



NANOMATERIAIS ADVINDOS DA INDÚSTRIA DE BASE FLORESTAL OFERECEM VASTA POSSIBILIDADE DE APLICAÇÃO

Frentes de pesquisas atuais desmembram-se entre métodos de obtenção, segurança acerca do uso e particularidades práticas de cada mercado já existente e em potencial

POR CAROLINE MARTIN
Especial para *O Papel*

A bordar o potencial da madeira no contexto da bioeconomia inclui um aprofundamento sobre as características dos com-

ponentes que formam a sua estrutura, em especial aqueles que são obtidos em escala nano. Também é importante esclarecer que conceitos de nanociência, nanomateriais e nanotecnologia

não são exatamente novos, mas os desdobramentos mais atuais desta área tornam mais palpável a concretização de objetivos bem-vindos a um futuro mais sustentável.



Nas palavras de Song Won Park, professor da Universidade de São Paulo (USP), “a nanotecnologia pode ser definida simplesmente como um entendimento e uma habilidade de manipulação de matérias de dimensões entre 1 e 100 nanômetros, cujos fenômenos e estruturas únicas possibilitam novas e interessantes aplicações”.

Já a nanociência é o estudo das propriedades da matéria em nanoescala em particular e concentra-se nas propriedades únicas e dependentes do tamanho dos materiais em estado sólido. “Para tanto, novos métodos de síntese são necessários para fabricar materiais em nanoescala. Igualmente importantes são as técnicas com as novas abordagens de caracterização”, pontua Park.

Nanomaterial, por sua vez, é um termo mais difuso e mais amplo do que nanopartículas, e depende do setor tecnológico que o produz assim como dos tipos da aplicação nanotecnológica que se faz. “Um material pode ser nanomaterial quando, ao se apresentar em dimensão muito menor do que o material usual de larga dimensão, exhibe em suas dimensões externas ou em sua estrutura interna novas características que não eram fortemente evidenciadas em tamanho maior”, esclarece Park. Ele frisa que o interesse crescente pelo uso de materiais renováveis reflete no aumento do interesse pelos nanomateriais de origem de biomassa e consequentemente de base florestal.

A grande estrela dos nanomateriais produzidos pela indústria de base florestal advém das fibras de celulose. Com base nelas obtêm-se superfinos, celulose microfibrilada (MFC), celulose nanofibrilada (NFC) e nanocristais de celulose (CNC ou NCC). “Foi a partir de 1981 que tiveram início, de forma mais consistente, os estudos e as patentes de produção de nanocelulose. Hoje, há mais de 225 empresas, institutos e universidades envolvidas ativamente em pesquisas relacionadas a ela”, contextualiza Park.

Ainda de acordo com o detalhamento do professor da USP, a MFC é uma

fibra de celulose com dimensão menor do que a fibra original, mas com as suas microfibrilas extremamente aumentadas e expostas, geralmente apresentando um diâmetro de 25 a 100 nanômetros e comprimentos variáveis acima de 1 mil nanômetros. A NFC, que é mais refinada que a MFC, contendo divisões longitudinais mais finas de 5 a 20 nanômetros de diâmetro e comprimento acima de 1 mil nanômetros, é ramificada, o que consequentemente promove o emaranhamento entre partículas ou estruturas semelhantes a redes. Em contraste, os CNCs são partículas semelhantes a hastes, apresentando-se em nanoescala em comprimento (variação típica de 25 a 350 nanômetros) e largura (variação típica de 5 a 20 nanômetros), com proporções de aspecto inferiores a 50 nanômetros, com extremidades cônicas, sem ramificação e sem emaranhamento.

A indústria de base florestal ainda dispõe de outro nanomaterial com amplo potencial, conforme detalha Park. “Existe um grupo de macromoléculas de polifenóis denominado genericamente de lignina, que é, na verdade, um composto de ligninas de diferentes origens. A nanolignina, por exemplo, se apresenta em partículas de 10 a 100 microns, tem alta área superficial e aumenta as proprieda-



BANCO DE IMAGENS ABTCO

“Um material pode ser nanomaterial quando, ao se apresentar em dimensão muito menor do que o material usual de larga dimensão, exhibe em suas dimensões externas ou em sua estrutura interna novas características que não eram fortemente evidenciadas em tamanho



Moon: “Algumas das áreas de aplicação mais promissoras dos nanomateriais de celulose têm sido membranas de barreira/separação, baterias, produtos biomédicos, suportes catalíticos, cimentos/concreto, cosméticos/cuidados pessoais, fluidos de perfuração, eletrônicos flexíveis, revestimentos de alimentos, tintas, papel/embalagens e reforço de polímeros”

des físicas da lignina, além de poder ser funcionalizada através de reações com outros compostos, para diferentes características, durante o seu processo de produção – o que tem despertado muito interesse comercial.”

Park explica que os nanomateriais, como nanolignina ou nanocelulose, não são simplesmente uma lignina ou uma celulose de dimensão extremamente reduzida. “Pelo fato de se apresentarem em escala nanométrica, possuem propriedades e qualidades não antes reveladas em materiais de escala mesométrica. Portanto, esses materiais não são alternativas a um material existente, mas sim um material que abre novas características ao ser usado, seja como aditivo ou como matéria principal”, diferencia.

O professor da USP ressalta que há diferentes fontes de obtenção de celulose e lignina – e dessas matérias-primas existem diferentes rotas para obter nanolignina e nanocelulose. “Além disso, a operação de um dado processo de fabricação escolhida apresenta baixa reprodutibilidade nos produtos. Isso significa que é preciso considerar que existem nanoligninas e nanoceluloses, não uma classe única de nanomateriais”, pontua,

esclarecendo que para cada aplicação existem nanomateriais distintos que devem ser testados.

Outro aspecto relevante acerca dos nanomateriais diz respeito à saúde. “Até o momento, não há evidências de danos à saúde com o uso ou a manipulação de nanoligninas e nanoceluloses como material final, mas os interessados em ingressar neste segmento sempre deverão acompanhar as regulamentações e pesquisas atuais”, sublinha Park.

Robert Moon, engenheiro de Pesquisa de Materiais no USDA Forest Service (United States Department of Agriculture), se diz entusiasmado com as descobertas dos estudos ambientais, de saúde e segurança que estão em andamento. “Hoje, está bem estabelecido que a polpa altamente refinada e os nanomateriais de celulose produzidos (e que não são modificados quimicamente depois) são seguros para uso. De qualquer forma, mais trabalhos com este enfoque são sempre necessários. Eles ajudarão a promover níveis mais elevados de pesquisa, desenvolvimento e utilização dos nanomateriais não só no setor de celulose e papel como em outras áreas de aplicação.”

E “uma vez que os nanomateriais de celulose apresentam diversos usos atuais e aplicações futuras estão em estudo, esse segmento pode se tornar uma importante oportunidade para o aumento de produtos de maior valor agregado da indústria de celulose. Porém, para caminhar em uma direção segura, deve-se considerar dois aspectos importantes: os impactos ambientais referentes à produção de nanocelulose e a aplicação mais adequada para o *grade* produzido”, reflete Adriana Ribeiro, pesquisadora do Instituto SENAI de Inovação em Biossintéticos e Fibras (ISI B&F) do SENAI CETIQT. “Os impactos ambientais dependem, principalmente, da modificação química e da rota de tratamento mecânico utilizada no processo de fabricação. Portanto, deve-se levar em consideração a presença de reagentes químicos durante o processo, devido à possível geração de efluente ou pela preocupação em obter uma nanocelulose o mais verde possível, mantendo suas características iniciais”, adiciona.

O fato é que as empresas estão investindo no desenvolvimento de novos produtos de base biológica que representam alternativas mais sustentáveis aos produtos tradicionais. “Os investimentos em inovação visam agregar valor aos produtos florestais e aproveitar melhor os fluxos secundários industriais, desenvolvendo as cadeias de valor e produzindo produtos de base biológica de alto valor agregado, como as nanoceluloses à base de madeira. No entanto, a transição de produtos de baixo valor agregado para produtos de alto valor agregado pode ser um desafio em uma bioeconomia florestal. É imprescindível uma caracterização precisa da nanocelulose obtida para encontrar uma aplicação compatível com tais características. Nem sempre é possível moldar um ‘produto ou ingrediente’ para uma finalidade específica, principalmente quando pensamos que a indústria de celulose e papel já possui processos bem definidos. É importante compreender inicialmente



“Para caminhar em uma direção segura, deve-se considerar dois aspectos importantes: os impactos ambientais referentes à produção de nanocelulose e a aplicação mais adequada para o grade produzido”, reflete Adriana

a necessidade do mercado e, como base em um ingrediente bem definido em suas propriedades, direcioná-lo a uma aplicação específica, em que ele cumprirá seu papel”, aprofunda Adriana.

Compreender as formas de obtenção de novos *grades*, preservando suas características iniciais, como biodegradabilidade, e avaliando a viabilidade econômica do processo é mais um aspecto fundamental para aumentar o portfólio de aplicações. “Isso está atrelado ao aumento do conhecimento da comunidade científica e, conseqüentemente, dos investimentos em pesquisas”, frisa a pesquisadora do ISI B&F.

Na visão de Park, o futuro contempla uma decisão importante: “os fabricantes de nanomateriais terão de escolher, a cada caso, se eles se portarão como fabricantes de *commodities* de prateleira ou se participarão da solução de engenharia dos seus compradores, detalhando os mecanismos físicos e químicos que seu nanomaterial apresenta em cada aplicação. Trata-se de uma escolha sobre o modelo de negócio a ser adotado, que envolve também a capacidade técnica interna”, vislumbra sobre os próximos desdobramentos.

Aplicações práticas já sinalizam passos futuros

De acordo com a contextualização de Deusanilde de Jesus Silva, professora da Universidade Federal de Viçosa (UFV), nos últimos 15 anos, diversos estudos têm sido realizados no exterior e no Brasil com o propósito de viabilizar processos de obtenção dos nanomateriais e desenvolver aplicações a partir do uso



De acordo com a contextualização de Deusanilde, nos últimos 15 anos, diversos estudos têm sido realizados no exterior e no Brasil com o propósito de viabilizar processos de obtenção dos nanomateriais e desenvolver aplicações a partir do uso deles

deles. “Já sabemos que essas nanoestruturas têm propriedades que podem contribuir para a melhoria de materiais já existentes e para o desenvolvimento de novos, além das vantagens de serem de fontes renováveis, de se apresentarem em grande quantidade na natureza e de suas fontes serem relativamente baratas e acessíveis. O desafio, contudo, está em obtê-las na forma pura a partir de processos técnico e economicamente viáveis”, resume ela.

No caso da celulose nanofibrilada, a obtenção envolve a desconstrução da biomassa por processos físicos (*top-down*), obtendo bons rendimentos e uma mistura de celuloses fibriladas, em que a intensidade do tratamento físico determinará a proporção entre materiais de dimensões micro e nano. Já os processos de extração da celulose nanocristalina envolvem a desconstrução de biomassas lignocelulósicas (químicos, biológicos ou ambos, também *top-down*) e a construção dessas estruturas a partir de agentes bioativos (*bottom-up*).

O momento atual é oportuno para trabalhar com nanomateriais de celulose, reforça Moon. “Eles não são mais uma curiosidade científica, ao passo que ainda são jovens em termos de desenvolvimento de novos materiais”, justifica. “As fábri-



Magalhães: “Uma vez que as soluções em biorrefinaria são diferentes para cada tamanho de empresa e também estão atreladas à sua principal atuação no mercado, é importante observar que a nanocelulose deverá ter aplicações para cada situação”

cas de celulose e papel de embalagem estão produzindo várias formas altamente refinadas de celulose e utilizando-as em suas próprias linhas produtivas. Dessa forma, esses fabricantes podem aumentar o volume de produção e adaptar o nível de fibrilação conforme necessário para o seu próprio uso interno. Quando têm problemas técnicos, eles os resolvem internamente e podem ir a conferências técnicas para ver o que há de novo à medida que a tecnologia de nanomateriais de celulose avança”, exemplifica sobre o contexto atual.

Ainda de acordo com o panorama de Moon, o escopo de pesquisa, desenvolvimento e utilização dos nanomateriais de celulose continua a se expandir globalmente em várias categorias gerais, como aditivos, coloides, revestimentos/filmes, hidrogéis/espumas, produção e estruturas modelo. “Nos últimos anos, algumas das áreas de aplicação mais promissoras dos nanomateriais de celulose têm sido membranas de barreira/separação, baterias, produtos biomédicos, suportes catalíticos, cimentos/concreto, cosméticos/cuidados pessoais, fluidos de perfuração, eletrônicos flexíveis, revestimentos de alimentos, tintas, papel/embalagens e

reforço de polímeros. Essas aplicações têm se beneficiado de recursos aprimorados em caracterização, modificação de superfície, reologia e incorporação dos nanomateriais em vários processos de fabricação. A chave para superar os próximos desafios será desenvolver ainda mais nossa compreensão fundamental do uso desses materiais, combinado com a engenharia aplicada necessária para ampliar essa tecnologia para maiores volumes”, aponta.

Globalmente, há uma série de estudos voltados à produção de nanomateriais com base na celulose de eucalipto em andamento. A FiberLean Technologies, de Cornwall, no Reino Unido, por exemplo, apresenta um processo escalonável para produzir MFC com base em várias fontes de celulose, incluindo a de eucalipto. “Ao fornecer módulos de moagem especializados para uso no local e procedimentos para produzir MFC com base na celulose de eucalipto, os desdobramentos futuros podem resultar em maior flexibilidade para a indústria aperfeiçoar o desenvolvimento dessa produção e o uso da MFC em suas linhas de produtos. Os fabricantes de celulose, por sua vez, estão trabalhando na obtenção de formas

variadas de celulose altamente refinada e já usando-as em suas próprias linhas de produtos, além de estarem buscando novas áreas de mercado para esses materiais”, contextualiza Moon, salientando que o Brasil vem liderando os esforços neste âmbito.

Park concorda que as características únicas que o setor de base florestal brasileiro detém – um modelo altamente verticalizado e concentrado em sua *commodity* – conferem aos *players* nacionais excelentes condições para participar ativamente desse mercado. A tendência prevista é que, mesmo que o produto final que use nanomateriais retorne ao Brasil como um produto de mercado, o País deve despontar como exportador. “Mesmo que as empresas brasileiras tenham participação nas empresas especializadas no exterior, em busca de internacionalização, terão de aprender a comercializar esses produtos em mercados que possuem uma dinâmica muito diferente do mercado de *commodity*, como celulose e papel, com o qual estão familiarizadas”, esclarece o professor da USP sobre o desafio que envolve os ganhos altamente previstos, mas ainda incipientes.

Na avaliação de Washington Luiz Esteves Magalhães, pesquisador de Nanotecnologia da Embrapa Florestas, o potencial da indústria nacional é enorme, uma vez que já se destaca como produtora de polpa de celulose. O caminho a ser seguido deverá ser o da biorrefinaria, com o setor de base florestal usando a nanotecnologia como mais uma ferramenta para aumentar a sua lucratividade. “Uma vez que as soluções em biorrefinaria são diferentes para cada tamanho de empresa e também estão atreladas à sua principal atuação no mercado, é importante observar que a nanocelulose deverá ter aplicações para cada situação. Para algumas empresas, será necessário encontrar mercados de grande volume, a exemplo de fertilizantes e aditivos para biocidas destinados ao agronegócio ou a construção civil. Outra alternativa é pensar em aplicações em pequenas farmácias de manipulação,

em que pequenos volumes de nanocelulose poderiam ser fabricados *in loco*. Já volumes médios de nanocelulose poderiam ser transportados, após o desenvolvimento de tecnologias de deságue economicamente viáveis”, exemplifica as possibilidades em curso.

Klabin e Suzano expandem linhas de pesquisa na área

Explorando o potencial dos nanomateriais de celulose na indústria de embalagens, a Klabin desponta entre os *players* nacionais que lideram as pesquisas na área. Por atuar com pinus e eucalipto, a empresa dedica-se a aprofundar suas linhas de pesquisas nos mais diversos tipos de matérias-primas, conforme detalha Silvana Meister Sommer, gerente de Pesquisa e Desenvolvimento Industrial da empresa. “A nossa linha de nanotecnologia é pautada em MFC, que representa um mundo a ser explorado, a começar pelas oportunidades de aplicação dentro de casa, com os nossos papéis sendo combinados com a celulose que produzimos. É um assunto que se desenrola há mais de uma década na Klabin, mas, desde 2017, com a estruturação do Centro de Tecnologia, em Telêmaco Borba-PR, temos dedicado muitos esforços às linhas de pesquisa relacionadas à MFC.”

Lançado em 2022, o Klamulti, papercartão que leva MFC em sua composição e combina qualidade de impressão e elevada resistência mecânica, é destinado a embalagens multipack para bebidas. O produto está entre os exemplos já presentes no mercado. “Trata-se de uma tecnologia que veio para ficar e que, devido ao bom desempenho e aos diferenciais competitivos que apresenta, queremos ampliar as aplicações para outros produtos. Temos uma sequência de testes acontecendo nos mais diversos tipos de papéis que a Klabin fabrica e em outros cartões, uma vez que entendemos que há oportunidades nas mais variadas frentes”, afirma Silvana.

Ela frisa que a Klabin também direciona esforços e investimentos ao potencial

que a MFC apresenta além dos portões da empresa. Vale lembrar que, durante a pandemia da Covid-19, uma parceria entre a Klabin, a indústria de cosméticos Apoteka e o Senai levou ao desenvolvimento de uma formulação de álcool em gel 70° INPM, utilizando MFC como espessante. A experiência bem-sucedida fez com que a Klabin estendesse o uso da MFC a uma linha de produtos cosméticos. “Em uma outra parceria relevante, apoiamos a marca Kind Beauty na aplicação de MFC como protagonista nos cosméticos lançados até o momento, fazendo dessa a primeira aplicação prática fora do *core* da Klabin”, revela Silvana.

Diante das inúmeras potencialidades e do grau de maturidade dos desenvolvimentos que encabeça, a Klabin inaugurou, no final de 2019, o Parque de Plantas Piloto, situado em Telêmaco Borba. O Parque tem o propósito de simular uma unidade fabril em que são realizados estudos e testes em diversas frentes de pesquisa. “A nossa planta piloto apresenta uma capacidade produtiva de 1 tonelada/dia de MFC. Hoje, ela já opera em sua capacidade máxima, entregando dois produtos ao mercado e prospectando novos outros. Começamos a avançar, por

exemplo, no uso da MFC em aplicações que, no final do dia, também voltam para dentro de casa, como em adesivos usados em caixas de papelão. Os nossos esforços de médio e longo prazos incluem a construção de uma ou mais plantas industriais, a fim de aumentar a escala de oportunidades e de aplicações da Klabin”, contextualiza Silvana sobre as pesquisas em andamento e o planejamento estratégico que as acompanha.

As frentes de trabalho da Klabin ainda se estendem à celulose nanocristalina (CNC), por meio da parceria firmada com a *startup* israelense Melodea Bio Based Solutions. O objetivo é fazer uso da CNC na fabricação de papéis e embalagens, potencializando novas oportunidades de negócios. “Muitos mercados estão ávidos por soluções mais naturais, que substituam insumos de origem fóssil. E esse propósito conecta-se muito com a necessidade de buscarmos novos parceiros para consolidar os próximos desenvolvimentos”, avalia Silvana.

Ela informa que 2022 foi um divisor de águas para a Klabin, uma vez que a empresa começou a registrar os bons resultados dos investimentos realizados nos últimos anos. “Também avançamos de forma



DIVULGAÇÃO KLABIN

Explorando o potencial dos nanomateriais de celulose na indústria de embalagens, a Klabin desponta entre os *players* nacionais que lideram as pesquisas na área

expressiva na busca por *startups*, universidades e parceiros diversos e começamos a entrar em expertises que não são nossas. Isso certamente amplia as nossas vantagens em trabalhar com o potencial de toda a nossa variedade de fibras.”

Com o propósito de renovar a vida a partir da árvore, a Suzano também se destaca entre os grandes *players* que têm feito uso da nanotecnologia. Na prática, a empresa usa a habilidade de projetar, manipular, processar e produzir materiais em uma escala que pode ser 100 mil vezes menor do que a espessura de uma folha de papel A4, para maximizar o uso de seus plantios certificados de eucalipto, entregando à sociedade opções de produtos sustentáveis.

A produção de MFC está entre os exemplos de diversificação de portfólio, conforme revela Heloisa Ramires, gerente executiva de Pesquisa e Desenvolvimento da Suzano. “A MFC tem levado a Suzano a alcançar mercados distintos, como o têxtil. Em parceria com a com-



DIVULGAÇÃO KLABIN

A Klabin também direciona esforços e investimentos ao potencial que a MFC apresenta além dos portões da empresa

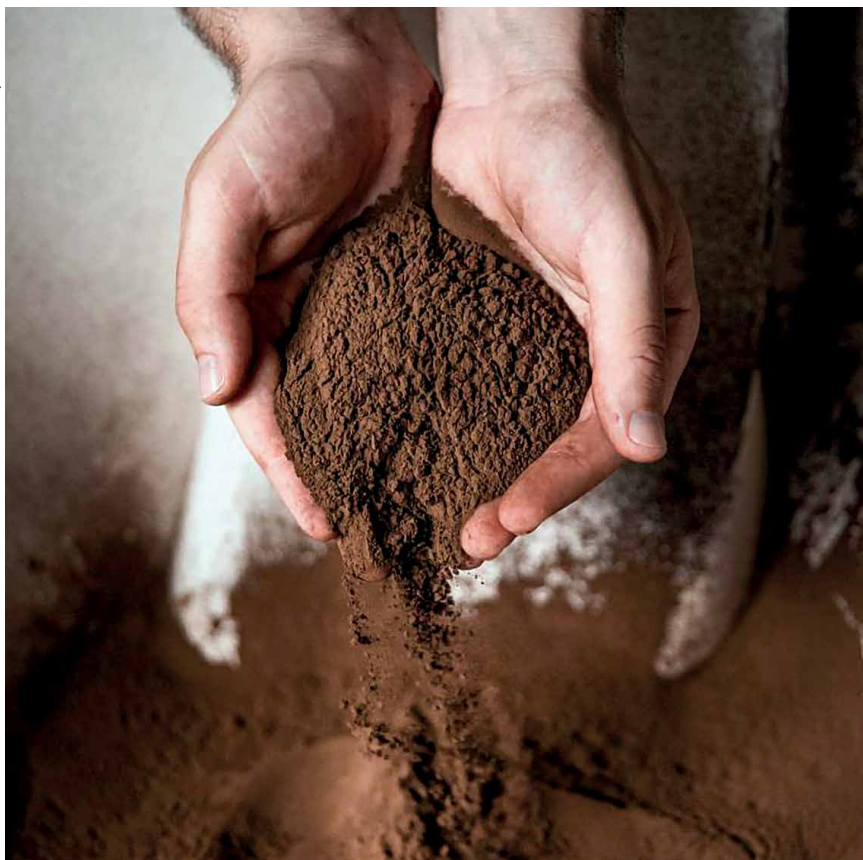
panhia finlandesa Spinnova, a Suzano estabeleceu, em 2021, a *joint venture* Woodspin, voltada à produção de fibras têxteis com base na sua celulose microfibrilada”, detalha, informando que, nes-

te ano, a parceria possibilitará a Suzano concretizar a sua primeira unidade fora do Brasil para produção pré-comercial de MFC.

Além dessa frente, os times de P&D&I e Novos Negócios da Suzano têm levado a MFC a aplicações diversas, como papéis, embalagens, produtos para construção civil e cosméticos, nos quais desempenha funções variadas, como agente de reforço ou modificador reológico natural.

A lignina é um outro bioproduto a partir do qual a Suzano tem experimentado os benefícios da nanotecnologia de partículas. “Nesse caso, estudos em escala laboratorial com parceiros externos têm procurado ampliar ainda mais o potencial já conhecido e comercialmente aplicado da lignina Suzano (Ligflex) em adesivos e elastômeros, entre outras aplicações”, pontua Heloisa. “Em resumo, com o auxílio de tecnologias no estado da arte, a Suzano tem oferecido à sociedade opções de materiais que podem substituir parcialmente ou totalmente produtos de origem fóssil, potencializar o desempenho de materiais existentes por meio da aditividade e levar à criação de produtos totalmente novos”, completa.

Ainda de acordo com a gerente executiva de Pesquisa e Desenvolvimento da Suzano, a companhia tem metas bastante



DIVULGAÇÃO SUZANO

A lignina está entre os bioprodutos a partir dos quais a Suzano tem experimentado os benefícios da nanotecnologia de partículas

claras quanto à incorporação de novos bioprodutos produzidos com base no eucalipto do mercado, o que passa invariavelmente pelo uso das mais diversas tecnologias, incluindo a nano. “Assim, além de continuar sendo a maior produtora de polpa de mercado de fibra curta do mundo, a Suzano vislumbra também se consolidar entre as mais importantes empresas do mundo no fornecimento de opções sustentáveis para as mais diversas indústrias por meio de seus bioprodutos.”

Somando-se à planta comercial de lignina instalada em Limeira-SP, a Suzano, por meio da *joint venture* mencionada anteriormente, está dando mais um passo no sentido dessa consolidação. “Acreditamos no potencial da pesquisa e desenvolvimento nacionais, e temos investido em diversos setores em parcerias com renomadas universidades e institutos, bem como em nossos laboratórios e plantas piloto próprias. Atualmente, contamos com dois laboratórios com capacidade analítica em nanomateriais, além de três plantas piloto ligadas ao desenvolvimento de bioprodutos no Brasil, Canadá e Israel”, contextualiza Heloisa.

Ela esclarece que, de forma geral, os desafios técnicos atrelados ao uso da nanotecnologia nos bioprodutos da indústria de base florestal têm início nos

primeiros estágios dos desenvolvimentos, ou seja, na escala laboratorial. “O desafio está na determinação e identificação das tecnologias adequadas para que se possa mensurar e caracterizar as propriedades diferenciadas dos micro/nanomateriais, pois a maioria das tecnologias são focadas em caracterizar meso e macromateriais. Consequentemente, há a necessidade de criação de novos protocolos padronizados, normatizados e reconhecidos que validem essas medições e caracterizações. Quando se avança do laboratório para a escala industrial, esses desafios se tornam ainda mais complexos, visto que muitas das técnicas desenvolvidas em laboratório não são aplicáveis a processos industriais como é o caso, por exemplo, da microscopia eletrônica. Isso traz um nível de complexidade alta para o controle online desses processos”, comenta, adicionando que a Suzano, em parceria com associações, institutos de pesquisa e outras empresas, tem conduzido estudos pioneiros e que usam diferentes tecnologias para assegurar que seus produtos possuam todos os requisitos para serem, de fato, opções sustentáveis para a sociedade.

Fornecedora dos grandes equipamentos que contemplam as plantas piloto da Klabin e da Suzano, a Valmet dá enfoque à melhoria e otimização da criação e

do processamento da MFC. “Além disso, trabalhamos em parceria com os nossos clientes para auxiliá-los na aplicação e uso do MFC, considerando que as tecnologias possuem grande espaço tanto para desenvolvimento do processo de obtenção quanto para nichos e aplicações no mercado”, informa Roberto Franchini, gerente de Vendas e Tecnologia da empresa.

De acordo com ele, a Valmet tem conduzido processos e instalado linhas com mais capacidade fabril devido à própria evolução e às aplicações que os clientes vêm desenvolvendo. “Constatamos a consolidação de novos produtos e mercados, exigindo a cada dia aumento na produção e na qualidade de produto, além da otimização dos processos para atender a aplicações específicas. Trabalhamos também com os nossos clientes, que são os grandes geradores de demanda de desenvolvimento versus tecnologias disponíveis. Em paralelo, conduzimos P&D em nossas próprias instalações em parceria com várias universidades ao redor do mundo”, atualiza o status.

Na visão de Franchini, o próprio desenvolvimento natural da tecnologia cria o fortalecimento das relações e dos diálogos com o mercado e os seus *players*. “O surgimento de novos mercados abre espaço para o desenvolvimento contínuo devido às características específicas de cada produto e as que afetam diretamente no desenho e na aplicação de cada linha, ou seja, no desenvolvimento da nanotecnologia para atender às necessidades específicas. A Valmet avalia que, para os próximos anos, cada vez mais os processos serão dedicados a produtos distintos.”

Nessa trilha evolutiva, a Valmet não só acompanha como cria tendências de mercado a partir do desenvolvimento e da evolução tecnológica com as suas parcerias e investimentos robustos em capital humano e nos valores da empresa. “Essa revolução não é somente uma visão da Valmet, mas também de seus clientes e das demandas dos mercados, especialmente por bioprodutos. A Valmet, além de desenvolver a tecnologia e as pessoas

DIVULGAÇÃO VALMET



“Trabalhamos em parceria com os nossos clientes para auxiliá-los na aplicação e uso do MFC, considerando que as tecnologias possuem grande espaço tanto para desenvolvimento do processo de obtenção quanto para nichos e aplicações no mercado”, informa Franchini

de forma global, investe nas demandas locais de cada região e produto e suas características. Com o crescimento das tecnologias e da demanda do mercado, a criação e qualificação dos profissionais são metas que a Valmet já tem como valor, sendo um ponto sensível crucial para garantir a continuidade como líder mundial dessa tecnologia”, enfatiza Franchini, demonstrando que a Valmet trabalha para impulsionar a bioeconomia a partir de diferentes frentes estratégicas.

União de esforços acelera desdobramentos práticos

A interação entre o universo acadêmico e o universo industrial sempre foi ativa no setor de celulose e papel. O potencial oferecido pelos nanomateriais, contudo, traz oportunidades de estreitar ainda mais esse relacionamento já positivo. “As universidades brasileiras dispõem de profissionais aptos a desenvolver pesquisas de ponta e o setor possui inúmeras possibilidades para investir em pesquisas na área em parceria com instituições domésticas. Já dispomos, inclusive, de trabalhos que estão mais bem detalhados em publicações de congressos, revistas, relatórios de iniciação científica, TCC

e dissertações”, sublinha Deusanilde, professora da UFV.

Na visão de Park, professor da USP, a vontade de intensificar a interação é recíproca. Contudo, a troca exige constância. “Para a familiarização das demandas da empresa, que irão gerar as propostas do pesquisador, um acompanhamento próximo e presencial das pesquisas desse investigador por parte da empresa é indispensável. Essa proximidade é o que irá resultar nas considerações sobre possíveis rotas de pesquisa. Assim, uma pesquisa científica tem propósito e resultados desejados claros.”

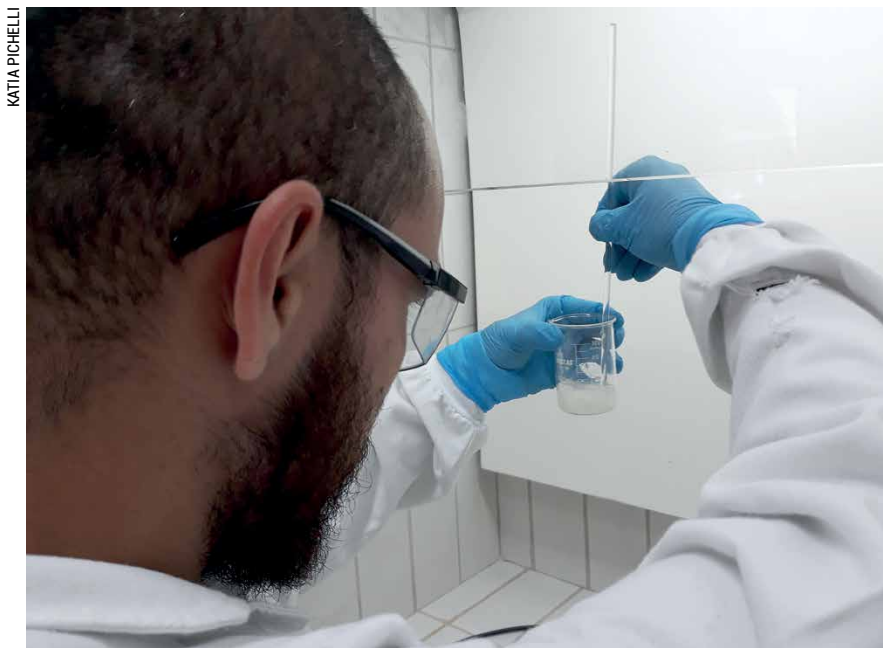
Outra consideração importante feita por Song diz respeito às técnicas de medição da evolução de uma pesquisa tecnológica, que se diferencia de Key Performance Indicator (KPI) de empreendimentos comerciais e ao mesmo tempo não é como KPI de agências de fomento científico. “Trata-se da necessidade de um acompanhamento da evolução de trabalhos de inovação”, pontua o professor da USP.

A Embrapa Florestas destaca-se nesse contexto com uma linha extensa de pesquisas na área de nanotecnologia. Falando especificamente das nanoestruturas

de celulose, Magalhães, pesquisador de Nanotecnologia da instituição, informa que os principais ativos, em diferentes estágios de desenvolvimento, são membrana curativa, gelificante para álcool 70, aditivos para embalagens (filmes com propriedades de barreira, antioxidantes e biocida), fertilizantes de liberação lenta, saneantes (contra coronavírus, bactérias e fungos), filtros, aerogel, filmes com propriedades antipropagação de chama, sensores descartáveis, aditivos em argamassa e aditivos em resinas (ureicas e fenólicas).

Ele concorda que os laços entre academia e setor privado se intensificaram nos últimos anos, mas ainda há espaço para avançar. “Precisamos desenvolver a cultura da inovação de forma mais robusta. Questões de propriedade intelectual, por exemplo, ainda representam um entrave e dificultam as parcerias. A academia advoga mais recursos do setor público para financiamento às pesquisas e ao desenvolvimento, embora eu pense que o melhor seria a academia e a empresa encontrarem outras soluções para financiamento, com o Estado financiando apenas uma parte, num primeiro momento”, sugere Magalhães.

Com uma formação consolidada na universidade, desde a graduação até o pós-doutorado, Adriana vem acompanhando a crescente interação entre academia, instituições de pesquisa e empresas. “Não é de hoje que a universidade e as instituições de pesquisa andam de mãos dadas com o setor privado. Mas, para ser precisamente analisada, essa questão precisa estar balizada por métricas, como o número e o impacto de artigos publicados em periódicos científicos indexados e o número de pedidos de patentes. E ainda assim, pode não ser justo utilizar tais parâmetros, uma vez que o número de artigos publicados pode ser irrelevante em relação ao número de artigos submetidos que possuem caráter inovativo. E quando o assunto é patente, essa métrica pode estar ainda mais subdimensionada, já que não basta analisar o número de pedidos de patentes, mas



KATIA PICHELLI

A Embrapa Florestas destaca-se neste contexto com uma linha extensa de pesquisas na área de nanotecnologia

Comissão Técnica de Biorrefinaria e Nano da ABTCP atua em prol do entendimento das oportunidades de uso da celulose microfibrilada e da lignina

Com o propósito de alavancar as pautas e os debates relacionados à biorrefinaria e nanomateriais na indústria de base florestal, a Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel (ABTCP) unificou os trabalhos encabeçados pelas Comissões Técnicas (CTs) de Biorrefinaria e Nanotecnologia no início deste ano. “Considerando que os bioprodutos oriundos da biorrefinaria de base florestal possuem uma ampla gama de aplicações, sendo parte dessas os nanomateriais, surgiu a provocação de unificar as duas CTs. Além de potencializar as oportunidades de discussão de temas comuns, seria uma forma de otimizar a participação dos membros, que, em sua maioria, são os mesmos representantes nas duas CTs”, contextualiza Maria Teresa Borges Pimenta, gerente de Cooperação Tecnológica e Funding da Suzano e atual coordenadora da CT de Biorrefinaria e Nano da ABTCP.

Ao longo de 2023, a CT de Biorrefinaria e Nano pretende dar enfoque à comunicação para reforçar a cultura e o entendimento das oportunidades do uso da celulose microfibrilada (MFC) e da lignina para diferentes aplicações em mercados diversos, incluindo novos materiais. Também será foco da Comissão discutir e analisar as oportunidades de regulamentação desses bioprodutos, de forma setorial, em parceria com os órgãos responsáveis. “Para que novos produtos ou potenciais substitutos de produtos existentes alcancem o mercado, além de pesquisa, desenvolvimento e inovação, é necessário assegurar suas certificações e regulamentações. Nesse sentido, esse trabalho conjunto nos dá a oportunidade de oferecer soluções sustentáveis para a sociedade e o posicionamento, de forma setorial, fortalece as oportunidades da entrada em novos mercados ou já existentes”, ressalta Maria Teresa.

Alinhados à regulamentação, outros pontos a serem considerados serão as discussões técnicas, com oportunidades de experimentos interlaboratoriais, com o intuito de desenvolver metodologias



DIVULGAÇÃO SUZANO

Maria Teresa enfatiza que o trabalho da CT não é direcionado apenas a discussões e avaliação de oportunidades sobre materiais/nanomateriais, mas sim com uma visão mais ampla nas aplicações dos bioprodutos, oriundos da biorrefinaria florestal

analíticas, protocolos padronizados e normatizados; junto às associações de normas técnicas, visando à caracterização padronizada dos bioprodutos. Adicionalmente, serão avaliadas oportunidades de parcerias com universidades e centros de pesquisas, tanto no Brasil quanto no exterior, para o desenvolvimento de projetos em rede.

Ainda de acordo com o detalhamento da coordenadora da CT de Biorrefinaria e Nano da ABTCP, as reuniões com a participação dos membros da CT acontecem a cada dois meses em formato presencial ou virtual. Outros eventos como mesas-redondas, palestras e reuniões técnicas, envolvendo também público externo composto por pesquisadores, professores, empresas do setor, podem ser intercalados às reuniões periódicas, a depender das necessidades e temas discutidos. Maria Teresa enfatiza que o trabalho da CT não é direcionado apenas a discussões e avaliação de oportunidades sobre materiais/nanomateriais, mas sim com uma visão mais ampla nas aplicações dos bioprodutos, oriundos da biorrefinaria florestal.

também o número de patentes concedidas e a taxa de sucesso dos pedidos”, reflete sobre o ponto também levantado por Park.

Ainda de acordo com a pesquisadora do ISI B&F, outras métricas podem ser adotadas, a exemplo dos *joint labs* (laboratórios compartilhados por universidades e empresas), *startups* e *spinoffs* (modelo de negócio e lançamento de um produto ou serviço). “Os resultados dessas alianças estão muito atrelados aos investimentos em pesquisa e desenvolvimento de produtos de nanotecnologia para que materiais mais práticos com aplicações exclusivas continuem a evoluir. É fundamental que essas tecnologias transcendam os limites do laboratório e ajudem a resolver os desafios atuais da sociedade”, reforça, defendendo que a produção da pesquisa científica deve passar por uma sequência estratégica de atividades a serem implementadas em novos produtos, processos

ou serviços. “Os propósitos devem estar muito alinhados para que a solução criada atenda às necessidades da empresa e a comercialização aconteça, o que também deve estar em linha com os anseios dos consumidores.”

Dando enfoque aos desdobramentos práticos mais recentes, Adriana informa que o ISI B&F já colaborou em dois projetos de P&D centrados na valorização da nanocelulose com base no eucalipto. “Em parceria com a empresa Zynux e a Embrapa Florestas, foram desenvolvidos no ISI B&F, filmes curativos a partir de nanocelulose de eucalipto com o intuito de suprir a carência no campo tecnológico relativa aos processos contínuos e de larga escala para a produção de filmes (ou membranas ou nanopapéis) unicamente a partir de suspensões de MFC. O processo desenvolvido teve como objetivo ser um processo prático, com um número menor de etapas, de alta eficiência e de curto

tempo, viabilizando sua reprodução em escala industrial”, detalha sobre o desenvolvimento do processo de produção de curativos de nanocelulose em processo contínuo de larga escala que gerou um pedido de patente no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI).

Além disso, o ISI B&F tem desenvolvido pesquisas na área de cosméticos e de sensores, utilizando a nanocelulose e outros biomateriais como ingredientes no desenvolvimento dos mesmos, sempre contando com grandes empresas do setor como parceiras. “É pertinente citar que muitos destes projetos só foram possíveis devido ao trabalho da Embrapii. Como unidade Embrapii, o Instituto tem acesso a um grande ecossistema de inovação e recursos não reembolsáveis, que nos permitem a concepção e a realização de projetos inovadores e complexos com elevado nível de entrega e organização, além de facilitar a execução da ideia por

Conferência de Nanotecnologia da TAPPI traz programação extensa e alia atividades técnicas a *networking*

A conferência anual de Nanotecnologia da *Technical Association of the Pulp and Paper Industry* (TAPPI) será um evento presencial realizado em Vancouver, no Canadá, entre os dias 12 e 16 de junho deste ano. Robert Moon, engenheiro de Pesquisa de Materiais no USDA Forest Service (United States Department of Agriculture) – que também envolveu-se em funções de liderança na então nova Divisão de Nanotecnologia da TAPPI, da qual foi diretor no período de 2014 a 2020 –, adianta que o programa está repleto de atividades focadas em transferência de conhecimento e *networking*, consistindo em sessões técnicas, workshops, painéis de debates, entre outras atividades dedicadas à promoção do envolvimento de alunos e profissionais.

“As atividades pré-conferência incluem uma visita à University of British Columbia (UBC), uma visita à indústria Noram BC Research Inc., um workshop de caracterização de nanomateriais de celulose e outro sobre oportunidades para nanomateriais de celulose em aplicações de embalagens. Já o programa técnico do evento inclui nanomateriais de celulose e outros nanomateriais renováveis, abrangendo produção, caracterização, desenvolvimento de normas, saúde e segurança ambiental, processamento e desenvolvimento de aplicações. O envolvimento dos estudantes será focado em mentorias, conversas, mesas-redondas sobre carreiras, concurso de pôsteres e outras atividades”, detalha Moon.

Moon ainda ressalta que a liderança da NanoDivisão da TAPPI espera que a Conferência Nano possa ser realizada no Brasil num futuro próximo. “Como reflexo da pandemia da Covid-19, a NanoDivision está em modo de recuperação. Os planos de realizar a Conferência Nano no Brasil foram adiados para 2027 ou 2028”, revela ele.



"Criamos, em 2022, em parceria com a USP, um Programa de Talentos para a Inovação, no qual levamos problemas reais para serem discutidos e trabalhados por estudantes em sala de aula, com a mentoria de profissionais experientes da Suzano", informa Heloisa

meio de financiamento da Embrapii, reduzindo o aporte das empresas parceiras", detalha Adriana.

A partir da prospecção orientada, continua Adriana, o ISI B&F identifica os atores do ecossistema de inovação que são referências nessas linhas de atuação para o estabelecimento de parcerias tecnológicas e científicas. "A prospecção de oportunidades e parcerias é feita por meio de um processo estruturado e regular, facilitando a conexão com o ecossistema de inovação. Dessa forma, temos atuado em parcerias, no Brasil e no exterior, com universidades, centros de pesquisa, governos e empresas. Além dos projetos de cooperação, usamos diversas linhas de fomento, buscando compartilhar riscos e investimentos."

Outra modalidade de sucesso são as bolsas de pesquisa. Atualmente, a Suzano conta com bolsistas, com atuação em várias áreas da empresa e com formações complementares, aportando conhecimento aos projetos de inovação. "Os bolsistas desenvolvem projetos na empresa e também nas universidades e centros de pesquisa parceiros. Como exemplo e resultado bem-sucedido desta iniciativa, em um projeto em parceria com a Suzano no âmbito do edital CNPq MAI/DAI, uma estudante de doutorado vinculada ao Grupo de Nanotecnologia Agroflorestal

O ISI B&F TEM DESENVOLVIDO PESQUISAS NA ÁREA DE COSMÉTICOS E DE SENSORES, UTILIZANDO A NANOCELULOSE E OUTROS BIOMATERIAIS COMO INGREDIENTES NO DESENVOLVIMENTO DOS MESMOS

(GNanoAgro / LCNano / Rede SisNANO, MCTI) da Universidade Federal do Paraná (UFPR), venceu as etapas nacional e internacional do prêmio Blue Sky Young Researchers and Innovation Awards 2022-2023", revela Heloisa.

A Suzano também colabora com universidades e centros de pesquisa no Brasil e no exterior fornecendo amostras para uso em projetos de pesquisa, e apoia a capacitação de pesquisadores e pesqui-

sadoras na pós-graduação. "Buscando identificar potenciais talentos, engajar e capacitar futuros profissionais dentro do contexto de uma grande empresa, criamos, em 2022, em parceria com a USP, um Programa de Talentos para a Inovação, no qual levamos problemas reais para serem discutidos e trabalhados por estudantes em sala de aula, com a mentoria de profissionais experientes da Suzano. Como estímulo à busca por soluções aos desafios propostos, a empresa premiou os melhores trabalhos e contemplou os dois melhores alunos com uma bolsa de iniciação científica de 12 meses", informa Heloisa.

"Embora tenhamos pesquisadores e pesquisadoras especializados(as) atuando nos centros de pesquisa da empresa, sabemos que não conseguimos alcançar todos os objetivos sozinhos e, por isso, acreditamos tanto nas parcerias. Temos alcançado avanços expressivos com resultados bem-sucedidos, a partir das parcerias com diferentes instituições de pesquisa, no Brasil e no exterior, inclusive envolvendo propriedade intelectual compartilhada. Algumas parcerias avançam com mais celeridade, a depender do perfil do parceiro tecnológico", diz a executiva de Pesquisa e Desenvolvimento da Suzano, fazendo um balanço positivo sobre as frentes de trabalho conjunto em andamento.

Estendendo o enfoque às estratégias para acelerar ainda mais esse processo, além de prospectar oportunidades em linhas de fomento tradicionais, Heloisa conta que foi lançada, em parceria com a Suzano Ventures – o *Corporate Venture Capital* (CVC) da Suzano – e o SENAI, a chamada global *(Bio)soluções: o futuro a partir da árvore*. Inédita no setor, a chamada teve como propósito atrair e potencializar novas parcerias com diversos atores do ecossistema brasileiro e internacional de inovação. "No total, foram recebidas 99 propostas envolvendo a participação de 101 instituições. Por meio de iniciativas como essa, temos a oportunidade de avaliar novas ideias, conhecer novos parceiros, além de alavancar o portfólio de projetos da empresa", comenta ela. ■