



Por Caroline Martin
Especial para *O Papel*
Fotos: ABTCP/Fausto Takao



ABTCP 2017 INTENSIFICA REFLEXÕES SOBRE O FUTURO DA INDÚSTRIA DE BASE FLORESTAL

Autoridades públicas, líderes do setor e pesquisadores lançam olhar atento às tendências que devem se consolidar e transformar o modelo de negócios praticado hoje

Sob o enfoque central “Indústria do futuro: novos caminhos, novos processos e inovações tecnológicas”, o ABTCP 2017 – 50.º Congresso Internacional de Celulose e Papel elucidou as diferentes tendências que devem pautar a competitividade do setor nas próximas décadas. O maior encontro latino-americano da indústria de celulose e papel, promovido anualmente pela Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel (ABTCP) em parceria com entidades congêneres, reuniu autoridades, pesquisadores, diretores, gerentes e CEOs no Hotel Unique, em São Paulo-SP, entre os dias 23 e 25 de outubro último.

Na solenidade de abertura, Darcio Berni, diretor executivo da ABTCP, enfatizou aos presentes a relevância do evento promovido neste ano. “Além da qualidade dos trabalhos apresentados no nosso Congresso Técnico, estamos comemorando os 50 anos da ABTCP. Queremos homenagear as 13 empresas fundadoras da Associação que ajudaram a trazê-la até aqui, como um importante braço técnico do setor. Nem mesmo os mais entusiastas imaginavam o posicionamento que a indústria brasileira ocuparia hoje no cenário global. Temos

orgulho de contribuir com essa trajetória”, disse, referindo-se às comemorações do Jubileu de Ouro da ABTCP e ao trabalho realizado ao longo de todos esses anos em prol do fortalecimento da indústria de base florestal. Berni ainda ressaltou o potencial da ABTCP para se tornar uma entidade centenária. “Para isso, os trabalhos seguirão dedicados ao principal ativo do setor: pessoas”, destacou.

Celso Foelkel, presidente do Congresso 2017 e um dos primeiros associados da entidade, falou sobre o orgulho que sente ao pensar que ajudou a construir essa trajetória de sucesso. Vislumbrando os próximos passos em direção a um futuro ainda incerto, ele desejou que esse seja apenas o início de uma nova etapa para a ABTCP. “Precisamos manter aquela ânsia de aprendizado que tínhamos na época da fundação da ABTCP. Para nos prepararmos para os próximos 50 anos e proporcionarmos o crescimento do setor e do País, precisamos dar o nosso melhor, individual e coletivamente”, pontuou.

O presidente do Congresso 2017 ainda agradeceu aos palestrantes e todos os organizadores e apoiadores do evento. “As sessões técni-

cas e temáticas, os pôsteres distribuídos e os Painéis de Discussão promovidos durante o evento trazem os resultados de trabalhos importantes, feitos por uma grande gama de autores e pesquisadores. Vemos, inclusive, a chegada de novos profissionais ao setor. Todos são bem-vindos e essenciais para a consolidação de nossa indústria”, frisou, pouco antes de homenagear Elisa Pizzaiola Goltz, estudante da Universidade Federal do Paraná, que subiu ao palco do evento para receber o reconhecimento pelo melhor trabalho apresentado na categoria Estudante do ABTCP 2017.

Fazendo um balanço do ano e do comportamento da indústria de base florestal, Elizabeth de Carvalhaes, presidente executiva da Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ), falou sobre o cenário econômico conturbado no qual a indústria está inserida desde 2015. A celulose, segundo ela, tem reagido bem, já que a demanda global está em alta diante da atual oferta. Os segmentos de papel e de painéis de madeira, contudo, fazem um grande esforço para evitar perdas e manter resultados estáveis. “Não cair tanto não pode ser meta para 2018”, alertou Elizabeth, adiantando que novas estratégias deverão ser colocadas em prática para superar os desafios.

O foco do trabalho realizado pela IBÁ atualmente tem sido criar modelos de negócios que posicionem embalagens e outros produtos advindos das florestas plantadas como concorrentes competitivos em outros segmentos. “Temos uma agenda voltada ao aumento da participação de nosso portfólio em mercados distintos. Precisamos ser os precursores do mercado de baixo carbono em um mundo que está trilhando novos caminhos. Quando o tema é bioeconomia, o que mais

se fala é *inovação* – e a madeira é a alternativa mais interessante aos combustíveis fósseis.”

Germano Vieira, presidente do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), discorreu sobre o trabalho que a entidade realiza em prol da manutenção da competitividade da indústria de base florestal brasileira. “A produtividade das florestas brasileiras é referência mundial, porém está estagnada há quatro anos. Atualmente, o IPEF reúne mais de 300 profissionais dedicados a pesquisas nas mais diversas áreas, para buscarmos avanços de forma contínua e sustentada”, contextualizou ele sobre os esforços em andamento.

A representatividade do setor à indústria nacional foi evidenciada por Fernando Von Zuben, secretário municipal do Verde e do Meio Ambiente de São Paulo. “Hoje, 5% das exportações nacionais são do setor de celulose e papel. A preservação da biodiversidade, comprovada pela atuação de empresas certificadas, é mais um ponto de destaque dessa indústria”, informou. A geração de energia renovável, a partir do uso de biomassa, foi citada por Von Zuben como mais um exemplo das práticas bem-sucedidas do setor.

Paulo Rabello de Castro, presidente do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), lembrou que o banco está comprometido com o fortalecimento do setor produtivo e comercial de celulose de fibra curta desde o início da trajetória, quando a fibra longa ainda era a opção mais convencional para a fabricação de papel. Somente nos últimos sete anos, informou Castro, o BNDES disponibilizou cerca de R\$ 24 bilhões aos grandes projetos desenvolvidos pelo setor. “Certamente, o BNDES quer estar presente na próxima



Com intermédio de Leonardi, Teixeira, Castelli, Davoli e Schalka fizeram reflexões importantes sobre o futuro do setor e falaram sobre as estratégias que colocam em prática atualmente para enfrentar os desafios competitivos do futuro



etapa da indústria de celulose e papel”, prospectou. Antes disso, contudo, ele salientou a necessidade de aproveitar o momento atual para refletir sobre as polêmicas vividas pelo País e apostar em renovação para criar um novo sistema que possibilite a recuperação do crescimento econômico. “É hora de passar a limpo o que precisa ser feito”, enfatizou, defendendo também uma reestruturação tributária mais convidativa aos negócios.

Sobre as próximas contribuições do BNDES ao setor, Castro adiantou que as micro, pequenas e médias empresas tendem a ganhar espaço em comparação às grandes companhias. “O processo de eleger campeãs nacionais saiu de moda. Temos um portfólio mais pulverizado, o que é até natural”, afirmou sobre o contexto atual.

CEOs discutem futuro do setor e firmam compromisso para formação de um *cluster*

Convidados a participar do Painel de Discussão sobre os desdobramentos que marcarão a indústria de celulose e papel, CEOs de grandes companhias fizeram reflexões importantes sobre o futuro do setor. Questionados por Lairton Leonardi, moderador do debate e presidente do Conselho Diretor da ABTCP, sobre as perspectivas para as próximas décadas, Cristiano Teixeira, diretor-geral da Klabin; Marcelo Castelli, presidente da Fibria; Rodrigo Davoli, presidente da International Paper, e Walter Schalka, presidente da Suzano Papel e Celulose, falaram sobre as estratégias que colocam em prática atualmente para enfrentar os desafios competitivos que devem despontar no futuro.

Schalka deu início às respostas, enfatizando as conquistas das últimas décadas. “Como indústria, somos referência global. Figuramos como o único segmento industrial a captar carbono, só usamos florestas plantadas para fabricar nossos produtos, investimos nas comunidades de nosso entorno, geramos significativa quantidade de energia renovável e estamos pensando no futuro”, disse. Na visão dele, lignina, celulose *fluff*, nanotecnologia, biotecnologia e Tecnologia da Informação serão os pilares estratégicos dos próximos anos.

Já Castelli pontuou que, além de vocação, a indústria brasileira tem muita competência para se posicionar no topo do *ranking* da competitividade global. “Nosso modelo de negócios evoluiu para atender às necessidades da sociedade moderna. Hoje, estamos olhando a bioeconomia mais atentamente, o que deve trazer mais uma ruptura no modelo de negócios, já que a tendência é nos conectarmos a outras cadeias produtivas. Teremos de sonhar e inovar para chegar a essa realidade, mas já estamos bem posicionados para isso”, afirmou o presidente da Fibria.

Com olhar semelhante aos dos colegas, Davoli destacou um fator indispensável ao fortalecimento da competitividade futura: pessoas. “O capital humano também está passando por transformações. Precisamos investir em capacitação para que essa adaptação se concretize e para que possamos atuar de forma competitiva nos próximos 50 anos.”

Teixeira falou sobre a necessidade de contar com a tecnologia

como aliada para que o papel tenha seu potencial como produto biodegradável mais bem explorado e saia na frente de concorrentes sem vantagens ambientais. “O papel já está mostrando sua força, mas ainda precisamos enfrentar esse mar de plástico que vemos pela frente. Ainda contamos com plástico em muitas de nossas embalagens. Precisamos desenvolver barreiras capazes de substituí-lo por completo. Essas novas resinas virão das florestas”, vislumbrou.

A ausência de um *cluster*, para incitar o setor a trabalhar de forma conjunta no desenvolvimento de pesquisas que apontarão os caminhos estratégicos a serem seguidos nas próximas décadas, foi discutida pelos CEOs. Castelli reconheceu que falta uma visão setorial mais organizada e colocou a Fibria como incentivadora da criação de um grupo voltado ao propósito comum de fortalecer a competitividade da indústria brasileira em âmbito global. Schalka concordou sobre a necessidade de criação de valor de forma conjunta. “Acabou a era de ganhos individuais”, sublinhou. “Certamente, encontraremos enormes oportunidades nesse apoio conjunto à pesquisa”, afirmou Davoli. “Cabe a nós nos unirmos para garantir a competitividade de nossa indústria”, completou Teixeira, firmando o compromisso dos quatro grandes *players* de consolidar o almejado *cluster* por intermédio da ABTCP.

CONHEÇA OS DEZ TRABALHOS MAIS BEM PONTUADOS DO ABTCP 2017

Dedicados ao objetivo comum de contribuir com o desenvolvimento técnico do setor, profissionais das diferentes áreas que formam a indústria de base florestal apresentaram os trabalhos que realizaram recentemente e que apontaram resultados em prol do fortalecimento da competitividade. Confira os detalhes dos dez artigos técnicos com as melhores pontuações pelo Comitê Científico da ABTCP neste ano.

Celulose

Com o intuito de diminuir os custos operacionais e aumentar a competitividade dos fabricantes de celulose, Gabriel Morgan, gerente de Vendas para a América do Sul da BTG Américas, apresentou uma solução para otimizar plantas de branqueamento a partir de inovadoras tecnologias de medição. “A celulose, como *commodity*, força os produtores a ajustar seus controles e medições para garantir os menores custos produtivos”, disse, justificando a iniciativa que levou ao desenvolvimento do trabalho.

A partir de uma análise de dados operacionais, relatou Morgan, foram identificados possíveis ganhos baseados em economia de químicos com a aplicação de uma tecnologia diferenciada. “Dessa forma, podemos fazer negociações de forma arrojada, garantindo o os ganhos baseados em uma avaliação bastante aprofundada da realidade da planta de celulose em questão. Com a instalação de equipamentos e *software* de controle de processo operacional, fazemos ajustes finais até que os resultados esperados sejam alcançados, sem impactar de



Morgan apresentou uma solução para otimizar plantas de branqueamento a partir de tecnologias de medições inovadoras

forma negativa nenhum dos outros aspectos da planta”, detalhou.

Morgan ainda esclarece que o pacote instalado não se trata de uma caixa-preta. “O próprio cliente, com o devido treinamento, pode realizar eventuais alterações e ajustes no sistema de controle instalado.” Além disso, frisou o gerente de Vendas da BTG, todos os projetos avaliados mostram uma excelente taxa de retorno e curto prazo de *payback*. “Usualmente, esses projetos são levados para aprovação, instalação e retorno de investimento em médio prazo, com média de dois a cinco anos de encerramento do ciclo. Um dos diferenciais na nossa atuação, no entanto, está no fato de conseguirmos reduzir esse prazo, que passa a ser de um a três anos, contados a partir do primeiro contato e avaliação de dados.”

Como principais resultados práticos alcançados, Morgan citou o impacto positivo no consumo de químicos e a diminuição significativa na variabilidade do processo em si, o que também contribui para os ganhos financeiros na planta de celulose. “Diminuindo a variabilidade na alvura final de determinado cliente, conseguimos reduzir o objetivo final de alvura, trazendo ganhos financeiros com o menor consumo de químicos no último estágio de branqueamento”, exemplificou. Os conceitos inovadores trazidos são, basicamente, a melhor forma de gerenciar a lignina durante todo o processo de branqueamento com um sistema de modelagem para controle preditivo alimentado por medições constantes diretamente no processo produtivo da lignina da fibra (*kappa*) e da lignina dissolvida (*carryover*). “Conseguimos reduzir de forma significativa o consumo de químicos na planta de celulose: de 5% a 10%, dependendo das características operacionais de cada planta de celulose.”

Esse conceito de controle conversa diretamente com a inteligência por trás dos sistemas operacionais, deixando a planta pronta para o próximo passo rumo à Indústria 4.0, adicionou o palestrante. “Precisamos romper alguns paradigmas produtivos e acreditamos que estamos no caminho certo, mostrando as soluções e os resultados alcançados. A BTG acredita que essa tecnologia será imprescindível para alcançarmos



Batista abordou a influência das condições de cozimento na branqueabilidade da polpa marrom

o nível de Indústria 4.0 com o conceito de Big Data implementado no mundo da tecnologia em que vivemos atualmente”, concluiu, apontando os desafios a serem superados nos próximos anos.

Leonard de Almeida Batista, especialista de Produção Industrial do Departamento de Produção de Celulose da Fibria, abordou a influência das condições de cozimento na branqueabilidade da polpa marrom. “A iniciativa surgiu de um estudo em que procuramos avaliar possíveis oportunidades dentro de nosso processo produtivo que ainda não tinham sido avaliadas devido à grande complexidade do assunto”, contextualizou. “Conseguimos identificar uma oportunidade com potencial muito interessante de retorno e, então, aprofundamos o assunto”, adicionou sobre a fase inicial do trabalho.

De acordo com Batista, uma das alternativas utilizadas pelo mercado para a redução do consumo de químicos tem sido a atualização de equipamentos e tecnologias ao longo do processo produtivo, aposta eficiente em grande parte dos parques industriais. O trabalho, no entanto, buscou explorar o potencial dos equipamentos já existentes em uma fábrica de celulose por meio de mudança e evolução de parâmetros operacionais já consolidados. Sem novos investimentos ou grandes alterações nos equipamentos da linha produtiva, alterações do regime hidráulico do digestor foram feitas com o intuito de reduzir o consumo de químicos no processo de branqueamento. Na prática, a pesquisa foi realizada por meio do balanço de massa entre diferentes zonas do digestor. “Após o diagnóstico, as mudanças foram realizadas de forma suave e gradual, já que tudo ocorreu em escala industrial, no dia a dia da fábrica, e precisávamos garantir a estabilidade de todo o processo”, contou Batista.

O principal resultado alcançado foi a redução do consumo de dióxido de cloro, principal agente químico no processo de branqueamento. “O conceito inovador foi a influência do regime hidráulico do digestor na branqueabilidade da celulose”, revelou o especialista de Produção Industrial da Fibria. Diante do resultado encontrado, Batista sublinhou que inúmeros conceitos podem ser colocados em prática pela indús-



Uma análise de distúrbios de compactação de cavacos de eucalipto em um digestor contínuo Compact Cooking G2 foi apresentada por Maria Emilia

tria. “A influência do regime hidráulico do digestor na branqueabilidade da celulose traz uma nova visão das diferentes influências do processo no consumo de químicos.”

Uma análise de distúrbios de compactação de cavacos de eucalipto em um digestor contínuo Compact Cooking G2 foi apresentada por Maria Emilia Drummond Blonski, consultora de Engenharia de Produção – Linha de Fibras da Suzano Papel e Celulose. Ela contou que a ideia de realizar o trabalho surgiu da necessidade prática de modelar um distúrbio que ocorre no digestor. “O tema foi escolhido pela possibilidade de uma contribuição técnica de âmbito global. O desequilíbrio na movimentação da coluna de cavacos causa grandes impactos na estabilidade do processo de cozimento e de toda a fábrica, visto que o equilíbrio entre o balanço de massa e a geração de sólidos para a matriz energética são diretamente dependentes da estabilidade no digestor”, esclareceu. Segundo ela, o objetivo do estudo era compreender melhor as ocorrências de retenção da coluna de cavacos, para facilitar o controle operacional do equipamento durante instabilidades e minimizar as perdas de produção e de qualidade do produto. “O trabalho buscou traduzir algo muito técnico e específico em uma aplicação de fácil entendimento nos controles operacionais do processo de cozimento”, enfatizou.

O estudo foi realizado a partir de uma abordagem de lógica *fuzzy*, que permite um perfeito alinhamento entre a experiência aplicada dos operadores e os modelos lógicos existentes. A combinação entre os episódios conhecidos de prisão da coluna de cavacos no digestor e as ferramentas lógicas permitem antecipar a identificação do fenômeno e desenvolver uma ferramenta de controle. Na prática, explicou Maria Emilia, isso significa analisar cada evento e verificar suas características comuns para, a partir dessas observações, compor uma variável que permita antecipar a identificação do distúrbio e a tomada de decisões, visando minimizar os impactos das variações do tempo de retenção na qualidade da polpa produzida e no ritmo de produção.

O principal resultado encontrado foi a identificação das variáveis

mais relevantes para reconhecer o problema de prisão de coluna em um digestor Compact Cooking G2. “A literatura propõe alguns modelos para outros tipos de digestores, mas a criação do modelo para essa tecnologia foi um conceito inovador. O modelo criado poderia também ser aplicado a outros processos de cozimento, visto que a prisão da coluna de cavacos ocorre em todos os tipos de digestores contínuos”, frisou a consultora de Engenharia de Produção da Suzano. Ela esclareceu que a composição do indicador de prisão de coluna permitiu identificar preventivamente os sintomas de prisão de coluna, possibilitando que o operador tomasse as ações corretivas e evitasse maiores problemas, minimizando as perdas de produção e de qualidade do produto. “O índice criado no estudo já faz parte da rotina da operação da fábrica. A criação de variáveis únicas que agrupem outras variáveis de relevância para identificação de problemas é uma ótima alternativa para facilitar a análise das informações pelo operador, permitindo que os distúrbios possam ser identificados antecipadamente”, pontuou.

Ainda de acordo com Maria Emilia, a criação do modelo tem impacto direto na redução da perda de produção de celulose, o que remete a um aumento da receita de venda do produto, proporcionando um melhor resultado financeiro para a empresa. “Do ponto de vista da qualidade, também há ganhos significativos aos clientes finais, já que a maior estabilidade nos parâmetros de processo aumenta sua eficiência e reduz os números de reclamações”, disse, salientando que uma maior estabilidade na produção possibilita melhor negociação do preço do produto, já que o volume e a qualidade das entregas ficam assegurados, somando mais um fator de aumento de competitividade da empresa no âmbito internacional.

A adequação do recém-criado indicador às mudanças e às melhorias do processo deve ser um desdobramento futuro do trabalho, uma vez que o processo é contínuo e dinâmico. “É preciso garantir que o índice continue sendo capaz de prever os distúrbios após mudanças nos equipamentos e no processo”, destacou Maria Emilia. Além disso, o próximo



Velloso avaliou a reintrodução na linha de fibras dos rejeitos gerados nas etapas de depuração da polpa não branqueada



A busca pelo desenvolvimento de um novo método para se determinar o número kappa levou à realização do trabalho apresentado por Trung

grande desafio será fazer com que a tomada de decisão do operador seja automatizada, atingindo um nível de excelência de controle onde não será mais necessária uma decisão humana, e sim a atuação de controles lógicos aplicados aos modelos matemáticos diretamente no processo. "Para isso, o modelo deve ser testado em diferentes cenários, de forma que no futuro seja possível unir a lógica *fuzzy* a modelos de rede neural e inteligência artificial", prospectou ela.

Na avaliação de Marcus Vinícius Gomes Veloso, analista de Desenvolvimento da área de Coordenação de Monitoramento, Pesquisa e Assistência Técnica a Clientes da Cenibra, sobre a reintrodução na linha de fibras dos rejeitos gerados nas etapas de depuração da polpa não branqueada, "a otimização dos recursos tem direcionado muitos trabalhos para o processo de polpação com a introdução de novas tecnologias. Mesmo com todo o aprimoramento conseguido no cozimento da madeira, a geração de resíduos (nós, feixes) ainda representa significativa perda de rendimento, impactando no consumo específico de madeira, que representa o insumo mais caro no processo. Qualquer estudo que fomente ganho de rendimento ou redução de custo na prática, portanto, tem grande potencial para ser implantado", traçou o contexto.

Veloso contou que o estudo foi dividido em três etapas: a primeira, de coleta e caracterização do rejeito e estudo de sua geração na planta; a segunda, laboratorial, constando de avaliação da reintrodução do rejeito na linha de fibras e seu impacto nas características da polpa celulósica, e a terceira, uma avaliação da qualidade das fibras produzidas pela polpação com adição de rejeitos.

Os resultados mostraram que a purga dos rejeitos após lavador de palitos representa perda de 0,5 t.d¹ de sódio como NaOH. "O retorno desse resíduo para o digestor significa a possibilidade de elevação da produção em até 0,8%", revelou o palestrante. "Existe grande potencial para realimentação desses resíduos no digestor, uma vez que não foram observadas alterações nos parâmetros de qualidade da polpa

celulósica", adicionou, lembrando que o trabalho pode contribuir com o setor, demonstrando que, a partir de estudos específicos, pode-se elencar a produtividade da planta sem comprometer a qualidade do produto, além de promover redução de geração de resíduos e gastos com sua destinação.

Entre os desafios para a implantação prática do estudo, Veloso destacou a redução do teor de sílica (SiO₂) do rejeito, uma vez que traz impactos negativos, elevando os índices de corrosão por abrasão no digestor. "Creio que, no futuro, com o surgimento de novas tecnologias para lavagem e depuração, ocorra significativa redução do resíduo e também a possibilidade de, uma vez gerado, ser mais bem limpo e gerar retorno seguro ao processo", vislumbrou.

A busca pelo desenvolvimento de um novo método para se determinar o número kappa levou à realização do trabalho apresentado por Thanh Trung, vice-presidente de Tecnologia da FITNIR Analyzers. O processo de polpação envolve a deslignificação de cavacos de madeira, com o objetivo de produzir celulose. Deste modo, esclareceu Trung, a medição do número kappa da polpa, medida do teor residual de lignina da polpa, é uma medição extremamente importante, pois fornece informações sobre a extensão do processo de cozimento e do processo de branqueamento. "Estas informações, por sua vez, têm importantes implicações em termos de rendimento, já que um cozimento excessivamente agressivo também remove celulose, reduzindo, assim, o rendimento. Similarmente, por outro lado, a remoção insuficiente de lignina aumentaria a quantidade de químicos branqueadores necessários para se obter a alvura requerida. Desta forma, é desejável que se obtenha um valor meta de kappa para maximizar o rendimento e, ao mesmo tempo, reduzir o consumo de energia e de químicos", detalhou a proposta. Trung ainda destacou que o fato de a matéria-prima (fibras/cavacos) responder por cerca de 30% a 50% dos custos da produção de polpa faz com que quaisquer melhorias no processo de polpação exerçam impacto significativo sobre a competitividade da fábrica no mercado mundial atual.

Trung também informou que medições online estão disponíveis para auxiliar na produção. "No entanto, medição de kappa padrão realizada por titulações manuais pode implicar em erros significativos, resultando em diferenças de pessoa para pessoa, bem como de laboratório para laboratório", ponderou, citando que tais erros decorrem dos complexos passos a realizar em titulações de kappa padrão, incluindo amostragem, lavagem, formação, secagem, pesagem de pesos específicos de amostras, ou ainda, tempo de reação para análises. "Erros em medições padrão levam a incertezas em metas de processos e operação, resultando em variabilidade do processo", adicionou.

O projeto apresentado, portanto, abordou as necessidades da indústria por medição confiável e precisa do teor de lignina residual da polpa, que pode ser realizada de modo fácil e rápido. "Como parte



do objetivo do tema do congresso, nosso enfoque foi uma técnica inovadora que utiliza luz, especificamente espectroscopia molecular, que mede a absorção de luz pelas moléculas presentes na amostra — neste caso, a lignina presente na fibra. As informações sobre absorção, por sua vez, podem ser traduzidas em termos de concentração, ou seja, um número kappa, para a operação de polpação”, disse sobre o uso de Espectroscopia Quase-Infravermelho (NIRS). De acordo com o vice-presidente de Tecnologia da FITNIR Analyzers, a técnica pode ser realizada em um período relativamente curto, requerendo aproximadamente quatro minutos. O fator de destaque, contudo, fica por conta da eliminação do erro humano, além de, ao mesmo tempo, aumentar a precisão e a repetibilidade.

Para a aplicação da técnica, amostras foram coletadas em diversas posições de processo que requerem medições. As amostras foram levadas para laboratório, lavadas e grandes rejeitos foram removidos manualmente, sendo então a polpa espremida à mão para remoção do excesso de água. Uma amostra com aproximadamente 80-100 gramas foi então colocada no recipiente de amostragem, onde foi automaticamente lavada e pressionada até formar uma espessa “almofada” de polpa. A “almofada” foi retirada do recipiente e colocada na câmara de medição, onde foi submetida a varredura (scanning) para a obtenção do número kappa. “O trabalho levou muitos anos para ser concluído, especialmente a etapa de preparação de amostras, para a obtenção de tamanho e densidades de “almofadas” de amostras. A partir disto, verificações em laboratório e testes de fábrica foram realizados para se chegar a uma etapa em que se tornou confiável para operações em digestores”, revelou Trung.

Para ele, as principais conquistas do projeto refletem-se em múltiplos desdobramentos. “Em especial, o de que nós desenvolvemos um meio para medir o número kappa sem o requisito de químicos, que exige apenas quatro minutos para amostras de polpa úmida ou menos de 1 minuto para lâminas de celulose secas, tudo associado aos benefícios de redução de erros”, sublinhou.

Além disso, pontuou Trung, o sistema NIR Kappa encontra-se atualmente implantado em várias fábricas para a determinação rotineira de kappa, melhorando as operações no digestor e realizando verificações de qualidade da polpa antes das vendas a clientes. O conceito, que recebeu patente norte-americana e internacional, já vem beneficiando a indústria como um todo. “O principal desafio a ser superado relaciona-se à conscientização da indústria no sentido de que técnicas novas e inovadoras podem de fato fornecer dados precisos e confiáveis, proporcionando muitos benefícios em comparação à técnica tradicional. A habilidade das plantas de celulose para adotarem tecnologia nova e inovadora deve ser estimulada no sentido de continuar a melhorar nossas operações, permitindo que as fábricas se tornem mais competitivas em âmbito mundial e, ao mesmo tempo, ambientalmente sustentáveis”, finalizou Trung.

Papel

A identificação do perfil de estabilidade dimensional de papel reprográfico formado em condição de alta razão MD-CD de resistência à tração foi a proposta do trabalho encabeçado por Afonso Henrique Teixeira Mendes, sócio gerente da Centre Consultoria e pesquisador da Universidade de São Paulo (USP). “O interesse pelo estudo da estabilidade dimensional manifestou-se a partir da busca de melhor conhecimento sobre o mecanismo de consolidação e possibilidades de interferência na higroexpansibilidade do papel como ferramenta para melhoria da qualidade e funcionalidade do papel reprográfico no seu uso final”, contou.

Para a investigação do perfil transversal de estabilidade dimensional, foram coletadas amostras de papel na enroladeira da máquina, a partir das quais, por meio de aplicação de técnicas de análise de imagem, obteve-se o perfil de encolhimento diferencial e sua correlação com os resultados de medição da higroexpansibilidade. “Aspectos de orientação de fibras também foram abordados, a fim de depreender seus efeitos sobre a estabilidade dimensional do papel”, detalhou Mendes.

De acordo com o autor, o trabalho mostrou um exemplo de ajuste operacional de uma máquina papelreira equipada com formador de dupla tela, do tipo “rolo formador”, em que o índice adotado para a anisotropia do papel resultou em um perfil de estabilidade dimensional específico, no qual se observaram limitações significativas de qualidade, particularmente nas áreas laterais da folha produzida. “O estudo propôs-se a contribuir para um melhor entendimento intuitivo por parte das equipes das áreas de produção das fábricas de papel, da importância da seleção de parâmetros de operação, entre os quais o grau de orientação de fibras, para obtenção de melhor uniformidade de propriedades transversais da folha de papel.”

O maior discernimento sobre o impacto da seleção de parâmetros operacionais certamente contribui para a possibilidade de se obter um papel com mais qualidade no que se refere à consistência de suas propriedades, bem como para um grau de funcionalidade superior, o que se configura como uma característica essencial para o papel reprográfico no seu uso final. Mendes afirmou que os conceitos apresentados – tanto quanto à percepção de perspectivas de ajuste da anisotropia da folha em formadores de dupla tela, como recurso para melhoria do perfil de estabilidade dimensional do papel, incorporados a uma solução de compromisso com outras propriedades – podem ter aplicação imediata na operação da máquina. “Não há grandes desafios para a implantação. A partir da conscientização das equipes de trabalho e da compreensão do fenômeno envolvido na formação da folha de papel, a aplicação pode ser imediata, pois não há necessidade de equipamentos adicionais.”

Para o futuro, dado o contínuo desenvolvimento de soluções de controle de processo, Mendes afirmou que se pode esperar a incorporação, com base em um algoritmo próprio, de processamento *on-line* para indicação de faixas de instabilidade dimensional da folha, na saída da máquina de papel.



A identificação do perfil de estabilidade dimensional de papel reprográfico formado em condição de alta razão MD-CD de resistência à tração foi a proposta do trabalho encabeçado por Mendes



Propor e implantar melhorias para reduzir perdas de fibras celulósicas ao longo do processo produtivo foi o objetivo central do trabalho realizado por Nicolao

O estudo apresentado por Fabricio Nicolao, líder de Produção da Iguazu Papel e Celulose, foi tema de seu trabalho de conclusão de curso em Engenharia de Produção pela PUC-PR. "Na Iguazu Papel e Celulose, existem grupos que trabalham em busca de oportunidades de melhorias na planta industrial, visando reduzir perdas e desperdícios que comprometem a eficiência operacional da unidade. Na ocasião, trabalhávamos com uma equipe que tinha como objetivo propor e implantar melhorias para reduzir perdas de fibras celulósicas ao longo do processo produtivo. Para chegar a esse objetivo, usei os conhecimentos adquiridos em ambiente acadêmico e apliquei no desenvolvimento do projeto", revelou.

Nicolao esclareceu que o projeto foi desenvolvido por uma pesquisa aplicada com abordagem qualitativa e objetivo descritivo – pois descreveu as características da empresa em estudo na visão dele, como pesquisador, sem inferência. "O estudo usou o Método de Análise e Solução de Problemas (MASP), que tem em seu desdobramento o ciclo PDCA", relatou. Ao longo do estudo sob o método MASP, foram utilizadas ferramentas da qualidade para analisar a situação atual das perdas, mapear o processo produtivo, identificar/estratificar as perdas em subgrupos, priorizar as perdas visando identificar as mais relevantes, buscar as causas fundamentais que refletem em perdas, identificar causas raízes e, por fim, propor e implantar melhorias para eliminá-las.

Como resultado, Nicolao atingiu a meta proposta pela empresa. "A redução obtida com as melhorias implantadas colocou esse indicador de perda em um patamar aceitável em termos de eficiência operacional da planta fabril", pontuou sobre os ganhos.

"A unidade produtiva já tinha trabalhos isolados para redução de perdas de fibras em seu processo de fabricação, porém não conseguia atingir o objetivo. Neste caso, o método MASP trouxe um conceito inovador se comparado aos trabalhos anteriores, pois tem em seu princípio a segmentação do problema, possibilitando uma melhor análise, além de uma sistematização ordenada, com passos e

subpassos predefinidos, destinados à escolha do problema, à análise de causas, à determinação e ao planejamento das ações, bem como à verificação dos resultados", ressaltou.

A implantação das melhorias propostas para eliminar as causas raízes das perdas de fibras foi apontada pelo pesquisador como um dos principais desafios do trabalho. "Pelo fato de a empresa estar em um momento de retração financeira, optamos por não implantar as soluções. Com isso, o estudo passou por ajustes, sendo apresentada uma nova solução para contenção das causas raízes, solução em menor custo que foi aprovada e implantada", comentou sobre a alternativa encontrada. "No setor de celulose e papel, o preço é um fator chave para diferenciação da concorrência. Para terem um preço competitivo, as empresas precisam ser eficientes em seus processos produtivos, apresentando baixas perdas, reduzidos desperdícios e menores custos produtivos. Na Engenharia de Produção, temos diversas metodologias desenvolvidas para aplicar melhorias em produtos e processos, visando maximizar resultados e ou minimizar perdas e custos", encerrou.

Ao longo dos últimos anos, muitos trabalhos foram publicados sobre o impacto dos pigmentos e a forma como afetam a porosidade do papel aplicado, influenciando a qualidade de impressão final destes. No entanto, destacou Janet Preston, cientista sênior da Imerys, poucos trabalhos abordaram os aspectos químicos da aplicação, ou seja, o impacto exercido pela polaridade da aplicação e seu reflexo sobre a imprimibilidade. "Este estudo foi realizado no intuito de entender melhor o impacto exercido pela energia livre da superfície sobre a impressão litográfica. Tentamos separar os aspectos físicos da aplicação daqueles de natureza química para observar quais deles exercem maior impacto", resumiu ao dar início à sua palestra.

Segundo Janet, o trabalho foi realizado por um universitário contratado para um estágio na Imerys como parte de sua graduação em Química. "A graduação incorpora um período de um ano na indústria,



O estudo apresentado por Janet foi realizado no intuito de entender melhor o impacto exercido pela energia superficial sobre a impressão litográfica



Maria Elisa apresentou um mapeamento das tecnologias do setor de celulose e papel por meio de documentos patentários depositados no Brasil de 2009 a 2013

fase em que os alunos precisam realizar um projeto científico relevante que os ajude a obter sua qualificação e também proporcione resultados úteis à empresa”, contou sobre o trabalho de Jonny Keen, que teve supervisão conjunta de Janet e Andrew Findlay, utilizando instrumentação e amostras do laboratório da Unidade Imerys Cornuália.

Um dos principais objetivos do estudo era pesquisar a melhor maneira de medir a energia livre da superfície do papel. “Idealmente, ela deveria ser medida em uma superfície lisa, não-porosa e homogênea, mas o papel não é bem assim. Portanto, foi necessário determinar o melhor método de ângulo de contato para medir este aspecto, que veio a consistir na primeira parte da publicação”, detalhou Janet. Na prática, a primeira parte do trabalho explorou a melhor maneira de se medir a energia livre da superfície do papel e propor um método para tanto. Ajustes do impacto da topografia superficial também foram incluídos, além de uma discussão sobre o impacto exercido pela porosidade sobre a medição.

A principal conclusão do trabalho foi a de que a química da superfície é de importância secundária para a porosidade e topografia da camada de aplicação, e que na maioria dos casos a superfície será dominada pela escolha do aglutinante. Contudo, Janet diz que a influência do pigmento se tornará mais importante conforme as concentrações do aglutinante são reduzidas (devido à redução de custo). Sabe-se que na impressão em offset, os látex contendo monômeros polares reduzirão a taxa de assentamento da tinta, e na impressão flexo, uma penetração de água mais rápida pode ser obtida usando o tratamento Corona ou adicionando um agente aglutinante mais polar para aumentar a polaridade à camada de aplicação aplicada. “O trabalho será útil na otimização de processos que requerem absorção de água mais rápida ou bem mais lenta. A porosidade da aplicação pode ser otimizada com uso de diferentes estruturas de pigmentos, mas a sintonia fina também pode ser realizada por meio da escolha criteriosa do aglutinante, que exerce impacto sobre a química. Isto pode ser

útil no desenvolvimento de fluidos de aplicação para flexo à base de água ou para impressão a jato de tinta à base de água”, exemplificou.

Janet salientou que a adição de agente umectante foi descrita na última parte da publicação, o que pode causar alguns problemas, a exemplo de questões relacionadas à adesão reduzida ou à formação de espuma. Sendo assim, explicou a cientista sênior da Imerys, a adição de componentes extras, destinados a auxiliar em termos de energia livre da superfície, deve ser realizada cuidadosamente, tendo em mente estes potenciais aspectos negativos.

Maria Elisa Marciano Martinez, pesquisadora em Propriedade Industrial do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), apresentou um mapeamento das tecnologias do setor de celulose e papel por meio de documentos patentários depositados no Brasil de 2009 a 2013. A iniciativa de realizar esse mapeamento surgiu em 2014, tendo seu primeiro trabalho, referente ao período de 2004 a 2008, publicado na revista *O Papel* (outubro/2015). “O tema foi escolhido com o objetivo de mapear a evolução dos depósitos patentários no Brasil que envolvem o setor de celulose e papel, apontando o elo tecnológico dominante”, justificou a pesquisadora.

De acordo com Maria Elisa, o estudo foi realizado em três partes: teórica, incluindo revisão bibliográfica do setor de celulose e papel e de documentos patentários como fonte de informação; recuperação de dados de patentes depositadas no Brasil do setor (classificação internacional de patentes D21) no período de 2009 a 2013; tratamento dos dados (número de documentos patentários depositados por ano e as principais tecnologias com base na classificação internacional de patente, tanto por ano quanto por tecnologia relevante do setor de celulose e papel; principais vias de depósito, países prioritários, depositantes e inventores).

Como resultado da pesquisa, Maria Elisa apontou que as tecnologias relacionadas a celulose e papel com maior número de documentos patentários são: 1.º) composições de polpa, impregnação ou revestimento

do papel; 2.º) produção da celulose por eliminação de substâncias não celulósicas de materiais que contêm celulose; regeneração de licores de polpa; e 3.º) máquinas de fabricar papel; métodos para produzir papel.

“Os documentos patentários são em sua maioria depositados via PCT (Tratado de Cooperação de Patentes), ou seja, depósito internacional, com origem nas seguintes entidades: Estados Unidos (49%), União Europeia (12%), Finlândia (9%), Suíça (9%) e demais (21%)”, contou, dando mais detalhes. Com relação aos depositantes, a pesquisadora disse que se observa que estão distribuídos de forma pulverizada e que os principais depositantes são corporações internacionais, como Andritz, Kimberly Clark, Stora, Metso e Voith Patent. Com relação aos inventores, ela informou que estão distribuídos de forma fortemente dispersa e que os principais são pessoas físicas estrangeiras. Além disso, informou Maria Elisa, a maioria dos documentos patentários relacionados ao setor de celulose e papel brasileiro se refere a composições de polpa, impregnação ou revestimento do papel, cuja principal via utilizada para o depósito é a PCT (depósito internacional), tendo como principal origem da invenção os Estados Unidos, no mesmo panorama de 2004 a 2008.

Com a elaboração desse panorama, é possível demonstrar o potencial de informação estratégica desses documentos patentários para o processo de monitoramento tecnológico e gestão para as tecnologias que envolvem o setor de celulose e papel. “Os conceitos obtidos já podem ser utilizados como subsídio e reforçar o apoio à tomada de decisões baseadas em fatos importantes e evidências concretas sobre a dinâmica do desenvolvimento tecnológico do setor de celulose e papel em território nacional”, frisou Maria Elisa. Ela ainda alertou que os mapeamentos devem continuar para oferecer a possibilidade de comparação do cenário nacional com o mundial.

Posteres

Jorge Lepikson Neto, pesquisador industrial do Instituto Senai de Inovação Biomassa, discorreu sobre os efeitos de longo prazo da suplementação de flavonoides na formação da madeira em eucalipto. “Este trabalho iniciou-se com a análise da expressão gênica de diferentes espécies de eucalipto, buscando identificar genes que pudessem estar relacionados com a formação da madeira e características superiores para produção de papel. Basicamente, comparamos espécies boas produtoras de papel com outras sem essa característica e conseguimos identificar alguns alvos, genes promissores e seus produtos”, contextualizou.

Para desenvolver o trabalho, Neto contou que foram feitos protocolos de suplementação das mudas de eucalipto e uma análise físico-química completa da madeira, além de sequenciar seu transcriptoma para entender as consequências desses protocolos em nível molecular. “Primeiramente, isso foi realizado em pequena escala. Com os resultados positivos, foi ampliado ao viveiro de uma grande



Neto discorreu sobre os efeitos a longo prazo da suplementação de flavonoides na formação da madeira em eucalipto

empresa de papel e celulose”, falou ele sobre as etapas da pesquisa. “Verificamos que os efeitos tinham uma memória: seis meses após a suplementação, as mudanças persistiam. Com a ampliação do trabalho, pudemos verificar que tais efeitos, na verdade, persistem até a idade adulta das árvores – ou seja, a suplementação em viveiro em idade jovem afeta características de árvores com quatro anos de idade”, deu mais detalhes, lembrando que o projeto já vem sendo desenvolvido desde 2008. Entre as análises já realizadas no período estão: pirólise analítica, NIR, sequenciamento de RNA, metabolômica, thioacidólise e hidrólise enzimática.

Conforme relatou o pesquisador, a suplementação por flavonoides tem efeitos na solubilidade da madeira, aumentando a razão S/G da lignina e diminuindo em até 10% a lignina Klason nas árvores adultas. “Como principal inovação do trabalho, saímos de uma análise de expressão gênica, com um protocolo simples e barato, para modificação da composição química da madeira do eucalipto. As análises biotecnológicas ainda são pouco aplicadas no setor, mas têm grande potencial para resultados em médio e longo prazo”, enfatizou.

Neto reforçou que a possibilidade de aplicar um método rápido e barato, capaz de reduzir a lignina do eucalipto, é muito promissora. “Isso já pode ser colocado em prática. Estamos também buscando identificar os mecanismos moleculares responsáveis por esses efeitos para que abram novas possibilidades de aplicação industrial”, adiantou sobre os próximos passos. Ele contou que a equipe está em busca de meios de fazer uma aplicação contínua em campo sem a necessidade do envolvimento de pessoal da empresa. “Buscamos algo automatizado ou, ainda, desenvolver produtos que liberem esse composto aos poucos. Esperamos assim intensificar os efeitos nas árvores adultas”, concluiu. ■

Nota: confira nas próximas páginas os resumos dos trabalhos mais bem avaliados citados nesta reportagem.



RESUMOS DOS TRABALHOS MAIS BEM AVALIADOS

INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES DE COZIMENTO NA BRANQUEABILIDADE DA POLPA MARROM – UMA NOVA ABORDAGEM

Leonard de Almeida Batista¹, Aaron Leavitt², Mauro Manfredi², Edson Helio Alves de Melo Filho¹

¹ Fibria S.A., Brasil

² Andritz Pulp and Paper, Brasil

RESUMO

Este trabalho buscou, por meio de alterações no balanço hídrico de um digestor contínuo, a melhora nas condições de branqueabilidade da polpa marrom. O estudo foi realizado em uma fábrica de celulose kraft branqueada de eucalipto, composta por um digestor contínuo, seguido por uma deslignificação por oxigênio e por um branqueamento com sequência AD₀(EP)D₁(EP)D₂. Com o aumento do teor de licor livre ao longo do digestor foi observada a redução da temperatura de cozimento, seguida pelo aumento do álcali residual. Apesar de não terem sido observadas alterações em parâmetros tradicionalmente estudados, como o kappa e a DQO, houve ganho de 8,3 %ISO de alvura da polpa marrom e aumento de 7,1% na eficiência do branqueamento.

IMPACTO DA ENERGIA LIVRE SUPERFICIAL SOBRE AS PROPRIEDADES DO PAPEL E IMPRIMIBILIDADE EM OFFSET

Jonathan Keen¹, Janet Preston¹, Andrew Findlay¹, Rui Sergio Tsukuda²

¹ Imerys Minerals Ltd., Par Moor Centre, Par Moor Rd, Par, Cornwallha, Reino Unido PL253EH

² Imerys do Brasil - Av. Valentina M.F. Borestein, 545 - 08735-270 - Mogi das Cruzes-SP

RESUMO

O desempenho do papel em muitas aplicações, incluindo impressão, é frequentemente determinado pela natureza de sua superfície. Embora atualmente em declínio – exceto na Ásia –, a impressão *offset* ainda responde por cerca de 40% de todo o volume de impressão em âmbito global e continua a dominar o segmento de alta qualidade do espectro de impressão. Este estudo tem seu foco voltado para a impressão em *offset* e o impacto que pode ser exercido sobre esse

processo por diferentes propriedades superficiais de um substrato. Impressão *offset* de papel envolve as complexas interações da tinta com uma superfície caracterizada por três propriedades principais, inter-relacionadas: rugosidade, porosidade e química superficial relacionada à Energia Livre Superficial (ELS). Os efeitos da porosidade e rugosidade são relativamente bem compreendidos e amplamente documentados na literatura, ao passo que a influência da química superficial (ELS) está muito menos clara e vem sendo menos estudada. Isso se deve, principalmente, à dificuldade de se medir a energia superficial em substratos não ideais, nos quais extremos de características superficiais podem impactar a energia superficial aparente (por ex., efeito de lótus).

Este estudo tem, portanto, dois principais objetivos. O primeiro deles é o de fazer recomendações quanto ao melhor método para se calcular a ELS do papel, considerando sua natureza não ideal. O segundo, o de determinar o impacto relativo da ELS sobre a imprimibilidade em *offset* em comparação a outras propriedades, tais como topografia (rugosidade) e porosidade.

Os principais resultados neste trabalho incluem:

- i) um método para medir a ELS em superfícies porosas (o ângulo de contato – ou incidência – de um gotejamento de líquido sobre uma superfície porosa é medido a 0,1 segundo após o contato, visando minimizar imprecisões provocadas pelo rebote do gotejamento, pelo umedecimento e pela absorção, e corrigido para rugosidade superficial com uso do modelo Wenzel);
- ii) a observação de que a porosidade superficial exerce efeito desprezível sobre a determinação da ELS por ângulo de incidência.
- iii) a demonstração de que mudanças isoladas na ELS provocadas pelo uso de agente umidificador ou tratamento corona resultam em diferenças bem menores na imprimibilidade do que aquelas obtidas por meio de modificação simultânea da ELS e da porosidade superficial;
- iv) a química do polímero de látex na formulação do fluido de aplicação (“tinta”) domina a influência sobre a ELS em comparação com pigmento, sendo quaisquer diferenças de energia superficial presentes no pigmento quase que completamente mascaradas pelo látex.

É possível concluir, portanto que, quando se busca melhorar a imprimibilidade em *offset*, a variação na ELS é significativamente menos importante do que a variação na rugosidade superficial ou na porosidade superficial.

OTIMIZAÇÃO DA PLANTA DE BRANQUEAMENTO UTILIZANDO TECNOLOGIAS DE MEDIÇÃO INOVADORAS COMPLEMENTADAS POR CONTROLE DE PROCESSO AVANÇADO

Akhlesh Mathur¹, Niclas Andersson², Daniel B. Smith³, Renato Onofre⁴, Gabriel Morgan⁵

¹ Diretor para o Segmento de Fibras ASPAC, BTG Instruments, Cingapura

² Diretor de Pesquisa e Desenvolvimento, BTG Instruments, Suécia

³ Vice-presidente de Automação, Capstone Technology, Seattle, WA, EUA

⁴ Gerente para a América do Sul, Capstone Technology, São Paulo, Brasil

⁵ Gerente de Linhas de Fibras para a América do Sul, BTG Américas, São Paulo, Brasil

RESUMO

Operações unitárias em uma linha de fibras destinam-se a remover lignina seletivamente, de modo a obter polpa com alvura, depuração e resistência desejadas. Sendo a celulose uma commodity, sempre existe pressão no sentido de redução de custos. O foco primário é, de modo geral, reduzir os custos relativos à madeira, mas não se podem ignorar esforços para reduzir o uso de produtos químicos branqueadores, o segundo elemento a contribuir para a formação de custos.

O controle de processos de uma planta branqueadora convencional se baseia no teor de lignina das fibras celulósicas expresso sob a forma de número kappa, combinado com medição de alvura nos estágios de branqueamento. Existem evidências significativas de que o carryover consome produtos químicos branqueadores (dióxido de cloro ou ClO_2). Na ausência de medição de carryover, as usinas compensam o fato aplicando um elevado enviesamento de medições pelo operador para cobrir a demanda de pico de carryover, o que resulta em elevação dos custos de branqueamento. Para superar esse desafio, a indústria de celulose vem atualmente realizando a transição entre a medição convencional do número kappa com uso de um dispositivo analisador com multipontos e a nova medição de número kappa, com uso de transmissor de carga de branqueador in-line para controle de carga de ClO_2 . Nesse sentido, o impacto da lignina de carryover também é incluído no controle da carga de químicos. Esse sinal contínuo da carga de branqueadores minimiza o viés de operador e proporciona significativas economias de produtos químicos de branqueamento.

A manipulação de múltiplas variáveis de processo é necessária para se obter efetivo controle da planta de branqueamento, e é extremamente desafiador realizar a otimização de cada variável controlada visando manter o processo sempre próximo da meta. Se, por um lado, é da maior importância ter sensores operando acuradamente e possuir loops de controle regulatório implementados, por outro se mostra praticamente impossível para os operadores realizar a opti-

zação manual dos produtos químicos branqueadores para obtenção da alvura final a custos mínimos. Para superar essa dificuldade, o Sistema de Controle Avançado Multivariável (MACS), comprovada plataforma de controle avançado, tem potencial para proporcionar grandes economias às fábricas. O MACS utiliza modelos de processo dinâmicos para lidar com o efeito de perturbações relacionadas à carga de agentes branqueadores sobre o número kappa e a alvura à jusante, e manipula a dosagem de ClO_2 no intuito de compensar tais perturbações, além de corrigir perturbações não medidas por meio de controle de feedback e atuar variando atrasos de processo e curvas de branqueamento não lineares por meio de adaptação de modelos em tempo real. O MACS também otimiza a carga de branqueadores aplicada a cada estágio, no sentido de minimizar o custo de branqueamento para a obtenção de determinada alvura final.

Este trabalho destaca as vantagens de uma abordagem sinérgica para a otimização de plantas de branqueamento através do uso de tecnologias de medição comprovadas, inovadoras e diferenciadas com estratégias de controle de processo avançado. Algumas histórias de casos adotando esta abordagem também estão incluídas aqui.

PERFIL DE ESTABILIDADE DIMENSIONAL DE PAPÉIS DE COPIAR FORMADO EM SITUAÇÃO DE ELEVADA RELAÇÃO (RATIO) ENTRE RESISTÊNCIA À TRAÇÃO LONGITUDINAL E RESISTÊNCIA À TRAÇÃO TRANSVERSAL

Afonso H. T. Mendes^{1,2}, Song W. Park¹

¹ Universidade de São Paulo, Brasil

² Centre Engenharia, Consultoria e Treinamento Ltda., Brasil

RESUMO

Papéis cópia usados em máquinas fotocopadoras, impressoras a laser e dispositivos similares normalmente requerem menores índices de orientação de fibras, visando proporcionar certa qualidade de squareness (perpendicularidade) à folha, para uma estabilidade dimensional melhorada. Devido à natureza das fibras, uma folha matriz de papel (web) dotada de fibras altamente orientadas elevaria a higroexpansividade transversalmente à máquina, resultante de uma maior contração da folha durante a fase de secagem da produção. Este trabalho apresenta o perfil transversal de estabilidade dimensional de um papel reprográfico fabricado em uma máquina com gap former comercial a partir de pasta química com 100% eucalipto, a alta velocidade e configurada para operação a uma alta relação longitudinal-transversal de resistência à tração (>3). Os resultados das medições de higroexpansividade e contração transversalmente à folha, obtidos por meio de técnica de análise de imagem, demonstraram o efeito adverso exercido por tal situação de



operação e correspondente nível anisotrópico da consolidação da folha matriz sobre a estabilidade dimensional do papel, revelado por altos níveis de higroexpansão (>0,7%) e contração (>8%) nas zonas das margens, tornando significativa porção da folha de papel imprópria para aplicações que requerem alta qualidade do papel para usuários finais. Essa revelação pode levar a ações futuras no sentido de buscar novos caminhos para o ajuste de parâmetros com vistas ao controle do índice de anisotropia da folha, para qualidade de melhorada do papel.

AVALIAÇÃO DA REINTRODUÇÃO NA LINHA DE FIBRAS DOS REJEITOS GERADOS NAS ETAPAS DE DEPURAÇÃO DA POLPA NÃO BRANQUEADA

Marcus Vinícius G. Veloso¹, Leonardo S. de Caux¹

¹ Cenibra, Brasil

RESUMO

Apesar de todo o aprimoramento obtido nas técnicas e tecnologias para o cozimento da madeira, a geração de resíduos não cozidos (nós, feixes) ainda consiste em um desafio tecnológico. Tais resíduos significam redução na eficiência de utilização da madeira disponível. Com o objetivo de fornecer uma alternativa para elevar o aproveitamento dessa madeira disponível, este trabalho avaliou a possibilidade de reutilização do rejeito UKP gerado após lavador de palitos através da sua reintrodução no processo de polpação. Foram verificados os possíveis efeitos sobre a qualidade da polpa, consumo de álcali, branqueabilidade e rendimento. Os resultados mostraram que a purga dos rejeitos após lavador de palitos representa perda de 0,5 t.d⁻¹ de sódio como NaOH e em contrapartida eliminação de 3,5 kg.h⁻¹ de SiO₂. O retorno desse resíduo para o digestor significa ainda a possibilidade de elevação da produção em até 0,8%. Não foram observadas alterações no cozimento e na branqueabilidade da polpa com a reintrodução dos rejeitos no digestor. Assim como a viscosidade, o teor de hemiceluloses e as propriedades físicas da polpa não foram alterados.

PROPOSIÇÃO E IMPLANTAÇÃO DE MELHORIAS DE PROCESSO COM BASE NO MÉTODO MASP: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE PAPEL E CELULOSE DO ESTADO DO PARANÁ

Fabrcio Nicolao¹

¹ Iguaçu Celulose, Papel S.A., Brasil

RESUMO

O cenário de crise financeira e retração da economia que se apresenta ao longo dos últimos anos tem mudado o ambiente competitivo das empresas. Essas mudanças estão gerando impacto direto no desempenho e comprometendo a lucratividade das indústrias nacionais. Para o setor de papel e celulose, os efeitos da crise tornam o preço um diferencial de mercado. Uma das estratégias adotadas por empresas deste setor tem sido a redução de custos por meio de melhorias em seus processos produtivos. Na Engenharia de Produção, há diferentes métodos que contribuem para a implementação de tais melhorias. O objetivo deste estudo foi propor e implantar melhorias no processo produtivo de uma empresa do setor de papel e celulose através do Método de Análise e Solução de Problemas (MASP), método para proposição de melhorias que permite a identificação da causa raiz dos problemas. Como resultado, foi possível identificar a necessidade de melhoria no sistema de recuperação de fibras do subprocesso de preparo de massa, onde há o problema de transbordo de tanque, que representa 48 % das perdas com fibras celulósicas. Para este problema foram propostas soluções. No que se refere ao método MASP, mostrou-se adequado para a identificação dos problemas, embora o contexto organizacional da empresa tenha gerado impactos negativos ao longo da implantação das soluções, acarretando limitações que resultaram em ajustes no projeto a fim de garantir o sucesso na resolução do problema. Por fim, entende-se que é possível obter melhorias econômicas por meio da análise de processos com a metodologia MASP.

MAPEAMENTO DAS TECNOLOGIAS DO SETOR DE CELULOSE E PAPEL POR MEIO DE DOCUMENTOS PATENTÁRIOS DEPOSITADOS NO BRASIL NO PERÍODO DE 2009 A 2013

Martinez, Maria Elisa Marciano¹, Reis, Patricia Carvalho dos¹, Santos, Douglas Alves¹, Winter, Eduardo¹

¹ Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), Brasil

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo atualizar os dados de um mapeamento tecnológico obtido por meio do monitoramento de documentos de patentes depositados no Brasil por um período de mais de cinco anos (2009-2013), avaliando a evolução das tecnologias envolvidas no setor de celulose e papel, a fim de oferecer subsídios e reforçar o apoio à tomada de decisões baseadas em fatos importantes e evidências concretas sobre a dinâmica do desenvolvimento tecnológico do setor de celulose e papel em território nacional. Para a execução do panorama das tecnologias desse setor foram inicialmente utilizados os dados dos documentos patentários extraídos da base do INPI-BR de abrangência nacional, utilizando os seguintes critérios: 1.º uso da base de dados do INPI-BR; 2.º seleção do espaço territorial a ser analisado – país = Brasil (BR); 3.º uso dos códigos da classificação internacional de patentes (IPC): especificamente – classe D21; e 4.º restrição do intervalo temporal da busca – período de 2009 e 2013. Nos resultados obtidos, as principais tecnologias relacionadas a celulose e papel são: a) composições de polpa, impregnação ou revestimento do papel (D21H); b) produção da celulose por eliminação de substâncias não celulósicas de materiais que contenham celulose; regeneração de licores de polpa (D21C); e c) máquinas de fabricar papel; métodos para produzir papel (D21F). A principal forma de depósito utilizada é a PCT (Tratado de Cooperação de Patentes), depósito internacional, seguido pelo depósito de residentes no Brasil, e, por último, o depósito via CUP (Convenção da União de Paris), depósito internacional de um único país. Quanto aos países de origem, temos uma distribuição fortemente concentrada, uma vez que os quatro primeiros países detêm 79% dos documentos patentários depositados, destacando-se os Estados Unidos, com 49%. O mapeamento nos mostra que a tecnologia se encontra de forma pulverizada, pois tanto os detentores dos documentos patentários quanto os inventores apresentam distribuição altamente distribuída, e que o maior interesse é estrangeiro, pois aparecem mais empresas e inventores estrangeiros do que nacionais.

SUPLEMENTAÇÃO EM VIVEIRO DE MUDAS DE EUCALIPTO COM NARINGENIN-CHALCONA AFETA A LIGNIFICAÇÃO DE ÁRVORES ADULTAS

Jorge Lepikson-Neto¹, Bianca Curzio¹, Fabien Monet², Thamy Corrêa¹, Marcela Salazar^{1,3}, Ana Alves⁴, Rita Simões⁴, Eduardo L.O Camargo¹, José Carlos Rodrigues⁴, Jacqueline Grima-Pettenati², Carolina Andrade¹ e Gonçalo Amarante Guimarães Pereira³

¹ Instituto Senai de Inovação em Biomassa, – Três Lagoas, MS, Brasil.

² Laboratório de Pesquisa em Ciências Vegetais, UMR 5546: CNRS – Universidade de Toulouse III(UPS), Castanet-Tolosan, França

³ Laboratório de Genômica e Expressão, Departamento de Genética Evolução e Bioagentes, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, Brasil.

⁴ Instituto de Pesquisas Tropicais de Portugal (IICT), Grupo de Cultivo Florestal e Produtos Florestais, Tapada da Ajuda, Lisboa, Portugal

RESUMO

Eucalipto é a espécie de madeira folhosa mais plantada no mundo, fornecendo matéria-prima de alta qualidade para celulose/papel e madeira, tendo se tornado uma crescente alternativa de insumo para a produção de etanol de segunda geração. Já descrevemos anteriormente os efeitos da suplementação de flavonoides realizada em jovens árvores de eucalipto, alterando a composição e a expressão genética da lignina mesmo depois da interrupção do tratamento por cinco meses. Neste trabalho, avaliamos se a suplementação em idades tenras pode provocar efeitos no longo prazo sobre a formação de madeira de eucalipto. Suplementamos com chalcona naringenina duas diferentes espécies de eucalipto comerciais, a *E. urophylla* e o híbrido de *E. urophylla* x *E. grandis*, aqui designadas como *E. urograndis*, em estágio de mudas, com dois protocolos distintos. Nossos resultados demonstraram que, mesmo decorridos três anos após o término do tratamento, a suplementação com chalcona naringenina reduziu o teor de lignina em ambas as espécies e protocolos, bem como alterou a composição da lignina, a solubilidade e o volume da madeira, afetando sua altura e diâmetro, o que ilustra, ainda mais, o potencial apresentado pela manipulação nutricional como ferramenta para a construção de árvores melhoradas e mais produtivas.



MEDIÇÕES AVANÇADAS DE KAPPA AT-LINE COM ESPECTROSCOPIA NIR PARA OTIMIZAÇÃO DE LINHAS DE FIBRAS

Thanh Trung¹

¹ FITNIR Analyzers Inc., Vancouver, Canadá

RESUMO

Com a crescente concorrência em âmbito mundial, fabricantes de celulose e papel demandam maior ênfase sobre redução de custos, maior eficiência e qualidade do produto, contemplando, ao mesmo tempo, a minimização de impactos ambientais. Embora o processo de recuperação de produtos químicos desempenhe papel fundamental na viabilidade de usinas produtoras de celulose, a operação eficiente do digestor é igualmente importante para assegurar excelentes rendimento e qualidade do produto.

O número kappa da celulose, ou teor residual de lignina, estima a extensão da deslignificação no processo de cozimento e é um parâmetro crítico para os processos do digestor e de branqueamento. Para otimizar o rendimento do cozimento e a qualidade do produto, o número kappa é utilizado como parâmetro de feedback para algoritmos de controle automatizado, permitindo ajustes na carga de licor e no perfil tempo-temperatura do digestor, bem como na carga de químicos branqueadores na planta de branqueamento. A medição do kappa se tornou ainda mais crítica devido à grande variabilidade na qualidade dos cavacos (ou seja, teor de umidade, distribuição de cola e misturas de espécies), que requer condições variáveis de cozimento; daí a crescente demanda por medições mais frequentes de kappa.

Embora existam muitos dispositivos analisadores on-line destinados à medição de kappa, a medição at-line ainda é necessária como forma de verificação cruzada. Resultados da aplicação de técnica espectroscópica avançada indicam que a precisão de kappa de operador para operador e de laboratório para laboratório está dentro de < 1 unidade kappa. Os resultados de calibração e validação provenientes de diversas instalações em fábricas ilustram que a medição de lignina residual com uso de espectroscopia NIR, conforme técnica descrita, é linear entre 5 kappa e 120 kappa, e independente da espécie de madeira. Coeficiente de correlação (R^2) de 0.98 é obtido para polpa úmida e precisão dentro de 0,7 unidade kappa. Para folhas de celulose acabadas não-branqueadas, a precisão situa-se dentro de $\pm 0,5$ unidade kappa e o coeficiente de correlação é de 0.99 (R^2).

Este trabalho apresentará os resultados obtidos a partir de implementação em usina e ainda discutirá rapidamente as aplicações do dispositivo analisador NIR de kappa, seu uso em operações no digestor objetivando melhorias de processo e como ferramenta para o monitoramento do produto final, juntamente com economias decorrentes da reduzida variabilidade de processo.

ANÁLISE DE DISTÚRBIOS DE COMPACTAÇÃO DE CAVACOS DE EUCALIPTO EM UM DIGESTOR CONTÍNUO COMPACT COOKING G2

Maria Emilia Drummond Blonski¹, Glaucio Francisco de Moura¹, Carolina Gabriela Lopes Araújo¹, Carlos Verciano Costa Santos¹

¹ Suzano Papel e Celulose, Imperatriz, Brasil

RESUMO

Um dos principais problemas de operação do digestor contínuo é o desequilíbrio na movimentação da coluna. Distúrbios no grau de compactação e instabilidades no movimento hidráulico da coluna de cavacos no interior do digestor causam alterações no tempo de retenção, perdendo-se por completo o controle do tempo de reação. Como consequência, afeta-se a produção, a qualidade e a uniformidade do produto. No campo da polpação química, poucos são os artigos relacionados ao diagnóstico de problemas industriais, com maior raridade ainda para diagnósticos em distúrbios de compactação de cavacos. Este trabalho teve como objetivos agrupar em uma variável, chamada Indicador de Prisão de Coluna, as principais informações de processo relacionadas à prisão de coluna de cavacos em um digestor contínuo Compact Cooking G2 e avaliar seu comportamento durante os distúrbios operacionais. O conhecimento da tendência deste índice de referência, a interação das variáveis de processo umas com as outras, bem como a ponderação de cada uma dessas variáveis, permitiram antecipar decisões visando minimizar os impactos das variações do tempo de retenção na qualidade da polpa produzida e no ritmo de produção. Os resultados obtidos permitiram um melhor entendimento das ocorrências de retenção da coluna de cavacos, facilitando o controle operacional do equipamento durante instabilidades, através da antecipação das ações nas variáveis manipuladas principais, minimizando as perdas de produção e de qualidade do produto. ■