cliente por contribuir com a sustentabilidade. O aumento de sólidos da tinta cuchê sem prejuízo para a qualidade do revestimento é uma alternativa sustentável para o segmento”, completou o gerente.

Na visão dele, o principal desafio envolvido na aplicação prática da descoberta está vinculado à quebra de paradigma do setor papelero em relação à utilização de



ligante base natural. “No passado, iniciativas similares proporcionavam redução de custo, mas não garantiam manutenção ou ganhos de qualidade e andamento de máquina. A tecnologia atual, entretanto, comprovou redução de custo e também garantiu excelentes resultados de qualidade e andamento de máquina”, afirmou ele, incentivando a adoção do substituto.

Marco Polverari, pesquisador da Kemira, dedicou sua atenção ao desenvolvimento de um polímero altamente estruturado, a fim de atender às demandas dos clientes e do mercado como um todo. O estudo levou dois anos para ser finalizado, período que envolveu desde o surgimento da ideia até a comercialização. “Foi uma colaboração estreita entre o departamento de P&D de Polímeros da Kemira e os clientes”, revelou Polverari, afirmando que a alternativa final encontrada é a melhor em termos de tecnologia de classe disponível para papeleiros. “Trata-se da mais avançada tecnologia de micropolímeros disponível para a indústria.”

A justificativa está na maior eficiência mecânica e nas propriedades aprimoradas da folha. “Os novos micropolímeros não somente aprimoram a formação, mas também aumentam a resistência da folha, permitindo a fabricação com gramatura mais baixa”, detalhou Polverari. “Há uma premente necessidade dessa característica em papéis de escrever e imprimir, para que haja maior retenção de cinza, bem como maior rigidez no papelão/cartão”, completou. A fabricação, no entanto, ainda constitui um desafio. “Enquanto a tecnologia era novidade para nós, levamos algum tempo para desenvolver a perícia necessária.”

A pesquisadora Márcia Barreto Cardoso, do Laboratório de Papel e Celulose do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), voltou-se à outra ponta da cadeia produtiva de papel, buscando entender a influência da homogeneidade das aparas na reciclagem do papel.

Segundo ela, as atuais pressões ambientais têm colocado em destaque a reciclagem de materiais. No caso do papel, especificamente, essas pressões levam à expectativa de aumento das taxas de recuperação de fibras de produtos usados de papel e de obtenção de fibras recicladas de melhor qualidade. Vale lembrar que o uso de aparas de produtos de mesmo tipo permite a aplicação de tecnologia de reciclagem desenhada para o perfil do material e a obtenção de fibras de melhor qualidade e menos contaminadas.

Partindo desse contexto, o estudo proposto pela pesquisadora do IPT teve como objetivo verificar o comportamento em relação à reciclagem de amostras de

aparas de livros didáticos. Estima-se que no Brasil sejam descartadas anualmente cerca de 150 mil toneladas de papel proveniente de livros didáticos procedentes da rede pública de ensino.

Para realizar o trabalho, foram preparadas duas amostras: uma constituída apenas por aparas do miolo dos livros (Amostra A) e outra por aparas do miolo e das capas, na proporção normalmente encontrada nos livros (Amostra B). As duas foram submetidas a dois tratamentos distintos: desagregação em água e polpação seguida de destintamento por flotação. Com relação aos processos de reciclagem, a autora explicou que, pela desagregação com água, obtêm papéis com alto teor de sujidade, o que limita sua aplicação a produtos que não exigem requisitos de aparência. Por outro lado, a polpação seguida de destintamento, no caso de aparas somente do miolo do livro, gera pastas com pouca sujidade e alvura equivalente à média encontrada nos papéis desses livros, os quais são manufaturados com fibras virgens branqueadas.

Outra observação feita pela autora: a reciclagem realizada por operações de polpação e destintamento por flotação, nas condições usadas no estudo, não tem influência significativa sobre as propriedades de resistência do papel, apesar de o processo de flotação levar a uma certa melhora nessas propriedades, devido à eliminação de parte dos finos presentes na pasta celulósica.

Os resultados permitiram concluir que os livros apresentam características semelhantes que levam à obtenção de aparas homogêneas e, assim, facilitam os processos de reciclagem. Há, porém, necessidade de uma logística para viabilizar seu uso como nicho



ABTCP/GUILHERME BALCONI

Entre os resultados de seu trabalho, Nascimento destacou uma economia de até 40% do látex sintético (base petróleo) utilizado na formulação de cunhês, além de uma redução de até 50% de espessante sintético ou natural



“Os novos micropolímeros não somente aprimoram a formação, mas também aumentam a resistência da folha, permitindo a fabricação com gramatura mais baixa”, detalhou Polverari



de aparas, uma vez que o descarte de livros didáticos é pulverizado e concentra-se praticamente em determinada época do ano.

Patrícia Kaji Yasumura, também pesquisadora do Laboratório de Papel e Celulose do IPT, estudou a evolução da qualidade de papel higiênico e papel toalha no Brasil. O trabalho apresentado no ABTCP 2013 é, na verdade, uma continuação de uma primeira versão publicada nos Anais do VI Ciadicy – Congresso Iberoamericano de Investigação em Celulose e Papel. “O primeiro trabalho teve como objetivo avaliar o impacto da introdução da série de normas de classificação de papéis para fins sanitários ABNT NBR 15464, adotada pelo Brasil em 2007”, justificou, ressaltando que tais normas representaram um avanço principalmente nas licitações públicas e privadas, carentes de critérios técnicos para a resolução de conflitos de interesses.

A continuação do trabalho visava verificar a evolução da qualidade de papéis para fins sanitários no período de 2009 a 2013, após o impacto inicial da introdução da norma. Na prática, o estudo foi baseado nos resultados gerais de todas as análises de classificação de papéis para fins sanitários que o Laboratório de Papel e Celulose do IPT realizou no período considerado. “Os procedimentos seguidos foram aqueles descritos na série de normas ABNT NBR 15464 – Partes 1 a 15. De maneira geral, as classificações são baseadas na somatória da pontuação obtida nos ensaios de aparência (alvura, pintas e furos), resistência (à tração a seco e/ou a úmido) e absorção (capacidade e tempo de absorção)”, descreveu a pesquisadora.

Como resultados, Patrícia observou melhora nos parâmetros de resistência à tração a seco e a úmido, quantidade de pintas e furos e tempo de absorção de água. “O parâmetro alvura, no entanto, manteve-se próximo a 88% no padrão ISO. Essa estabilidade da alvura pode ser explicada pelo limite imposto pela norma. A maior pontuação é dada para o papel com mais de 80% de alvura (para papel higiênico) e 85% (para papel toalha). Uma vez que o custo de agentes de branqueamento é elevado, a alvura do papel é, portanto, mantida tão próximo quanto possível ao limite, e não são observados aumentos significativos”, pontuou.

Ainda de acordo com ela, uma diferença ocorre quando se considera a alvura de papéis higiênicos em rolo para uso doméstico. Nesse caso, a alvura apresentada é maior do que a dos produtos institucionais, pois a venda é direta ao consumidor, fator que estabelece a qualidade dos produtos.

Outra diferença observada entre os papéis para uso doméstico e institucional refere-se ao valor médio de índice de maciez, maior no caso do papel para uso doméstico. “Na norma, o índice de maciez é obtido dividindo-se a resistência à tração a seco ponderada pela gramatura. O papel higiênico institucional deve ter uma resistência a tração de pelo menos 120 N/m, enquanto para o papel higiênico de uso doméstico, o limite é de 90 N/m. Com base no cálculo de maciez e no limite de resistência à tração estabelecidos pela norma, o papel higiênico institucional terá, então, menor maciez.”

A autora do trabalho acredita que a exigência dos consumidores brasileiros por qualidade tem impulsionado uma melhoria significativa nos papéis para fins sanitários. O uso da ABNT 15464 NBR também influencia a qualidade do papel para fins sanitários disponível no mercado e estabelece os limites dos valores para os parâmetros considerados na norma. “Devido à importância da norma e à dinâmica das exigências de qualidade, os limites estabelecidos devem ser frequentemente revisados”, sublinhou. “As revisões devem considerar a importância de cada parâmetro escolhido para cada tipo de papel, a limitação técnica para o melhoramento de cada propriedade e o desenvolvimento de novos métodos de ensaio e equipamentos”, concluiu.

O segmento de tissue também foi abordado por Mário Eduardo Correr, engenheiro mecânico da SKF Reliability Systems. A partir da necessidade da Santher em entender a causa do aumento dos níveis de vibração no sistema em operação na velocidade de 1.300 metros de papel por minuto, surgiu a iniciativa de fazer uma aná-



ARQUIVO PESSOAL

lise dinâmica do cilindro Yankee da Máquina de Papel 3 (MP3) da empresa. “A técnica de análise dinâmica permite entender o comportamento vibratório do sistema e identificar a causa raiz dos elevados níveis de vibração presentes no sistema”, explicou.

Para a realização do estudo, cuja conclusão levou aproximadamente dois meses, foram feitas medições de vibração no acionamento e mancais do Yankee. Segundo Correr, essas medições serviram para determinar as frequências com maior nível de vibração. A partir disso, foi utilizada a técnica convencional de análise de vibrações para identificar não apenas as frequências, mas também as amplitudes e as características da vibração presente no acionamento e mancais do Yankee.

O engenheiro mecânico da SKF detalhou ainda que foi construído um modelo 3D do sistema analisado. Esse modelo foi utilizado nas análises posteriores do estudo. Outra técnica usada foi a Operating Deflection Shape (ODS), para visualizar as deflexões do sistema na condição de operação. “Além dessas análises das medições de vibração realizadas em campo, procedeu-se à simulação numérica para identificar as frequências naturais do sistema”, completou Correr.

A partir da união das três técnicas, foi possível identificar a causa raiz do problema, que estava ligado à ressonância do sistema. “Ressonância é um fenômeno que ocorre quando a frequência de operação coincide com a frequência natural do sistema. É um fenômeno indesejável por causar elevados níveis de vibração e falhas no sistema.”

O autor contou que, uma vez identificada a causa raiz do problema, foi possível propor melhorias para o sistema. “Não houve dificuldade para implantar a solução proposta, o que possibilitou à Santher ganhos significativos, com aumento da produção e redução dos custos de manutenção”, disse ele sobre o resultado final. Correr frisou, ainda, que a utilização dessa técnica, que dispensa a parada da máquina, permite identificar de forma efetiva a causa de falhas presentes na indústria de celulose e papel e propor melhorias que garantem aumento da produtividade, sem necessidade de limitação de velocidade da máquina devido ao problema encontrado.

O trabalho realizado por Leonardo Souza de Caux, do Departamento de Meio Ambiente e Qualidade da Celulose Nipo-Brasileira S.A. (Cenibra), deu enfoque à etapa de tratamento de efluentes. “A Cenibra é uma fábrica de celulose kraft branqueada de eucalipto com capacidade anual de 1,2 milhão de toneladas

localizada no Estado de Minas Gerais, na Bacia Hidrográfica do Rio Doce. Após tratamento, o monitoramento acontece por amostragens laboratoriais e acompanhamento em instrumentos on-line”, contextualizou. “Apesar de atender à legislação, a estratégia é reativa quanto à instabilidade inerente ao processo de produção de celulose. Dessa forma, visualizamos que modelos preditivos poderiam auxiliar na antecipação de tais ocorrências, facilitando a tomada de decisão e a intervenção no processo”, completou o pesquisador sobre a iniciativa de recorrer à Rede Neural Artificial (RNA) para predição da qualidade do efluente tratado de uma fábrica de celulose kraft.

Ele informou que muitos modelos estatísticos de previsão são utilizados na otimização de processos, entre os quais séries temporais e modelos de regressão. Nesse contexto, a RNA surge como alternativa ao procedimento estatístico, em que são exigidas relações lineares e não lineares complexas entre as variáveis de entrada e saída. “A necessidade de um acompanhamento mais rigoroso das descargas de efluentes em função da manutenção da qualidade da água e da redução de custos relacionados às leis de cobrança pelo uso e descartes da água e efluentes faz da RNA uma alternativa interessan-

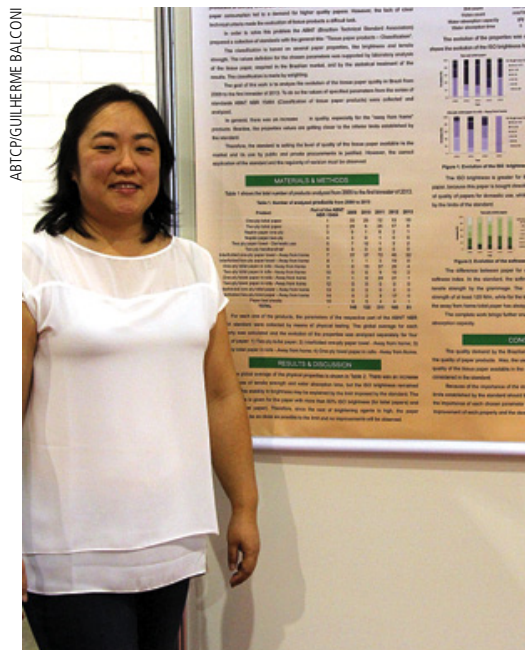


Caux apostou na rede neural artificial (RNA) para predição da qualidade do efluente tratado de uma fábrica de celulose kraft, identificando alternativas para a etapa de tratamento



ABTCP/GUILHERME BALCONI

Márcia: pressões ambientais levam à expectativa de aumento das taxas de recuperação de fibras de produtos usados de papel e de obtenção de fibras recicladas de melhor qualidade



ABTCP/GUILHERME BALCONI

Patricia verificou a evolução da qualidade de papéis para fins sanitários no período de 2009 a 2013, após o impacto inicial da introdução da norma ABNT NBR 15464

te”, justificou, frisando que ainda é possível estender as variáveis de entrada da rede a pontos de origem dos efluentes, tornando possível o diagnóstico mais preciso das causas de anomalias.

Para realizar o estudo, Caux relatou que foram definidas as variáveis de entrada da estação, a fim de prever a Demanda Química de Oxigênio (DQO), sólidos e temperatura de saída do efluente. “Os dados históricos de entrada e saída da estação de tratamento foram obtidos

nos sistemas corporativos da empresa (ERP e Pims) e tratados estatisticamente para poder compor uma matriz a ser modelada na RNA. Após o modelamento, os dados foram validados.”

Detalhando os resultados obtidos, o autor comentou que os modelos apresentaram eficiência para predição dos dados com uma antecipação de 20 horas, permitindo um conforto operacional em relação a anomalias, além de uma garantia de sustentabilidade dos parâmetros legislaíveis e visualização mais clara dos problemas. “O trabalho pode representar o início de uma forma de integração da fábrica desde suas etapas iniciais até o descarte dos efluentes”, enfatizou.

Ainda de acordo com Caux, uma continuação do trabalho pode voltar seu foco a RNAs para explicar variáveis de entrada da estação em função das alterações do processo e talvez até qualidade da madeira. “Os mesmos conceitos podem ser aplicados para integração da linha de fibras e ciclo de recuperação, criando uma grande rede de *data mining*”, exemplificou. Ele reconheceu, contudo, que há um desafio central envolvido: elevar o nível de automação da estação para que os resultados da RNA possam ser utilizados em todo o seu potencial. ■

Nota: *Leia a seguir nesta edição os resumos dos dez artigos técnicos mais bem avaliados pelo Comitê Científico do ABTCP 2013 e confira nesta publicação quem são os demais autores que participaram das pesquisas.

