

REVISTA SOBRE MERCADO E TECNOLOGIA PARA CELULOSE E PAPEL



opapel®

ANO LXXXVII N.º 10, OUTUBRO 2026

YEAR LXXXVII, N.º 10, OCTOBER 2026

MONTHLY JOURNAL ON THE PULP AND PAPER MARKET AND TECHNOLOGIES



**PROJETO SUCURIÚ:
ARAUCO MARCA
UM NOVO CAPÍTULO
PARA A PRODUÇÃO
DE CELULOSE**

**PROJECT SUCURIÚ:
ARAUCO MARKS A
NEW CHAPTER IN
PULP PRODUCTION**



ABTCP



A linha offset Suzano está pronta para novos desafios de impressão.

Uma nova identidade visual acompanha um portfólio de soluções para diferentes processos e aplicações.


ALTA ALVURA
suzano


LASER ALTA ALVURA
suzano

novo*

DIGITAL ALTA ALVURA
suzano


OPAQUE PAPERPERFECT
suzano


LASER PAPERPERFECT
suzano

*Produto disponível em bobina e resma,
com gramatura de 75g/m²

E mais: na família **Alta Alvura**, uma nova opção amplia as possibilidades para impressão digital:



DIGITAL

ALTA ALVURA[®]
SUZANO



brancura superior



excelente nitidez de impressão



controle de umidade



cores mais vibrantes e fiéis



alta qualidade e performance



OPAQUE

PAPERfect[®]
SUZANO



LASER

PAPERfect[®]
SUZANO

Paperfect também integra esse novo momento da linha offset Suzano, com uma identidade renovada e a qualidade que você já conhece.

Um portfólio que combina identidade, qualidade e performance. Conheça a **linha offset Suzano**.

Fale com seu representante comercial.



8. ENTREVISTA: ANA BELIZÁRIO

MADEIRA ENGENHEIRADA APROXIMA FLORESTAS PLANTADAS DA CONSTRUÇÃO DE BAIXO CARBONO



22. FINANÇAS CLIMÁTICAS

O PAPEL DAS CONCESSÕES FLORESTAIS NO FINANCIAMENTO DA CONSERVAÇÃO

6. EDITORIAL – EM ROTA DE DESENVOLVIMENTO, SETOR REGISTRA AVANÇOS E MARCOS INÉDITOS / *ON A PATH OF DEVELOPMENT, THE INDUSTRY ADVANCES AND REACHES NEW MILESTONES*

PÁGINAS VERDES

INDICADORES DO SETOR

13. ESTRATÉGIA & GESTÃO (MARCIO FUNCHAL CONSULTORIA) – O "NOVO" JOGO DA COMPETITIVIDADE NO SETOR DE CELULOSE E PAPEL

16. COLUNA MAPA.SA – RECICLAGEM: DEMANDA, INDÚSTRIA E MERCADO

COLUNAS ASSINADAS

24. LIDERANÇA

26. TRIBUTAÇÃO NA TEORIA E NO PAPEL

28. TWO SIDES

30. LEGISLAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

32. IBÁ

34. COMPETITIVIDADE EM FOCO

40. CARREIRAS E OPORTUNIDADES

42. RADAR

62. PORTAL NEWSPULPAPER EM NOTÍCIAS

72. BIOMASSA E ENERGIA RENOVÁVEL

74. COMISSÕES TÉCNICAS

76. REDE DE INOVAÇÃO

REPORTAGENS

54. REPORTAGEM ESPECIAL – PARAIBUNA CONSOLIDA CICLO DE R\$ 320 MILHÕES E PREPARA CRESCIMENTO PARA ATRAVESSAR GERAÇÕES

64. REPORTAGEM ESPECIAL – AHLSTROM 175 ANOS DE TRANSFORMAÇÃO: DA MADEIRA AOS MATERIAIS ESPECIAIS À BASE DE FIBRAS

68. REPORTAGEM INSTITUCIONAL UNIVERSIDADE SETORIAL ABTCP – PPGCP ALINHA EXPECTATIVAS DE JOVENS PROFISSIONAIS E DEMANDA DA INDÚSTRIA POR MÃO DE OBRA QUALIFICADA



44.

REPORTAGEM DE CAPA



SUCURIÚ ENTRA NA FASE DE INTEGRAÇÃO PARA TRANSFORMAR ESCALA EM OPERAÇÃO

COM CERCA DE 75% DAS OBRAS CONCLUÍDAS E PRIMEIRAS ÁREAS EM PRÉ-COMISSIONAMENTO, ARAUCO AVANÇA NA MONTAGEM INDUSTRIAL ENQUANTO PREPARA BASE FLORESTAL, COLHEITA, FERROVIA, TECNOLOGIA E TERRITÓRIO PARA COLOCAR EM OPERAÇÃO, NO ÚLTIMO TRIMESTRE DE 2027, UMA FÁBRICA DE 3,5 MILHÕES DE TONELADAS ANUAIS DE CELULOSE

ARTIGOS

ARTICLES

80. ARTIGO EMPAPEL

81. ARTIGO TÉCNICO –

CARACTERIZAÇÃO DOS EXTRATIVOS DA MADEIRA E SEUS IMPACTOS NA QUALIDADE DA POLPA KRAFT

89. TECHNICAL ARTICLE –

ENGINEERING MULTILAYER BIO-BASED COATINGS FOR PAPER PACKAGING: FROM FUNCTIONAL LAYER DESIGN TO INDUSTRIAL APPLICATION

VEJA ON-LINE EM/ SEE ONLINE AT

WWW.REVISTAOPAPELDIGITAL.ORG.BR

ABA ESQUERDA “PUBLICAÇÕES” / ON THE LEFT TAB “PUBLICATIONS”

DIRETRIZES PARA ENCAMINHAR ARTIGOS TÉCNICOS À REVISTA O PAPEL / DIRECTIVES TO FORWARD TECHNICAL ARTICLES TO O PAPEL MAGAZINE

DIRETORIA

98. CONSELHOS DE ADMINISTRAÇÃO E ESTRUTURA EXECUTIVA DA ABTCP

ANUNCIANTES

ANDRITZ BRASIL LTDA.
 BELLMER GMBH
 CHENG YANG TECH (QUZHOU) CO., LTD. (PHASE TWO)
 EKONOVA QUÍMICA DO BRASIL LTDA.
 EMTEC ELETRONICS
 ENFIL SA CONTROLE AMBIENTAL
 EVERLLENCE SWITZERLAND LTD.
 INDÚSTRIA DE CARTÃO SBRAVATI LTDA.
 KADANT SOUTH AMERICA LTDA.
 KEMIRA OY
 MWN MASCHINENFABRIK GMBH
 NOURON PULP AND PERFORMANCE INDÚSTRIA QUÍMICA LTD.
 PCF MAINTENANCE B.V
 PERÓXIDOS DO BRASIL LTDA.
 SUZANO S.A.
 SWAN INSTRUMENTOS ANALITICOS DO BRASIL LTDA.
 VALMET CELULOSE PAPEL E ENERGIA LTDA.
 VISLAB SIGNAL TECHNOLOGIES OY
 VOITH PAPER MAQ E EQUIPAMENTOS LTDA.





POR/BY PATRÍCIA CAPO

Coordenadora de Publicações da
ABTCP e Editora responsável da *O Papel*
Tel.: (11) 97689-0857 • E-mail: patriciacapo.ext@abtcp.org.br
ABTCP's Publications Coordinator and Editor of *O Papel*
Phone: (11) 97689-0857 • E-mail: patriciacapo.ext@abtcp.org.br



ON A PATH OF DEVELOPMENT, THE INDUSTRY ADVANCES AND REACHES NEW MILESTONES

This special print edition of *O Papel*, distributed at **ABTCP 2026 – 58th Pulp and Paper International Congress and Exhibition**, features **Arauco's Sucuriú Project** as its **Cover Story**, marking a new chapter in Brazil's pulp production history.

With approximately 75% of construction completed, the project is still in the most intensive phase of electromechanical installation. Major equipment continues to arrive, and structures rising dozens of meters are taking shape across the industrial complex. Meanwhile, some facilities are already undergoing pre-commissioning tests, signaling a gradual shift from the challenge of building a mill to preparing all its systems to operate in an integrated manner. Located in Inocência, Mato Grosso do Sul, the Sucuriú Project is scheduled to begin operating in the fourth quarter of 2027, with an annual production capacity of 3.5 million tons of pulp.

Through its investment in this new mill, Arauco is also contributing to job creation in Brazil amid challenging global market conditions. While this new facility is taking shape, other companies are approaching two centuries of history. One example is Ahlstrom, featured in a special report celebrating its 175th anniversary.

Beyond these highlights, this issue also features a special report on Paraibuna, which completed a BRL 320 million investment cycle and is preparing for growth that will carry the company into future generations. To this end, Paraibuna improved asset efficiency and expanded into new markets, combining modernization, renewable energy, vertical integration, and governance.

The examples featured in our October 2026 editorial demonstrate the industry's ability to overcome challenges in a country marked by cultural diversity and structural issues that are becoming increasingly complex amid tax reform, elections, and global tariff pressures. At the same time, the bioeconomy—the theme of this year's ABTCP Congress—is bringing renewed attention to strengthening the industry's value chain and expanding its connections with sectors that have traditionally been less closely associated with pulp and paper.

One such example is the construction industry. This month's **Interview** with Ana Belizário, a director at Urbem, a Brazilian company dedicated to the large-scale production of engineered wood, explores how this material is gaining ground amid growing demand for decarbonization and biomaterials.

This month's editorial concludes with an important achievement for ABTCP and *O Papel*. As the magazine approaches its centennial, it is entering a new chapter in its history. Having recently achieved indexing, the publication now assigns Digital Object Identifiers (DOIs) to its technical papers, strengthening the traceability, visibility, and recognition of scientific publications. This issue also presents original technical papers, marking a new phase for the publication.

Together with our scientific editor, Professor José Borges Gomes of the Federal Rural University of Rio de Janeiro (UFRRJ), we invite congress participants, exhibitors, and students to submit their future technical papers to *O Papel* through our online submission system: <https://artigostecnicosabtcp.revistaopapel.org.br/>

We wish you an excellent ABTCP 2026 and a great read!

EM ROTA DE DESENVOLVIMENTO, SETOR REGISTRA AVANÇOS E MARCOS INÉDITOS

Esta edição especial da *O Papel* que entra em circulação no **ABTCP 2026 – 58.º Congresso e Exposição Internacional de Celulose e Papel** – em formato impresso traz um conteúdo relevante em **Reportagem de Capa: o Projeto Sucuriú, da Arauco**, marcando um novo capítulo da história do Brasil na produção de celulose.

Com cerca de 75% das obras concluídas, o canteiro ainda vive o período de maior intensidade das instalações eletromecânicas, grandes equipamentos continuam chegando e estruturas de dezenas de metros avançam sobre o complexo industrial. Ao mesmo tempo, algumas plantas já começam a passar por testes de pré-comissionamento, sinal de que, gradualmente, o desafio deixa de ser apenas construir uma fábrica e passa a ser preparar todos os seus sistemas para funcionar de maneira integrada. O Projeto Sucuriú, localizado em Inocência-MS, entrará em operação no último trimestre de 2027 com uma capacidade produtiva de 3,5 milhões de toneladas anuais de celulose.

Em rota de desenvolvimento, a Arauco avança a partir do investimento nesta nova fábrica também na geração de empregos no país em um cenário desafiador de mercado mundial. Enquanto a nova fábrica vai nascendo, outras vão chegando perto de mais de dois séculos de fundação, como a Ahlstrom que ganha evidência em reportagem especial sobre os seus 175 anos.

Além desses destaques editoriais, esta edição tem também uma reportagem especial sobre a Paraibuna que consolidou ciclo de investimento de R\$ 320 milhões e prepara crescimento para atravessar gerações. Para tanto, a empresa avançou em eficiência dos ativos e abriu novas frentes de mercado, agregando modernização, energia renovável, verticalização e governança.

O setor vai a partir desses exemplos retratados em nosso editorial de outubro de 2026 demonstrando na prática sua capacidade de superação em um país com diversidades culturais e questões estruturais que se acirram em um cenário de reforma tributária, eleições e desafios globais de tarifas. Contudo, na bioeconomia, tema do Congresso ABTCP deste ano, o fortalecimento da cadeia produtiva ganha relevância em setores até então não tão próximos.

A exemplo disso, na construção civil o nosso destaque de **Entrevista** com a diretora da Urbem, indústria brasileira dedicada à produção de madeira engenheirada em larga escala, Ana Belizário, mostra como a madeira engenheirada ganha espaço neste contexto de descarbonização, entre outras demandas por biomateriais.

Em nosso editorial deste mês se completa com uma conquista registrada pela própria ABTCP na revista *O Papel*, que traz nesta edição artigos técnicos inéditos que marcam um novo ciclo próximo do centenário desta publicação, que conquistou recentemente a indexação e passa a atribuir aos autores de artigos técnicos o DOI (Digital Object Identifier), fortalecendo a rastreabilidade, a visibilidade e o reconhecimento das publicações científicas. Em conjunto com o nosso editor-científico responsável, professor José Borges Gomes (UFRRJ) convidamos os congressistas e expositores, bem como estudantes a encaminhar seus futuros trabalhos técnicos a *O Papel* pelo sistema de submissão em <https://artigostecnicosabtcp.revistaopapel.org.br/>

Um excelente ABTCP 2026 e uma ótima leitura!

Ano LXXXVII N.º 10 Outubro/2026 - Órgão oficial de divulgação da ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel, registrada no 4.º Cartório de Registro de Títulos e Documentos, com a matrícula número 270.158/93, Livro A. • Year LXXXVII #10 October 2026 • Official publication by ABTCP - Brazilian Pulp and Paper Technical Association, registered with the 4th Registry of Deeds and Documents, under registration number 270.158/93, Book A. Revista mensal de tecnologia em celulose e papel, ISSN 0031-1057 / Monthly Journal of Pulp and Paper Technology, ISSN 0031-1057

Redação e endereço para correspondência / Address for contact: Edifício Brascan Century Corporate – Rua Joaquim Floriano, 466 – Bloco C – 8.º andar – Itaim Bibi – São Paulo / SP • site: www.abtcp.org.br
CEP: 04534-002 • e-mail: patriciacapo.ext@abtcp.org.br

Conselho Editorial / Editorial Committee: André Magnabosco, Carime Kanbour, Cindy Correa, Luciana Souto e Sidnei Ramos (Em definição dos demais conselheiros / Other members being defined)

Comitê Unificado de Avaliadores de Trabalhos Técnicos ABTCP/ ABTCP Technical Paper Evaluation Committee: Editor Técnico Designado/Technical Editor in Charge: Fernando José Borges Gomes/Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ); **Jornalista e Editora Responsável / Journalist and Editor in Charge:** Patrícia Capó - MTB 26.351-SP • **Reportagens / Articles:** Fernanda Capó e Thais Santi • **Revisão / Revision:** Mônica Reis • **Tradução para o inglês / English Translation:** Okidokie Traduções • **Projeto Gráfico / Graphic Design:** Fmais Design e Comunicação | www.fmais.com.br • **Editor de Arte / Art Editor:** Fernando Emilio Lenci • **Produção / Production:** Fmais Design e Comunicação •

Impressão / Printing: Melting Color • **Papel/Paper** (capa e miolo / cover paper and internal pages) - Fornecido pela SUZANO / Supplied by SUZANO • **Distribuição / Distribution:** Distribuição Nacional pelos Correios e Pack Express •

Publicidade e Assinatura / Advertising and Subscriptions: Cel. (11) 9.7687-5175 • e-mail: wallace@abtcp.org.br • **Representative in Europe:** Nicolas Pelletier - RNP Tel.: + 33 682 25 12 06 • e-mail: rep.nicolas.pelletier@gmail.com • **Publicação indexada/Indexado Journal:** *A Revista *O Papel* está totalmente indexada pelo/ *O Papel* is totally indexed by: Periódica - Índice de Revistas Latinoamericanas em Ciências / Universidad Nacional Autónoma de México, periódica.unam.mx; e parcialmente indexada pelo/ and partially indexed by: Chemical Abstracts Service (CAS), www.cas.org; em/in Elsevier, www.elsevier.com; e no/and in Scopus, www.info.scopus.com • Classificações da *O Papel* no Sistema Qualis pelo ISSN 0031-1057: B2 para Administração, Ciências Contábeis e Turismo; e B3 para Engenharias II; B4 para Engenharias I; e B5 para Ciências Agrárias I. • Os artigos assinados e os conceitos emitidos por entrevistados são de responsabilidade exclusiva dos signatários ou dos emittentes. É proibida a reprodução total ou parcial dos artigos sem a devida autorização / Signed articles and concepts issued by interviewees are the exclusive responsibility of the signatories or people who issued the opinions. The total or partial reproduction of articles is prohibited without prior authorization.

VOITH

Produção de papel >sem imprevistos.

Nossos serviços identificam e resolvem problemas, reduzem tempos inativos, assegurando produção confiável e aumentando a produtividade.

Voith Service.
Um passo à frente.



voith.com

MADEIRA ENGENHEIRADA APROXIMA FLORESTAS PLANTADAS DA CONSTRUÇÃO DE BAIXO CARBONO

A busca por materiais de menor impacto climático vem aproximando dois setores que historicamente tiveram pouca interação no Brasil: a indústria de base florestal e a construção civil. Nesse movimento, a madeira engenheirada começa a ampliar as possibilidades de aplicação da matéria-prima proveniente de florestas plantadas, transformando-a em painéis, vigas, pilares e outros componentes estruturais capazes de permanecer incorporados às edificações por décadas.

Diretora da Urbem, indústria brasileira dedicada à produção de madeira engenheirada em larga escala, **Ana Belizário** acompanha a expansão desse mercado e a incorporação de tecnologias como Cross Laminated Timber (CLT) e glulam ou MLC, madeira laminada colada, em projetos de diferentes portes. Nesta entrevista à *O Papel*, a executiva explica como esses sistemas funcionam, aborda seus benefícios ambientais e construtivos e analisa as oportunidades que podem surgir para a cadeia brasileira de árvores plantadas à medida que floresta, indústria e cidades passam a se conectar de novas maneiras.

POR FERNANDA CAPO
Especial para *O Papel*

“A indústria de base florestal pode deixar de estar apenas na origem da cadeia e passar a participar também da solução de um dos maiores desafios urbanos das próximas décadas.”

O Papel – Para começar apresentando esse universo aos leitores, o que se entende por madeira engenheirada e quais são hoje as principais tecnologias disponíveis para uso estrutural na construção civil? Como funcionam sistemas como CLT e glulam?

Ana Belizário – Madeira engenheirada é a madeira que passa por um processo industrial: ela é selecionada, classificada, cortada em peças menores e depois colada e prensada para formar elementos estruturais grandes, resistentes e com desempenho previsível. Em outras palavras, a indústria transforma matéria-prima natural em material de construção preciso, estável e confiável, com qualidade medida e controlada.

Entre as principais soluções estão o CLT, ou madeira laminada colada cruzada, e o glulam, também chamado de MLC, madeira laminada colada. No CLT, as lamelas são dispostas em camadas cruzadas e coladas, formando grandes painéis utilizados principalmente em paredes, lajes e coberturas. Já no glulam, as lamelas são coladas no mesmo sentido, uma sobre a outra, formando elementos lineares como vigas e pilares, inclusive com grandes comprimentos e diferentes geometrias.

Na prática, os dois sistemas são complementares. O CLT permite trabalhar com elementos planos e grandes painéis, enquanto o glulam oferece liberdade para estruturas lineares e vãos maiores. A combinação entre eles amplia bastante as possibilidades de projeto e permite um grau de industrialização que seria muito difícil alcançar utilizando apenas madeira maciça convencional.

O Papel – Que tipos de edificações e estruturas já podem ser construídos com madeira engenheirada? Até que ponto essas tecnologias ampliaram as possibilidades de uso da madeira?

Ana – Hoje, a madeira engenheirada pode ser utilizada em uma variedade muito grande de tipologias, incluindo residências, edifícios multifamiliares, hotéis, restaurantes, lojas, escritórios, escolas, equipamentos públicos, galpões, estru-

NOS PRÓXIMOS ANOS, A PRINCIPAL TRANSFORMAÇÃO PODE ESTAR JUSTAMENTE NA INTEGRAÇÃO ENTRE FLORESTA, INDÚSTRIA E CIDADE

turas industriais e projetos de uso misto. Também pode ser empregada em ampliações e expansões de edificações existentes, inclusive em situações nas quais o peso da nova estrutura é uma questão importante.

Essa é uma das principais mudanças em relação ao uso tradicional da madeira na construção. Ela deixou de estar associada apenas a casas, coberturas ou elementos de acabamento e passou a ser considerada também um sistema estrutural para projetos de maior escala e complexidade.

No Brasil, já temos exemplos concretos dessa evolução. A Urbem participou de projetos que vão de estabelecimentos comerciais e residenciais a equipamentos institucionais e obras públicas. Nosso portfólio reúne mais de 30 projetos, no Brasil e no exterior, incluindo o Edifício IBÁ, a Fábrica da Dengo, o McDonald's Paraíso, o Open Mall Praça Pitiguari, o Sítio Vale Verde, escolas públicas e o resort Rosewood Ranfaru, nas Maldivas.

O Papel – Uma das principais razões para o interesse crescente pela madeira engenheirada é sua contribuição potencial para a descarbonização da construção. Quais são os principais benefícios ambientais desses sistemas?

Ana – O primeiro ponto é que a madeira é uma matéria-prima renovável,

desde que proveniente de uma cadeia florestal responsável. Durante o crescimento das árvores, o carbono da atmosfera é incorporado à biomassa, e quando essa madeira é transformada em produtos de longa duração, parte desse carbono permanece armazenada no material durante sua vida útil.

Existe ainda a possibilidade de utilizar a madeira no lugar de materiais, cuja produção emite mais gases de efeito estufa, como concreto e aço, ou em combinação com eles. Isso precisa ser analisado caso a caso, mas representa uma oportunidade importante para reduzir as emissões da construção.

Além disso, a industrialização associada à madeira engenheirada traz ganhos para o próprio processo construtivo. A fabricação ocorre em ambiente industrial, com maior controle e precisão, e os componentes chegam ao canteiro preparados para montagem. Isso pode reduzir desperdícios, geração de resíduos, consumo de recursos e tempo de obra. Portanto, o benefício ambiental não está apenas na matéria-prima, mas na combinação entre floresta, indústria e construção.

O Papel – Como funciona, na prática, o armazenamento do carbono capturado pelas árvores em um edifício de madeira engenheirada e por que isso é relevante para estratégias de baixo carbono?

Ana – A árvore retira CO₂ da atmosfera por meio da fotossíntese e armazena carbono em sua biomassa. Quando a madeira é transformada em um produto estrutural de longa duração, como CLT ou glulam, parte desse carbono continua armazenada naquele produto durante todo o período em que ele permanece em uso.

Em um edifício, isso significa que a própria estrutura passa a guardar um carbono que antes estava na atmosfera. É como se uma parte da floresta continuasse trabalhando dentro da cidade. Quanto mais tempo a estrutura durar e quanto melhor for o reaproveitamento da madeira ao fim da vida útil, maior será esse benefício.

Mas é importante não simplificar essa equação. O benefício climático depende da origem da madeira, do manejo da floresta, processamento, transporte, durabilidade do produto e de sua destinação final. Por isso, falar em madeira como solução de baixo carbono exige olhar para toda a cadeia, e não apenas para o edifício isoladamente.

O Papel – Para o setor brasileiro de árvores plantadas, tradicionalmente associado à produção de celulose, papel, painéis e energia, que oportunidades a madeira engenheirada pode abrir para valorização e diversificação da matéria-prima florestal?

Ana – A madeira engenheirada abre uma oportunidade importante de ampliar o uso da madeira de florestas plantadas em produtos de maior valor agregado. O Brasil desenvolveu uma cadeia florestal extremamente eficiente, mas uma parcela relevante dessa produção está concentrada em mercados já consolidados. A construção civil cria uma nova frente importante para essa matéria-prima.

Isso significa olhar para a floresta não apenas como fonte de produtos de ciclo mais curto, mas também como origem de materiais estruturais que podem permanecer incorporados às cidades durante décadas.

É uma oportunidade de aproximar duas indústrias que historicamente estiveram mais distantes: a indústria florestal e a construção civil. A madeira engenheirada cria essa ponte e pode contribuir para diversificar mercados, estimular inovação tecnológica e aumentar o valor agregado associado à produção florestal brasileira.

O Papel – O Brasil reúne uma base florestal plantada altamente produtiva e uma cadeia industrial desenvolvida. Que vantagens essa estrutura oferece para a expansão de uma indústria nacional de madeira engenheirada?

Ana – O Brasil parte de uma condição bastante favorável: temos uma ca-

deia de florestas plantadas consolidada, conhecimento técnico acumulado, capacidade industrial e disponibilidade de matéria-prima. Também contamos com uma indústria de produtos de madeira desenvolvida e uma engenharia capaz de trabalhar com soluções estruturais sofisticadas.

O desafio é transformar essas vantagens em uma cadeia específica para a construção civil, com escala, padronização, mão de obra especializada e integração entre projeto, fabricação e montagem.

A existência de uma indústria nacional também é importante porque reduz a dependência de produtos importados e permite adaptar tecnologia e processos às características das nossas florestas e às necessidades do mercado brasileiro. A própria trajetória da Urbem mostra esse movimento: implantamos em Almirante Tamandaré-PR uma fábrica de madeira engenheirada em larga escala. Temos classificação própria da madeira, tratamento em autoclave e laboratório próprio, o que permite garantir a qualidade e a durabilidade de cada peça. Hoje, atendemos ao mercado brasileiro e projetos em países como Argentina, Chile, Maldivas e Porto Rico.

O Papel – A origem da madeira aparece como ponto central quando se fala em sustentabilidade. Qual é a importância de certificação, rastreabilidade e manejo responsável?

Ana – É fundamental, porque não basta afirmar que a madeira é renovável. É preciso saber de onde ela vem, como aquela floresta foi manejada e quais práticas foram adotadas ao longo da cadeia.

A certificação e a rastreabilidade ajudam a dar transparência a esse processo, permitindo verificar a origem da matéria-prima e as condições em que ela foi produzida. O manejo responsável precisa conciliar produção, regeneração da floresta, conservação dos recursos naturais e respeito às condições sociais e ambientais associadas à atividade.

Quando falamos de construção de baixo carbono, a origem da madeira faz parte da própria equação ambiental. Uma solução só consegue entregar todo o seu potencial quando existe responsabilidade desde a floresta até a fabricação, especificação, utilização e destinação do produto. Na Urbem, esse compromisso é comprovado por certificações independentes: temos a certificação FSC e somos uma Empresa B.

O Papel – Além da matéria-prima renovável, a madeira engenheirada está associada à industrialização da construção. Que impactos esse modelo pode trazer em resíduos, produtividade e prazo de obra?

Ana – Essa talvez seja uma das transformações mais importantes proporcionadas pela madeira engenheirada. A obra deixa de depender exclusivamente de processos executados no canteiro e passa a incorporar uma etapa industrial muito mais relevante.

Os componentes são produzidos previamente, com projeto e fabricação integrados, e chegam à obra prontos para serem montados. Isso aumenta a precisão, reduz perdas de material e diminui a quantidade de resíduos gerados no canteiro. Também pode reduzir significativamente o prazo de execução e a interferência sobre o entorno, algo muito importante em áreas urbanas.

No caso da Dengo, por exemplo, a estrutura de madeira foi montada em um prazo bastante curto. A experiência mostra como a produção na fábrica pode transformar o canteiro em um espaço principalmente de montagem, com peças que já chegam prontas para instalação.

O Papel – Em que estágio está o mercado brasileiro de madeira engenheirada e o que ainda precisa avançar para que essas soluções ganhem maior escala?

Ana – O mercado brasileiro já passou da fase de experimentação, mas ainda está em um estágio de consolidação.

Temos projetos construídos, indústria instalada, profissionais especializados e um número crescente de arquitetos, engenheiros e incorporadores familiarizados com a tecnologia. Ao mesmo tempo, ainda existe muito espaço para ampliar escala e conhecimento.

Os segmentos comercial, corporativo, residencial, hoteleiro e institucional apresentam oportunidades importantes, assim como as obras públicas. A experiência recente com escolas estaduais de São Paulo é um exemplo de como a madeira engenheirada pode ser incorporada a projetos de infraestrutura pública em escala. O programa prevê 16 escolas com coberturas em madeira engenheirada, em sistema construtivo misto.

Para avançar, precisamos continuar desenvolvendo a cadeia de fornecedores, formar mão de obra, ampliar o conhecimento técnico e incorporar a madeira engenheirada desde as primeiras

etapas do projeto. Também é importante que o mercado deixe de enxergar a madeira apenas como alternativa estética e passe a compreendê-la como solução estrutural e industrial.

E precisamos continuar desfazendo alguns mitos. A madeira engenheirada apresenta bom desempenho em situação de incêndio porque forma uma camada de carvão na superfície que protege o interior da peça e, com tratamento adequado e bom projeto, oferece elevada durabilidade, inclusive contra cupins e umidade.

O Papel – Olhando para os próximos cinco a dez anos, qual papel a madeira engenheirada poderá ocupar na construção brasileira e como sua expansão pode aproximar a indústria florestal das agendas de urbanização e descarbonização?

Ana – A madeira engenheirada tende a deixar de ser vista como uma solução

de nicho e passar a ocupar um espaço cada vez mais relevante dentro do conjunto de tecnologias disponíveis para a construção civil. Trata-se de ampliar as possibilidades de escolha e combinar diferentes sistemas de acordo com as características de cada projeto.

Nos próximos anos, a principal transformação pode estar justamente na integração entre floresta, indústria e cidade. O Brasil tem uma das cadeias florestais mais desenvolvidas do mundo e, ao mesmo tempo, enfrenta o desafio de construir e transformar suas cidades com mais eficiência e menor impacto ambiental.

A indústria de base florestal pode deixar de estar apenas na origem da cadeia e passar a participar também da solução para um dos maiores desafios urbanos das próximas décadas: construir mais, só que de um jeito diferente e mais responsável. ■



Há mais de 30 anos transformando desafios ambientais em soluções sustentáveis.

Empreendimento que traduz inovação, parceria e responsabilidade

No país desde 2002, a Arauco atua nos segmentos Florestal e de Madeiras, e, nesse novo ciclo de expansão, o Projeto Sucuriú marca a entrada da divisão de celulose da Arauco no Brasil, com a construção de uma planta com capacidade de produção de 3,5 milhões de toneladas de fibra curta de celulose por ano.

Mais do que um investimento em infraestrutura, o Projeto Sucuriú representa um importante vetor de desenvolvimento para Inocência e toda a região. Com foco na sustentabilidade, na geração de valor compartilhado e no fortalecimento das comunidades locais, a iniciativa impulsiona transformações econômicas e sociais que tendem a se refletir por décadas.

Nesse contexto, a participação da Enfil e da Passarelli, reunidas no Consórcio Águas de Sucuriú, reforça o compromisso das empresas com a execução de empreendimentos estratégicos para o crescimento do país. Contribuir para a implantação de um projeto dessa magnitude é motivo de orgulho e, ao mesmo tempo, uma oportunidade de deixar um legado positivo para o setor industrial e para a sociedade brasileira.

INOVAÇÃO

A capacidade da ETA (Estação de Tratamento de Água) por ultrafiltração é de 12.200 m³/h (3,4 m³/s), sendo (17+1 skids de 787 m³/h), o que por si só nesta capacidade a torna a maior planta do mundo, e é composta por: pré-tratamento por Filtros Disco (15+1 x 842 m³/h); módulos de ultrafiltração com membranas DuPont; Tanque de água ultrafiltrada de 54.000 m³, com diâmetro de 95 m e altura cilíndrica de 8,5 m; adensamento de lodo por Flotação por Ar Dissolvido

(DAF) em aço AISI 304 (capacidade de 500 m³/h e diâmetro de 10 m); Sistema de Tratamento de Água Potável com capacidade de 100 m³/h, além de dosagem de químicos e demais unidades. O sistema foi projetado para consumir menos recursos e gerar menores custos de operação e manutenção. Na aplicação do BFWTP (Boiler Feed Water Treatment Plant) ou ETAC, a Desmineralização (DESMI) e o polimento de condensado totalizam 2.800 m³/h. Esta é também a maior planta do mundo para esta aplicação. A inovação é que, neste caso, por tratar-se de alimentação vinda de uma planta de ultrafiltração, não há necessidade de um pré-tratamento para alimentar a DESMI, composta por módulos de Osmose Reversa - OR (5+1 x 350 m³/h - bruto); cadeia de Leito Misto para polimento de condensado (8+1 x 350 m³/h); resfriamento e filtração de vapor condensado (SCCF) (5+1 x 440 t/h) e tratamento de água de selagem (730 m³/h).

GARANTIAS – AFTER SALES SERVICE

A Enfil traz sua especialidade em tratamento de águas e efluentes industriais, unindo inovação tecnológica, confiabilidade e eficiência energética, sempre com foco na preservação ambiental. Já a Passarelli agrega sua reconhecida competência em obras industriais de grande porte e gestão de empreendimentos.

Este projeto vai muito além de um contrato. É uma parceria de longo prazo, construída sobre confiança, inovação e responsabilidade. Mais do que que entregar sistemas e obras, estamos entregando o futuro.



Este projeto vai muito além de um contrato. É uma parceria de longo prazo, construída sobre confiança, inovação e responsabilidade. Mais do que entregar sistemas e obras, estamos entregando o futuro.





ARQUIVO PESSOAL

**POR MARCIO FUNCHAL**Fundador da Marcio Funchal Consultoria.
E-mail: marcio@marciofunchal.com.br

O “NOVO” JOGO DA COMPETITIVIDADE NO SETOR DE CELULOSE E PAPEL

O setor de celulose e papel florestal brasileiro vive um momento de inflexão. Durante anos, a lógica era relativamente simples: plantar mais, aumentar a escala industrial e aproveitar a vantagem natural de custo de fibra baixo, quando comparado com fábricas tradicionais do hemisfério norte. Essa fórmula funcionou. O Brasil se consolidou como um dos maiores e mais competitivos *players* globais de celulose e papel.

Mas o cenário mudou: apenas crescer em área ou em capacidade instalada deixou de ser suficiente. Na minha humilde visão, aquele velho bordão de vantagem competitiva de maior produtividade florestal da galáxia não faz mais o Brasil ser a última empadinha da festa. Na prática, a frase virou lenda do marketing.

Na verdade, caro leitor, há mais de uma década o novo jogo é de eficiência *door to door*, produtividade real do capital investido e capacidade de prosperar em um ambiente muito mais complexo e pressionado.

Hoje, a competitividade não depende apenas do que acontece dentro da porteira ou da fábrica. Ela é testada por forças globais e por desafios internos que, juntos, colocam em xeque vantagens que pareciam estruturais.

O cenário global de competitividade

No plano internacional, o quadro é desafiador. A indústria de celulose de fibra longa (Pinus e outras coníferas) no Hemisfério Norte atravessa uma clara desaceleração. Fechamentos e racionalização de capacidade se tornaram recorrentes na América do Norte e na Europa. Demanda fraca, fábricas tradicionalmente antigas, custos elevados e inventários altos forçaram várias empresas a reduzir produção ou simplesmente encerrar operações.

Enquanto isso, no lado da fibra curta (basicamente Eucalipto, no Brasil), o movimento é oposto: há sobreoferta atual e ela tende a aumentar nos próximos anos. Os megaprojetos brasileiros estão no centro dessa dinâmica. A Suzano, com o Cerrado em Ribas do Rio Pardo, já opera a maior linha única do mundo, com capacidade nominal de 2,5 milhões de toneladas e expectativa de superar 2,7 milhões a partir de 2027 por ganhos de

eficiência. A Arauco avança com o Sucuriú, em Inocência-MS, um investimento com capacidade de produção de 3,5 milhões de toneladas, com *startup* previsto para o final de 2027. Esses volumes se somam a uma mudança importante no mercado chinês, onde a capacidade integrada de polpa cresceu de forma acelerada e reduziu o ritmo de crescimento das importações de celulose fabricada no Brasil. O resultado é um ambiente de preços mundiais mais pressionados e margens mais apertadas para quem produz *commodity* e depende majoritariamente do mercado chinês.

Ao mesmo tempo, o Cone Sul aquece. Uruguai, Chile, Argentina e Paraguai estão no radar de novos investimentos florestais e industriais. O Uruguai continua atraindo capital internacional para processamento e expansão de base. O Paraguai quase dobrou sua área plantada em poucos anos e registra recordes de exportação de produtos florestais, reacendendo a estratégia de abrigar seu 1.º grande projeto de celulose. Chile e Argentina também movimentam projetos, atrapalhados nos últimos anos por revisões de políticas ambientais e situação econômica interna. Esses países competem por capital, terra e espaço nos mesmos mercados em que o Brasil atua, elevando a pressão competitiva regional.

Se o cenário externo já exige atenção, os desafios internos são igualmente relevantes e, em alguns casos, ainda pouco dimensionados pela indústria.

O novo regime tributário e o desarranjo nas cadeias produtivas

A partir de 2026, com a entrada em vigor da Reforma Tributária (IBS e CBS), o Brasil inicia uma transição que deve gerar um desarranjo generalizado nas cadeias produtivas (antes mesmo de ser implementado, já há disputas jurídicas de empresas com os Estados, sobre base de cálculo dos impostos durante o período de transição).

Poucos perceberam, mas o impacto da reforma será particularmente duro sobre os pequenos e médios prestadores de serviço, exatamente o elo que sustenta boa parte da operação florestal e industrial (colheita, transporte, manutenção, silvicultura, serviços especializados e apoio logístico).

Hoje, muitos desses prestadores operam com carga tribu-



tária efetiva moderada, mas conhecida e gerenciável. No novo modelo, a alíquota nominal combinada de IBS e CBS que deve ficar entre 25% e 30%. Como a maior parte dos custos desses prestadores é mão de obra (o que não gera crédito tributário significativo), a capacidade de abatimento fica muito limitada. Na prática, a carga efetiva sobre o valor do serviço pode saltar de patamares atuais próximos dos 15% (ou até menos) para níveis que se aproximam de 30%.

Esse aumento não fica só na conta do prestador. Ele é repassado. O preço dos serviços tende a subir de forma relevante, e a indústria ainda parece não ter dimensionado completamente a gravidade do fenômeno. Daqui para frente, a decisão de compra deixa de ser apenas “qual o menor preço” e passa também a incluir uma análise crítica: esse fornecedor gera crédito tributário ou não? Quem não gera crédito vira custo cheio para o contratante. Na ponta, isso eleva o custo operacional de toda a cadeia – desde o manejo e a colheita até o transporte da madeira até o pátio da fábrica.

O efeito é em cascata. Empresas de maior porte, com estrutura tributária mais sofisticada, conseguem se proteger melhor e negociar condições que preservem créditos. Já os prestadores menores, que formam a base da operação em muitas regiões, enfrentam maior pressão de margem e podem repassar quase integralmente o aumento. O resultado é uma elevação silenciosa, porém consistente, dos custos indiretos da atividade florestal e industrial. Em um setor que já opera com margens pressionadas por sobreoferta de fibra curta e custo de capital elevado, esse acréscimo tributário, na base da cadeia de valor, chega em um momento especialmente delicado.

Em resumo, a Reforma Tributária não apenas muda a forma de calcular impostos. Ela redesenha a dinâmica de custos da cadeia de serviços e obriga as empresas a revisarem fornecedores, contratos e a própria estrutura de contratação. Quem tratar o tema apenas como “ajuste contábil” corre o risco de descobrir, daqui a poucos meses, que o custo real de operar subiu mais do que o previsto.

Custo econômico real da fibra e o efeito escala dos megaprojetos

A indústria de celulose e papel no Brasil tornou-se fortemente dependente de megaprojetos. Esses empreendimentos trazem escala e eficiência industrial, já que o conceito embutido é a redução do custo fixo pelo aumento da capacidade industrial. Contudo, o principal sintoma de megaprojetos é uma planta industrial “sedenta” por fibra, o que resulta em expansão do raio de abastecimento de madeira.

Quanto maior a fábrica, maior a distância média ponderada que a fibra precisa percorrer até o pátio. Isso adiciona custo logístico relevante. Isso também faz com que se busque terras onde não há tradição florestal, com propriedades onde a deficiência nutricional do solo é mais impactante. Na ponta inversa,

ao expandir o raio de abastecimento, entra-se às vezes em regiões tradicionalmente agrícolas, com solos ricos e profundos, mas com preços muito acima daqueles que a atividade florestal consegue remunerar.

Some-se a isso tudo o custo de capital cada vez mais elevado no Brasil. Juros altos pressionam o tamanho da dívida das empresas e elevam a exigência de retorno dos projetos. Contabilmente, o custo da fibra sobe. Economicamente, ele explode. O ciclo longo de plantar, manejar e colher a madeira carrega anos de incerteza macroeconômica e de custo de capital elevado. O que parece uma vantagem de custo de fibra no papel se transforma, na prática, na última linha do DRE, em uma equação bem mais cara e arriscada quando se considera o valor do dinheiro no tempo e as incertezas do ciclo completo.

Desafios internos: os pilares que ainda sustentam a competitividade

Mesmo diante desse quadro, o Brasil ainda preserva pilares importantes de competitividade. A produtividade florestal (genética e programa de manejo adaptados para cada parte do território nacional, o que proporcionam crescimento ótimos dos plantios) continua entre as melhores do mundo.

A eficiência operacional, quando bem executada, gera ganhos reais. E nisso as indústrias têm investido consistentemente, mesmo nas companhias de produtos de papel mais antigas, onde a tecnologia das máquinas por vezes já está superada, mas ainda em boas condições de operar. A logística e a infraestrutura, embora desafiadoras, ainda permitem operações de grande escala. O investimento privado tem surtido efeitos na ampliação dos terminais portuários e nos inúmeros centros de distribuição logística Brasil à fora.

A questão é que esses pilares agora precisam ser defendidos com muito mais disciplina. A escala, se mal gerida, deixa de ser vantagem e vira fonte de ineficiência. O custo de fibra deixa de ser dado e passa a ser variável crítica. E a cadeia de serviços deixa de ser apenas suporte operacional para se tornar um ponto de atenção tributária e de custo.

Conclusão

O setor brasileiro não perdeu ou ganhou sua vantagem competitiva de uma hora para outra. Mas ela está sendo testada de forma simultânea por forças globais de oferta e demanda e por fatores internos que elevam o custo real de operar. Quem continuar olhando apenas para volume plantado ou para capacidade instalada corre o risco de descobrir, mais adiante, que a conta não fecha como antes. A próxima fase será de quem conseguir extrair mais eficiência de cada hectare, de cada metro cúbico transportado e de cada real investido. Quem entender que competitividade, agora, é uma equação bem mais completa e exigente, terá vantagem sobre os demais. ■



Consultoria especializada na excelência da Gestão Empresarial e da Inteligência de Negócios. Empresa jovem que traz consigo a experiência de mais de 30 anos de atuação no mercado, sendo os últimos 20 anos dedicados a projetos de consultoria em mais de 10 países e em quase todo o território nacional.
www.marcofunchal.com.br
marcio@marcofunchal.com.br
41 99185-0966

UM IMPULSO À QUALIDADE DO PAPEL E À EFICIÊNCIA

A Bellmer moderniza a MP4 na Smurfit Westrock Zülrich Paper com a TurboFilmSizer

A unidade de Zülrich é uma das principais fábricas de papel da Smurfit Westrock na Alemanha, produzindo tipos de cartão de alta qualidade para a indústria de embalagens a partir de papel 100% reciclado. Através de processos avançados de reciclagem, a fábrica dá uma importante contribuição para a economia circular, ao mesmo tempo que abastece inúmeras fábricas de embalagens de cartão ondulado com tipos de papel de alto desempenho. Para garantir a competitividade a longo prazo da MP4, a Smurfit Westrock Zülrich Paper optou por modernizar a seção de sizing da máquina com um Bellmer TurboFilmSizer. A nova tecnologia de aplicação de amido proporciona a base para uma produção ainda mais eficiente e para novas melhorias na qualidade do papel.

O TurboFilmSizer é sinônimo de tecnologia de aplicação de amido preciso, combinada com elevada confiabilidade operacional. Ao aplicar amido ou produtos químicos funcionais de forma uniforme e precisa, o sistema melhora significativamente as propriedades da superfície e a resistência do papel. Ao mesmo tempo, o processo de aplicação de película reduz o consumo de materiais e permite um funcionamento econômico, mesmo a velocidades elevadas da máquina. Com a modernização da MP4, a Bellmer dá continuidade à sua parceria de longa data com a Smurfit Westrock Zülrich Paper. A modernização reforça a competitividade da fábrica de Zülrich e apoia a produção de papéis de embalagem de alta qualidade, com características de superfície otimizadas e propriedades de resistência melhoradas. O sucesso desse projeto demonstra, mais uma vez, o desempenho e a confiabilidade da tecnologia Bellmer. A integração da nova TurboFilmSizer, juntamente com as modificações associadas na seção de secagem, foi concluída conforme o planejado. Um reinício tranquilo da máquina e a colaboração estreita e cooperativa ao longo de todo o projeto constituíram a base para uma execução bem-sucedida.

Com a sua nova tecnologia de prensagem de amido, a MP4 está agora perfeitamente equipada para responder aos futuros requisitos em termos de qualidade, eficiência e produção sustentável de papel de embalagem.



A TurboFilmSizer é sinônimo de tecnologia de aplicação precisa de amido!



PARCERIAS QUE IMPULSIONAM O PROGRESSO

Esta edição da Bellmer INFO destaca projetos que demonstram nossa expertise no setor de papel. Na Smurfit Westrock Zülrich Paper, nosso TurboFilmSizer está ajudando a modernizar a MP4, elevando a qualidade e a eficiência do papel. Na Ahlstrom Kaukauna, nossa tecnologia TurboJetter Headbox foi escolhida para modernizar a linha T14, atendendo aos rígidos padrões do mercado de embalagens para alimentos.

Ambos os projetos refletem o que mais valorizamos: parcerias de longo prazo baseadas em confiança e excelência técnica.

Agradecemos a clientes, parceiros e colaboradores pela confiança e comprometimento que tornam esses sucessos possíveis. Juntos, construímos um futuro forte e sustentável.

Atenciosamente, Martin, Donata, Philipp, Erich e Klaus-Ulrich Kollmar



POTÊNCIA TURBO PARA A AHLSTROM!

A Ahlstrom Kaukauna escolheu a caixa de entrada Bellmer TurboJetter para a máquina de papel T14

A Ahlstrom Kaukauna escolheu a tecnologia Bellmer TurboJetter Headbox para um projeto de modernização da sua linha de produção T14. A linha produz papéis especiais de alta qualidade para aplicações de embalagem alimentar, com uma faixa de gramaturas entre 15 e 49 g/m².

O projeto visa melhorar ainda mais a qualidade do produto, ao mesmo tempo que melhora a facilidade de manutenção da máquina e a operabilidade no dia a dia. Ao implementar a tecnologia comprovada da Bellmer, a Ahlstrom procura garantir um desempenho de produção estável, um controle de processo otimizado e atividades de manutenção eficientes ao longo de todo o ciclo de vida da máquina.

A modernização reforça o compromisso da fábrica em fornecer papéis de alta qualidade, incluindo os exigentes requisitos do mercado de embalagens alimentares. Para além das melhorias na qualidade, espera-se que o projeto contribua para uma maior confiabilidade operacional e para a simplificação dos procedimentos de manutenção. A instalação do novo equipamento está previsto para junho de 2027. A Bellmer e a Ahlstrom estão trabalhando em parceria para garantir uma execução harmoniosa do projeto e um arranque bem-sucedido.

A tecnologia comprovada TurboJetter para a Ahlstrom





POR FILIPE BRUMATTI DE SOUZA E EQUIPE

Engenheiro de Alimentos formado pela UNESP e com MBA em Gestão de Projetos pelo SENAI. Um dos sócios fundadores da MAPA.SA Consultoria e Análises Socioambientais e Responsável Técnico do Instituto ABIA de Meio Ambiente, entidade gestora de logística reversa de embalagens em geral. E-mail: contato@mapa-sa.eco.br

*Colaboradores desta edição: Gabriela Zoli e Lucas Furlan

RECICLAGEM: DEMANDA, INDÚSTRIA E MERCADO

A reciclagem de papel no Brasil: o que seis meses de série revelaram sobre um país desigual

Existe uma diferença entre saber que o Brasil é desigual e ver essa desigualdade expressa em números concretos, lado a lado, para o mesmo problema. Ao longo de seis meses, esta coluna percorreu as cinco macrorregiões do País mapeando a cadeia de reciclagem de aparas de papel – demanda gerada, capacidade instalada das organizações de catadores, cobertura de coleta seletiva e custos logísticos. O resultado não é uma soma de cinco retratos regionais. É um mosaico que revela, com precisão incômoda, como um problema aparentemente técnico carrega dentro de si as marcas de décadas de desequilíbrio territorial.

O ponto de partida da série, estabelecido na edição de março de 2026, foi o diagnóstico nacional de embalagens de papel colocadas no mercado brasileiro, cerca de 7,8 milhões de toneladas anuais, como potencial demanda para a indústria de gestão de resíduos e reciclagem deste material, mas as organizações de catadores, que, segundo levantamento próprio, correspondem a 2.941 em todo o País, conseguem triar e comercializar cerca de 861 mil toneladas, ou 11% desse total. A capacidade recicladora da indústria existe. O gargalo está no elo intermediário: coleta, triagem e consolidação de cargas. O que a série fez foi descer a fundo em cada região para enten-

Figura 1. Painel comparativo: dados principais das cinco regiões

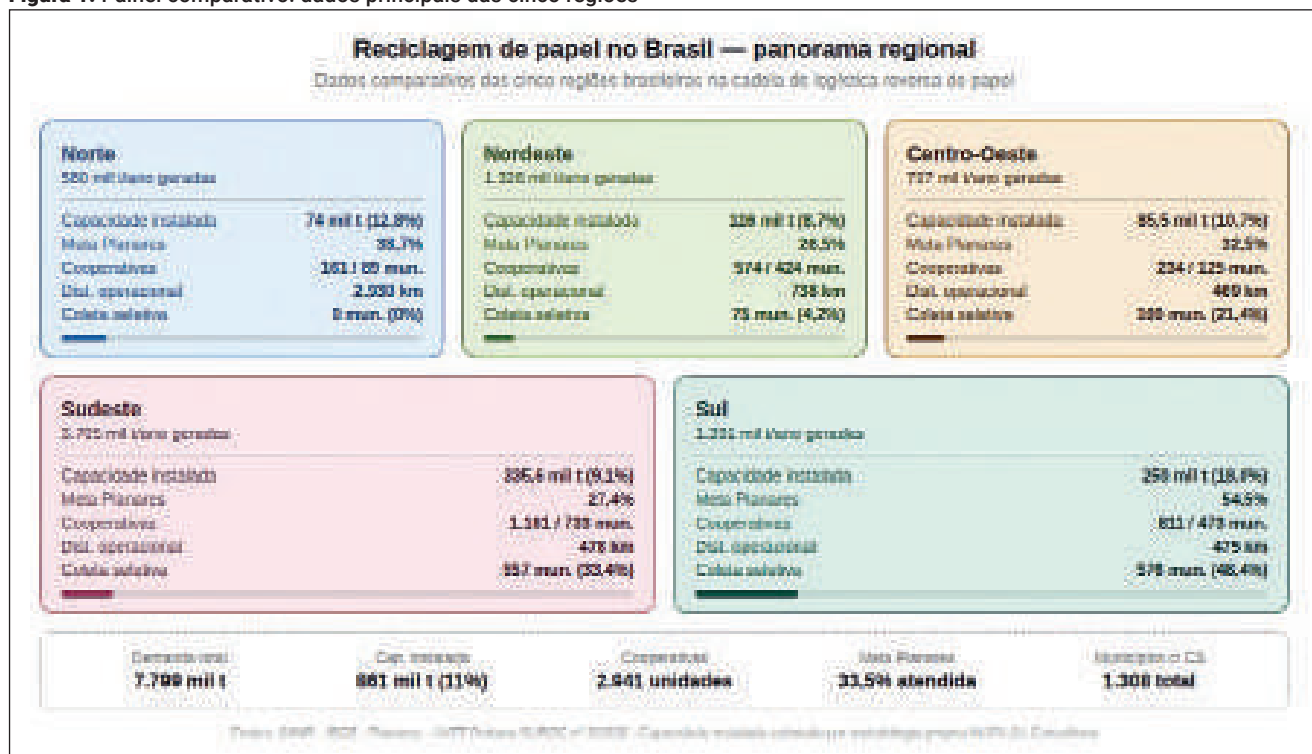
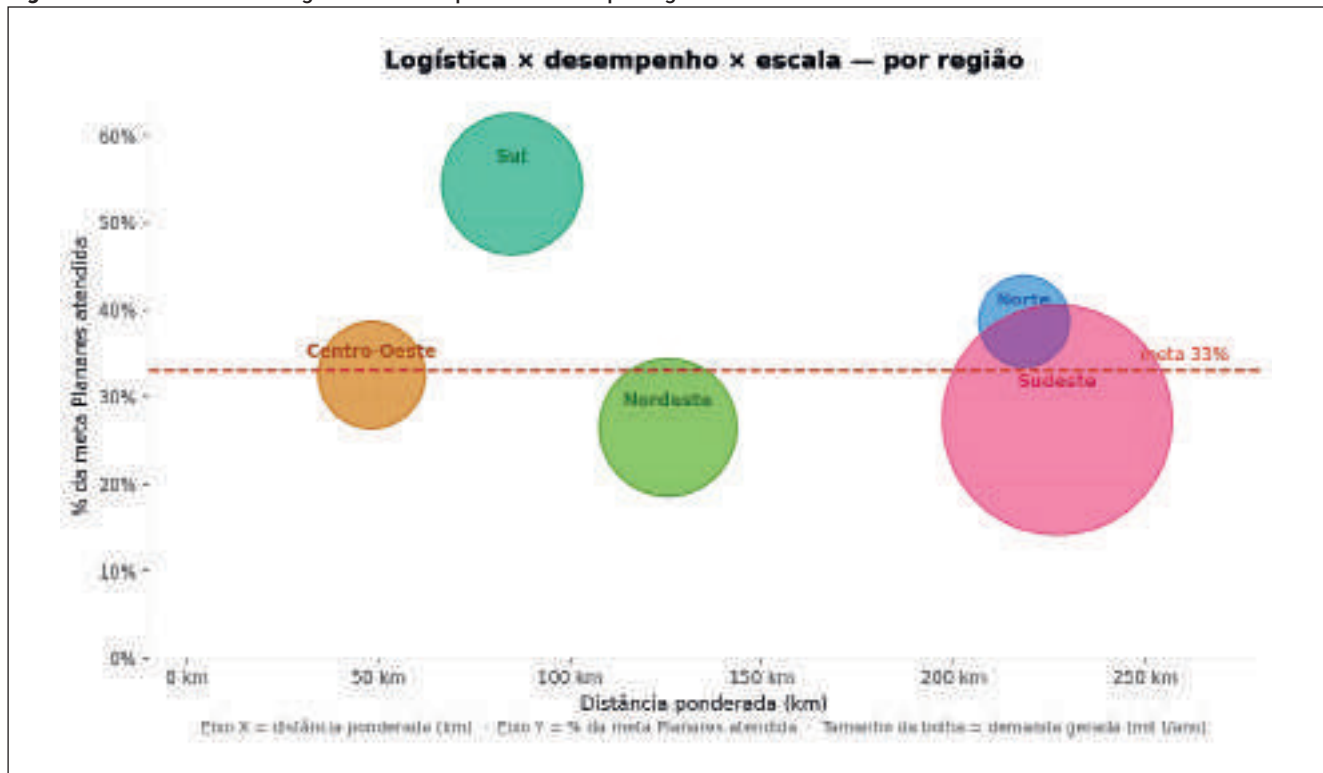




Figura 2. Gráfico de bolhas: logística × desempenho × escala por região



der por que esse elo falha – e descobriu que as razões são muito diferentes de um lugar para outro.

Quando a distância muda tudo – e quando não muda

A intuição inicial era que logística seria o fator determinante. O Norte confirmou essa hipótese de forma quase caricata: com 2.930 km de distância operacional, mais de seis vezes a do Sul, o custo estimado de frete para a distância operacional chega a R\$ 21.693 por carga, contra R\$ 4.061 no Sul e R\$ 4.018 no Centro-Oeste. Com apenas 161 cooperativas em 89 municípios e zero municípios com coleta seletiva porta a porta, a região opera no limite estrutural da viabilidade logística.

Mas o Centro-Oeste desfez essa intuição. Com a menor distância operacional de toda a série (469 km) e a menor distância ponderada (48 km), a região tem os melhores números logísticos, e ainda assim apresenta a menor rede de cooperativas em números absolutos: 234 unidades em apenas 125 dos 467 municípios. Custos favoráveis não constroem infraestrutura de triagem. A logística facilita; não substitui a rede.

O Sudeste aprofundou ainda mais essa contradição. Suas distâncias operacionais são próximas às do Sul e do Centro-Oeste, 478 km, seus custos de frete são moderados. Contudo, ao ponderar a distância pela participação da região na demanda na-

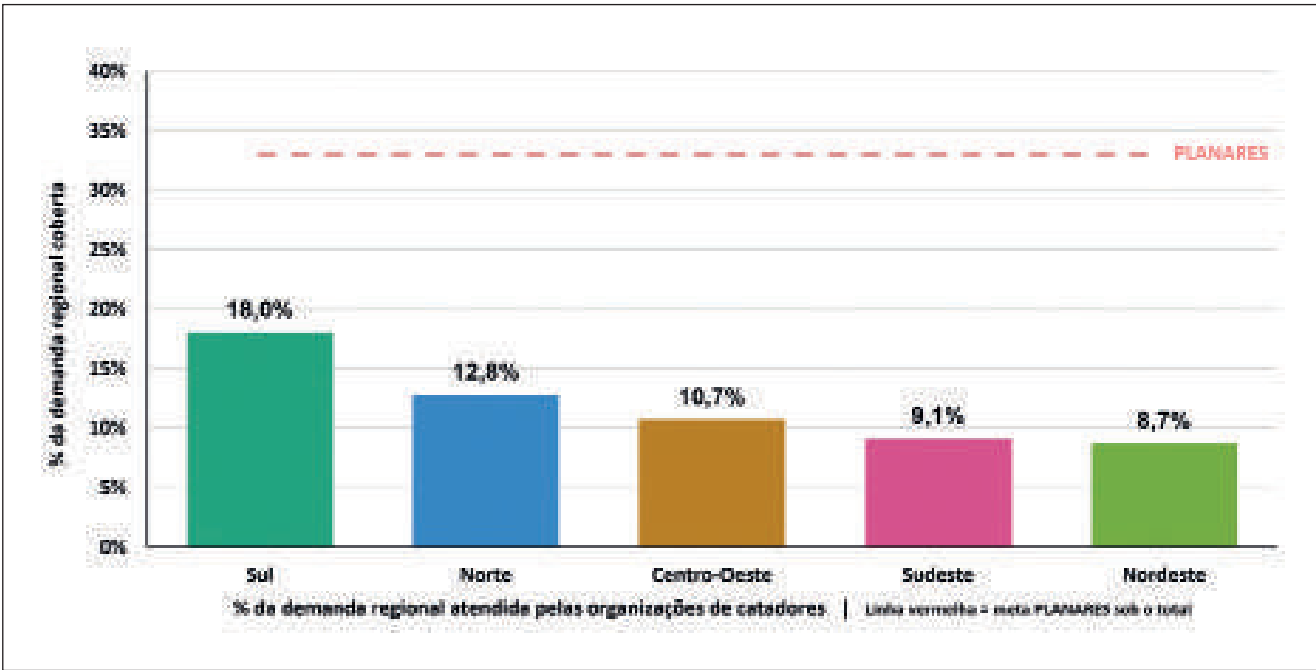
cional (47% do total), o valor sobe para 227 km ponderados, o segundo maior da série, superado apenas pelo Norte. É o paradoxo da escala: quando o volume é enorme, mesmo distâncias curtas geram um esforço logístico desproporcional na cadeia como um todo.

O problema que os números de geração escondem

Olhar só para o volume gerado também engana. O Nordeste produz 1.326 mil toneladas anuais, mais de duas vezes o Norte, o que em tese tornaria mais fácil consolidar cargas e viabilizar operações. Na prática, dos 1.794 municípios da região, apenas 75 tinham coleta seletiva porta a porta, e a capacidade instalada de 116 mil toneladas cobre apenas 8,7% da demanda regional, o pior índice proporcional de toda a série. O material existe, disperso por um território enorme, mas não é alcançado.

O Sudeste inverte o problema: concentra quase metade de toda a geração nacional (3.705 mil toneladas), tem 557 municípios com coleta seletiva e a maior rede de cooperativas do Brasil, com 1.161 unidades. Ainda assim, a capacidade instalada de 335 mil toneladas cobre apenas 9,1% da demanda regional. No Sudeste, a estrutura existe, mas a escala da geração é tão expressiva que mesmo a maior rede do País se revela proporcionalmente insuficiente.

Figura 3. Gráfico de barras: capacidade instalada versus meta Planares por região sob o total de embalagens



O Sul apresenta o melhor desempenho relativo da série: 250 mil toneladas instaladas frente a uma demanda de 1.391 mil, cobrindo 18%, o dobro do Sudeste em termos proporcionais. Com 576 municípios com coleta seletiva (48,4% do total), a região tem também a maior densidade de cobertura da série. É o único caso em que os números de coleta, triagem e logística se aproximam de um equilíbrio funcional.

O que a meta Planares revela sobre cada região

A meta de recuperação de 33% estabelecida pelo Planares, para 2026, oferece um denominador comum útil para comparar regiões tão distintas. Nenhuma chega perto de atingi-la, mas as distâncias são reveladoras. O Sul atenderia 54,5% dessa meta

com a capacidade atual; o Centro-Oeste, 32,5%; o Norte, 38,7%. Nordeste e Sudeste ficam abaixo de 28%.

O dado do Norte, 38,7% da meta, merece atenção especial. À primeira vista é surpreendente para a região com os piores indicadores absolutos. Mas é consequência direta de uma demanda regional pequena (580 mil toneladas) combinada com uma meta proporcionalmente modesta em valores absolutos. O número revela menos um desempenho positivo e mais uma meta que não contempla as barreiras reais da região, onde a estrutura de coleta simplesmente não existe na maior parte do território.

Vale ressaltar que esse percentual de atingimento de meta de logística reversa pelas organizações de catadores está calculada sobre a quantidade total de resíduos de embalagens de papel

Figura 4. Tabela comparativa: seis indicadores das cinco regiões

Região	Demanda (mil t/ano)	Cap. instalada (mil t/ano)	% demanda coberta	% meta Planares	Dist. ponderada (km)	CS (% mun.)
Norte	580	74	12,8%	38,7%	218,3	0%
Nordeste	1.326	116	8,7%	26,5%	125,5	4,2%
Centro-Oeste	797	85,5	10,7%	32,5%	48,0	21,4%
Sudeste	3.705	335,6	9,1%	27,4%	227,1	33,4%
Sul	1.391	250	18,0%	54,5%	84,7	48,4%
Brasil total	7.799	861	11,0%	33,5%	—	—

Verde = melhor valor por coluna • Laranja = pior valor por coluna • CS = coleta seletiva porta a porta
Fontes: SINIR, IBGE, Planares, ANTT Portaria SUROC nº 3/2026 • Capacidade instalada estimada por metodologia própria MAPA.SA



produzidas no Brasil, cerca de 7,8 milhões de toneladas anuais, e que poderão ser objeto de logística reversa, a depender dos parâmetros a serem apresentados no futuro de decreto de logística reversa de embalagens de papel.

E se compararmos este cenário com o que o que temos hoje em termo de logística reversa de embalagens em geral?

Em abril de 2026, o Ministério do Meio Ambiente e Mudanças Climáticas, através do Sistema Nacional Informações sobre Resíduos (SINIR), publicou os relatórios de logística reversa de embalagens em geral referente ao ano de desempenho 2024. São os relatórios das 12 entidades gestoras que traz, além dos resultados, as responsabilidades de recuperação de massa, quem essas entidades representam e quem são os operadores logísticos do sistema de logística reversa que ela gerencial

Ao nos debruçarmos sobre os dados destes relatórios, foi possível obter alguns indicadores que permitem tangibilizar a representatividade de logística reversa em 2024, em quatro aspectos, sendo eles, a quantidade de empresas aderentes, a quantidade total em peso e por tipo de embalagens colocadas no mercado por essas empresas, a quantidade de organizações de catadores listadas como operadores logísticos e ainda a quantidade total em peso e por tipo, recuperada pelos sistemas de logística reversa naquele ano.

Quanto ao primeiro aspecto, número de empresas aderentes, foi possível quantificá-las levando em consideração as informações publicadas no anexo II de cada relatório, bem como excluindo os mesmos CNPJs apresentados por mais de um relatório. Dessa forma, é possível afirmar que foram apresentados pelas entidades gestoras um total 39.036 CNPJs exclusivos. Porém, importante ressaltar que esse montante não representa o tal de empresas aderentes e para chegarmos a tal montante fizemos valer apenas da quantificação dos CNPJs de matrizes apresentados, considerando que seja este o CNPJ que firma o contrato com a entidade gestora e traz suas filiais como CNPJs cobertos naquele contrato.

Assim, o total de 39.036 cai para o total de 6.321 empresas aderentes aos sistemas de LR, deflagrando uma ordem de gran-

deza ainda muito baixo frente ao total de empresas existentes no País, que pode chegar à ordem de grandeza de centenas de milhares ou até a milhões de CNPJs.

Quanto a quantidade em peso de embalagens representada pela logística reversa em 2024, foram contabilizadas as informações apresentadas na tabela geral de resultados de cada relatório, onde é apresentado a quantidade total colocada no mercado, meta de recuperação, recuperação realizada por organizações de catadores e por outros operadores e o total de recuperação apresentada por cada entidade gestora. Dessa forma, foi possível contabilizar que a quantidade total colocada de embalagens em geral é de 3.468.615 toneladas. Os relatórios também apresentam a quantidade total por tipo de embalagem colocada no mercado – esta informação pode ser encontrada ao longo do corpo do relatório de cada entidade gestora e, ao somarmos as quantidades de embalagens de papel, esse valor totaliza 1.208.244 toneladas, ou seja 15% do total de 7,8 milhões de toneladas embalagens de papel colocadas no mercado nacional.

Ao olharmos o aspecto social desta política pública, através da representatividade dos catadores na logística reversa, este indicador também nos deixa claro que há muito o que avançar. Do total de 1.371 operadores listados pelas entidades gestoras, entre organizações de catadores, redes de catadores, catadores autônomos e outros operadores, a representatividade dos catadores, independente da forma de organização, é de 65,7 %. Isso representa apenas 30% do total de organizações de catadores estimada no Brasil e considerada nesta série, 2.941 organizações.

Este indicador é de grande valia para a política pública, pois ao observarmos o art. 3º, inciso X, do Decreto Federal nº 11.413, de 2023, que disciplina o tema, ele inclui entre os objetivos dos certificados a geração de adicional de valor para a cadeia da reciclagem, prioritariamente para catadores e catadoras individuais ou vinculados a cooperativas ou outras formas de associação e organização. Já o art. 15, § 5º determina que as notas fiscais eletrônicas utilizadas para emissão dos certificados sejam oriundas, preferencialmente, das operações de comercialização de materiais recicláveis a partir de catadores, cooperativas e associações que realizem coleta ou triagem e encaminhem os materiais à cadeia da reciclagem.

Tabela 1. Representatividade de empresas e do total de embalagens em geral e embalagens de papel (SINIR, 2024)

RELATÓRIOS SINIR	Qtd. Total Empresas	Qtd Total de Embalagens (T)	Qtd. Embalagens de papel (T)
ANO 2024	6.321 empresas, representando 39.036 CNPJs	3.468.615	1,208.244

Tabela 2. Representatividade das organizações de catadores na logística reversa de embalagens em geral (SINIR, 2024)

RELATÓRIOS SINIR	Qtd. Organizações de Catadores	Qtd. Op. Logísticos Catadores	Representatividade %
ANO 2024	2.941	901	30%

Tabela 3. Representatividade das embalagens de papel na logística reversa de embalagens em geral (SINIR, 2024)

RELATÓRIOS SINIR	Recuperação Total de Embalagens (T)	Rec. Total de Embalagens de Papel (T)	Representatividade %
ANO 2024	1.267.952	452.215,37	35%

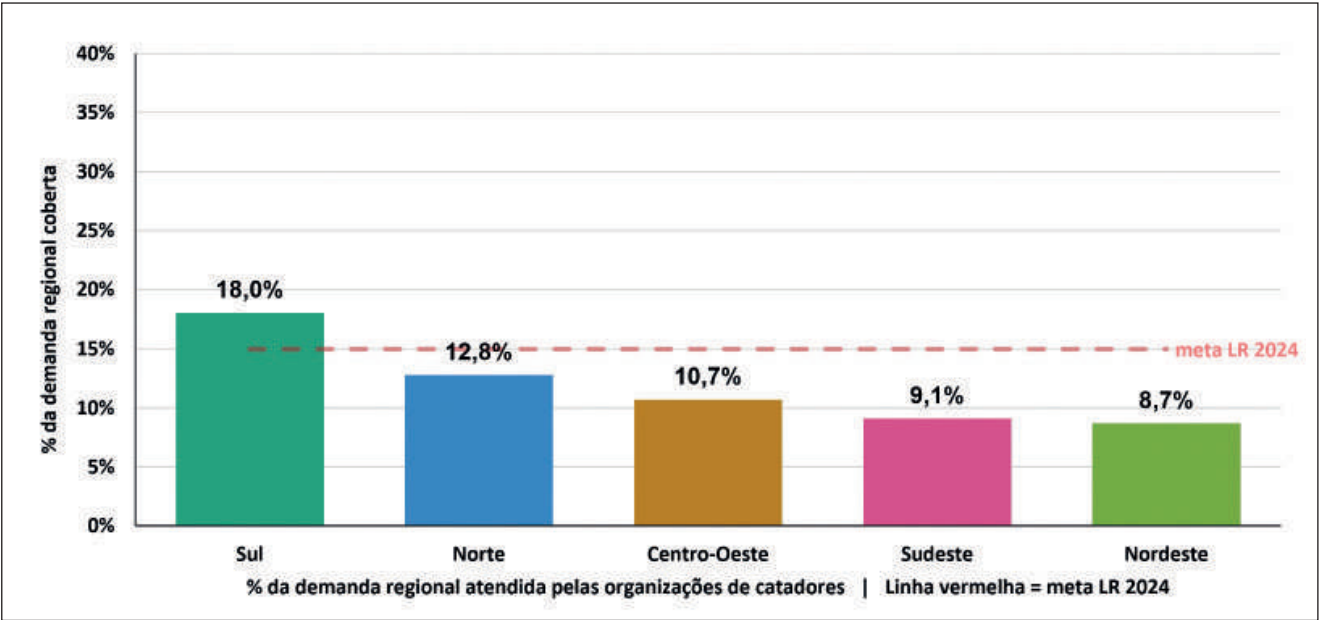
E ainda um comando específico sobre esgotamento destes resultados, apresentado no art. 15, § 6º, segundo o qual menciona que as entidades gestoras buscarão o esgotamento de resultados oriundos das organizações de catadores antes de utilizar créditos de reciclagem provenientes de outros operadores logísticos e ainda reforçada essa ordem de prioridade no art. 17, parágrafo único, ao admitir créditos de outros operadores somente quando esgotadas as notas fiscais emitidas por catadores, cooperativas ou outras formas de associação de catadores, deixando claro tal objetivo da política pública não vem sendo atendido.

Ao observarmos os resultados de recuperação de massa, a partir do anexo V de cada relatório, conseguimos contabilizar que a recuperação total de massa somada nos relatórios foi de 1.110.518 toneladas, sendo a quantidade de embalagens de papel a maior fatia representativa, cerca 35%, totalizando 452.215 toneladas.

Assim, observando as ordens de grandeza atuais de logística reversa de embalagens de papel, cerca de 1,2 milhões de toneladas e considerando sua distribuição através do critério CONFAZ, apresentado na primeira publicação desta série, podemos redesenhar a Figura 3 deste artigo e trazer um ponto de vista mais próximo de quanto a capacidade operacional das organizações frente à atual representatividade de logística reversa de embalagens de papel no País.

Fica evidente que a representatividade atual de empresas aderentes e das quantidades de embalagens colocadas no mercado por essas empresas e considerando as metas atuais de recuperação previstas no Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES), já poderia garantir o esgotamento de resultados das organizações de catadores em quatro macrorregiões brasileiras, exceto a região Sul. Entretanto, pelo fato de a logística reversa nos últimos anos ter restringido sua forma de comprovação através de notas fiscais dos operadores logísticos,

Figura 5. Gráfico de barras: capacidade instalada versus meta LR 2024





a informalidade existente em cerca de 50% das organizações de catadores torna a busca pelo esgotamento dos resultados desse operador, ainda mais distante.

O elo que não muda de endereço

O que a série encontrou, em todas as regiões sem exceção, é que a fragilidade do sistema de reciclagem de papel passa inevitavelmente pelas organizações de catadores, não como um detalhe operacional, mas como o elo central. São elas que convertem o material coletado em volumes formalmente rastreáveis dentro da cadeia de logística reversa. Sem esse elo, os números de coleta seletiva não se traduzem em resultados verificáveis; os fluxos de material existem, mas não podem ser comprovados nem contabilizados.

O problema é que em nenhuma região esse elo está dimensionado à altura do desafio. No Norte, ele mal existe, 161 cooperativas para um território continental. No Nordeste ele existe, mas é insuficiente e mal distribuído para a escala da geração. No Centro-Oeste está concentrado demais nos polos urbanos. No Sudeste precisa crescer em capacidade e em integração com os sistemas municipais de coleta. No Sul, o caso mais avançado da série, ainda deixa mais da metade da meta por cumprir.

A série não encontrou uma solução única, porque o problema não é único. Mas encontrou, em todos os cinco territórios, a mesma agenda central: fortalecer as organizações de catadores como infraestrutura permanente da logística reversa, com estratégias adaptadas a cada realidade regional. No Norte,

isso significa alcance territorial. No Nordeste, densidade operacional. No Centro-Oeste, conversão de vantagem logística em rede de triagem. No Sudeste, qualificação e escala. No Sul, completar o que está mais perto de ser concluído.

O Brasil que esta série mapeou não é um país sem solução, é um País onde a solução precisa ser construída de formas diferentes em cada canto. E onde o primeiro passo é, talvez, parar de tratar um problema territorial como se tivesse uma resposta nacional uniforme.

Os números apresentados aqui são o mapa. A série completa é o território. Em cada uma das cinco edições regionais, você encontra a análise detalhada da cadeia de reciclagem de papel daquela região: os dados de logística, os custos de frete calculados pela tabela da ANTT, a capacidade instalada município a município, os indicadores de mercado de aparas e as implicações para a logística reversa de embalagens. É leitura obrigatória para quem trabalha com papel, celulose, embalagens ou política pública de resíduos no Brasil. Acesse a série completa pelos endereços a seguir e confira o que os dados do seu território têm a dizer. ■

A série completa sobre o cenário da cadeia de reciclagem no Brasil por estado está disponível em opapeldigital.org.br e no portal newspulpaper.com.

Fontes: SINIR · IBGE · Planares · ANTT Portaria SUROC n.º 3/2026
MAPA.SA Consultoria e Análises Socioambientais



A **MAPA.SA** é uma empresa de consultoria em projetos socioambientais, especialmente na reciclagem de embalagens pós-consumo, com profissionais que há mais de 17 anos atuam na gestão de projetos, consultoria corporativa e desenvolvimento de sistemas. O Boletim Mensal da Anguti passou a ser administrado pela MAPA.SA desde janeiro de 2025. Mais informações: www.mapa.sa.com

A **UMIDADE** é o parâmetro mais importante nos processos de fibras. Nós fornecemos medidores de umidade portáteis e online baseados em tecnologias de infravermelho e micro-ondas. Nossos medidores medem com precisão papel, celulose, papelão ondulado e papel tissue em faixa e bobina para controle de qualidade e solução de problemas.

Teste de polpa MK30LP-CTB, penetração de 7 mm, montagem fixa ou portátil, faixa ultralarga de umidade de 4% a 100% de água, resposta rápida, comunicação serial e saída analógica. Celulosas especiais, processos de polpa e muitas fibras e biomassas

NOVO



Umidade superficial AK30 (infravermelho), um multímetro portátil para fabricantes de papel

Também temos outros instrumentos e novas inovações estão a caminho

Visilab Signal Technologies Oy
Sepäntie 4, FI-07230, Askola
Finland Tel. +358-45-6354885
www.visilab.fi sales@visilab.fi

MK30R umidade profunda (micro-ondas), portátil com sensor de viagem para perfis precisos, possuindo ampla faixa de umidade e BW. Bom para papel, papelão e polpa. Mede até 35 mm de profundidade



Desde 1985

VISILAB
SIGNAL TECHNOLOGIES



POR GABRIEL REIS

Responsável pelas análises dos mercados de carbono florestal na Fastmarkets e palestrante internacional. Reúne experiência no desenvolvimento de projetos de carbono em diversos países da América Latina e na gestão de investimentos florestais de grande escala. É autor do relatório North American Forest Carbon Profiles e colabora regularmente com outras publicações e projetos de consultoria. Possui MBA pela Universidade Federal do Paraná (UFPR) com foco em gestão florestal. E-mail: gabriel.reis@fastmarkets.com

O PAPEL DAS CONCESSÕES FLORESTAIS NO FINANCIAMENTO DA CONSERVAÇÃO

Como concessões público-privadas podem reduzir a diferença econômica entre conservar e converter florestas

Na Amazônia brasileira, a floresta em pé não compete apenas contra motosserras ou cortes ilegais. Ela compete, todos os dias, contra retornos econômicos proporcionados por usos alternativos da terra.

A resposta do Estado? Alinhar políticas públicas à iniciativa privada por meio da combinação entre produção florestal sustentável e financiamento climático de alta integridade.

A economia do desmatamento

Desconsiderando atividades ilegais, a realidade econômica da Amazônia é definida pela competição entre diferentes destinações. Ao avaliar um ativo florestal natural, a referência financeira frequentemente é determinada pela rentabilidade de alternativas de conversão, principalmente a pecuária e a agricultura mecanizada, como soja e outras culturas de alta produtividade.

Como esses usos alternativos contam com cadeias produtivas maduras, mercados líquidos e rápida recuperação do capital investido, a floresta tropical em pé precisa oferecer uma rentabilidade competitiva para se manter economicamente viável. Quando os ganhos associados à conservação ficam abaixo dos obtidos com outras atividades, aumenta a pressão econômica pela conversão das áreas florestais.

Em sua essência, o desmatamento representa uma resposta econômica racional a um capital natural mal precificado. Sob a perspectiva do Estado, se o mercado determina a sobrevivência das florestas, o principal desafio da conservação passa a ser protegê-las sem assumir integralmente os custos de sua gestão.

Florestas nacionais, gestão privada

As concessões das florestas nacionais são instrumentos de política pública por meio dos quais o governo concede a agentes privados o direito de manejar e desenvolver atividades específicas por períodos de até 40 anos. Elas são realizadas por meio de licitações que definem claramente quais atividades serão permitidas, o que frequentemente inclui produtos florestais não madeireiros e serviços ecossistêmicos.

São acordos de longo prazo entre o setor público e o setor privado que não envolvem venda de terras nem transferência de propriedade. O Estado mantém a titularidade da área e a supervisão regulatória, enquanto os concessionários assumem responsabilidades operacionais, comerciais e ambientais definidas em contrato.

Atualmente, o Brasil conta com 27 concessões florestais federais ativas, abrangendo aproximadamente 1,6 milhão de hectares, uma área equivalente a cerca de dez vezes o município de São Paulo. Concentradas majoritariamente no bioma Amazônia, elas já produziram mais de 3,2 milhões de metros cúbicos de madeira proveniente do manejo sustentável de diferentes espécies, nativas e exóticas.

As concessões ampliam também a capacidade de monitoramento e fiscalização do governo. Ao atribuir responsabilidades operacionais claras aos concessionários, o modelo estabelece uma cadeia definida de responsabilidades e fortalece a governança dessas áreas. Em contrapartida, o modelo atrai investidores para a gestão de florestas públicas, incorporando conhecimento de mercado e padrões operacionais mais robustos à administração de grandes ativos naturais.

Os benefícios são evidentes, mas da mesma forma que as florestas competem com usos alternativos da terra, oportunidades de investimento disputam recursos de investidores em escala global. O manejo florestal sustentável estabelece uma base importante de presença operacional e geração de fluxo de caixa, mas os ganhos associados apenas à sua produção madeireira frequentemente têm dificuldade em atingir os níveis de rentabilidade exigidos pelo capital institucional.

Valor além da madeira

É justamente nesse diferencial de retorno que os serviços ecossistêmicos passam a desempenhar um papel economicamente relevante. O carbono de base florestal, a conservação da biodiversidade e outros mecanismos de pagamento por serviços ambientais podem representar a receita incremental necessária

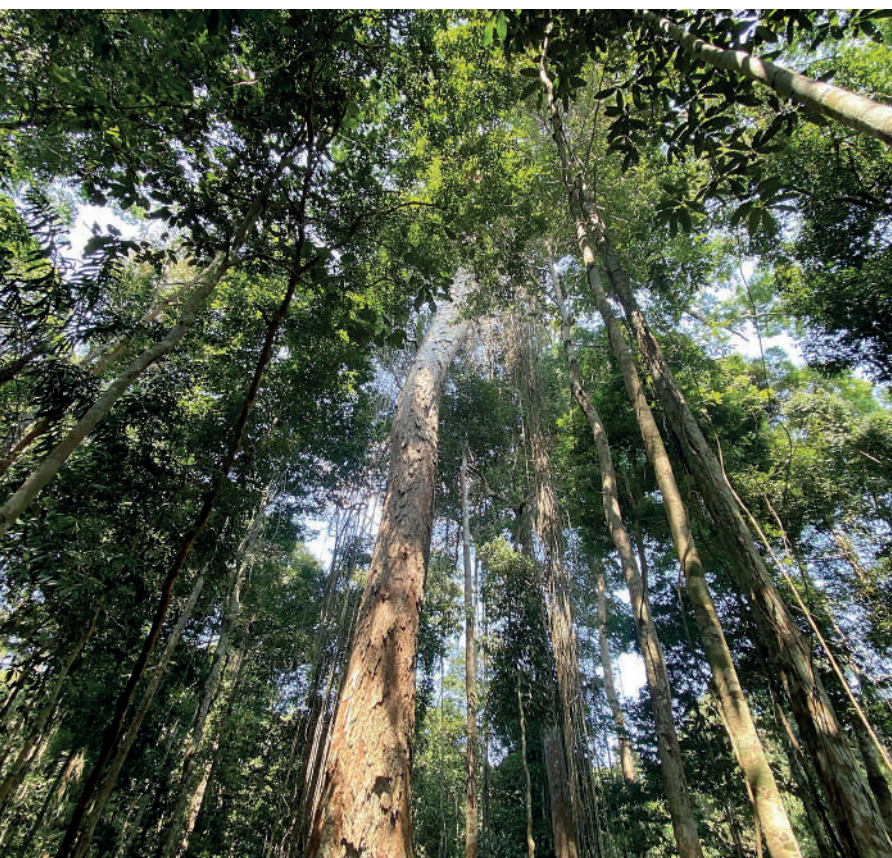


para tornar o manejo sustentável mais competitivo frente a alternativas de conversão da terra.

Historicamente, o arcabouço regulatório restringia a geração de créditos de carbono principalmente a atividades de reflorestamento ou recuperação de áreas degradadas, excluindo emissões evitadas em florestas nativas. Atualizações legislativas recentes removeram essa barreira, permitindo que concessionários desenvolvam e comercializem créditos de carbono, integrando serviços ecossistêmicos aos seus modelos de negócio e criando mecanismos mais transparentes de repartição de benefícios com comunidades locais.

Nesse modelo ampliado, a receita da madeira contribui para sustentar a operação e garantir presença permanente no território, enquanto fontes complementares de receita fortalecem o perfil econômico do ativo e sua atratividade para investidores. A floresta deixa de depender exclusivamente da produção física para gerar valor, passando a monetizar parte dos serviços ambientais que já presta à sociedade.

Em termos de política pública, as concessões florestais representam uma das tentativas mais concretas de alinhar conservação, produção e mercado em um mesmo modelo de gestão. Em um contexto em que a floresta em pé necessita competir economicamente com múltiplas alternativas, poucos instrumentos oferecem um caminho tão claro para aproximar objetivos ambientais e incentivos econômicos. ■



Visita às Florestas Nacionais (Flonas) do Jamari e de Bom Futuro, em Rondônia



POR CAIO DAVANZO

Sócio e diretor de Papel e Celulose da Falconi

DESALAVANCAR SEM PARAR DE CRESCER

Depois de um ciclo de investimentos pesados e preços pressionados, o setor de celulose e papel entrou em uma fase de disciplina financeira mais perceptível. Reduzir dívida líquida, melhorar alavancagem e reforçar geração de caixa deixaram de ser metas de segundo plano e passaram a ocupar o centro da agenda das diretorias. Esse movimento é correto e necessário. No entanto, leva consigo um risco, até então, pouco discutido: o de transformar desalavancagem em imobilismo, o que pode travar toda decisão de investimento em nome da prudência financeira.

Esse risco não é hipotético. Setores intensivos em capital vivem ciclos longos, e a tentação de qualquer alta liderança em um momento de aperto é simples: parar de decidir. Postergar capex, represar projetos, esperar o próximo ciclo de preço mais favorável antes de qualquer movimento. O problema é que essa postura, levada ao extremo, tem custos que não ganha holofotes, com oportunidades de eficiência, modernização e ganho de competitividade que não esperam a dívida cair a um nível confortável.

A análise central é que desalavancagem e crescimento não deveriam ser tratados como agendas concorrentes. São, na verdade, duas dimensões da mesma disciplina de alocação de capital. O problema não é reduzir dívida. É reduzir sem critério claro de quando e como voltar a investir, tratando o nível de alavancagem como um fim em si mesmo, e não como um gatilho para decisão.

Essa dinâmica vem aparecendo de forma mais nítida nos resultados do setor. Entre abril e junho, segundo trimestre de 2026, uma das principais companhias do segmento reduziu sua dívida líquida em cerca de 14% na comparação anual, levando a alavancagem financeira a um patamar de pouco mais de três vezes o EBITDA em dólar. Uma melhora sequencial frente aos primeiros meses do ano. Outra grande companhia do setor definiu publicamente um nível de alavancagem de referência a partir do qual pretende discutir retorno mais agressivo ao acionista, tratando esse número como parâmetro objetivo de decisão, e não como meta abstrata. O movimento é setorial, não pontual.

Ao analisar esse contexto, a disciplina de alocação de capital em fase de desalavancagem deveria se apoiar em algumas iniciativas claras. A primeira é o critério explícito de gatilho. Em vez de tratar a redução de dívida como processo indefinido, a diretoria precisa definir o nível de alavancagem que, uma vez atingido, reabre a discussão sobre investimento e retorno ao acionista. Sem

esse gatilho, a organização tende a adiar decisões indefinidamente, mesmo depois de a saúde financeira já estar recomposta.

Logo na sequência, vem a hierarquia de projetos. Vale ressaltar que nem todo investimento deveria ser tratado como expansão de capacidade. Projetos de eficiência, modernização e redução de custo por tonelada frequentemente exigem capital modesto e retorno rápido, e não deveriam ser represados pela mesma régua aplicada a grandes expansões. Confundir essas duas etapas é o erro mais comum em fase de aperto financeiro.

A gestão ativa da estrutura de capital também se soma às etapas. Reduzir dívida não significa apenas gerar caixa e amortizar; envolve também decisões sobre prazo, moeda e custo da dívida remanescente, de forma que a empresa não fique refém de janelas de mercado desfavoráveis quando finalmente decidir voltar a investir.

A comunicação de critério surge como a última frente. Quando a diretoria explicita o parâmetro que orienta a decisão entre desalavancar e investir, ela reduz ruído interno e externo, e transforma uma decisão que poderia parecer arbitrária em processo previsível tanto para a organização quanto para o mercado.

Não basta comunicar compromisso com disciplina financeira. É preciso que a diretoria defina, com a mesma clareza com que estabelece metas de redução de dívida, o que acontece depois que a meta é atingida. As lideranças que só declinam investimentos durante o ciclo de aperto correm o risco de não saber dizer sim quando a janela se abre.

Essa questão ganha relevância adicional no mercado de celulose e papel. Os ciclos de investimento são longos, os ativos são específicos e a janela para capturar uma oportunidade de expansão ou modernização raramente coincide com o momento em que a alavancagem está no nível ideal. Esperar a situação financeira perfeita para agir pode significar agir tarde demais.

Aquelas empresas que somente desalavancam, sem critério de retomada, correm o risco de sair do momento de aperto financeiramente saudáveis, mas competitivamente atrasadas. As que tratam a desalavancagem como processo com gatilho definido conseguem reduzir dívida e, ao mesmo tempo, preparar o próximo movimento de crescimento.

O processo de desalavancar não deveria significar parar de decidir. Deveria significar decidir com mais critério sobre quando, como e quanto investir, para que a disciplina financeira de hoje não se transforme na desvantagem competitiva de amanhã. ■

Falconi

Fundada no Brasil há quatro décadas, a Falconi é uma consultoria de gestão empresarial e de pessoas que usa tecnologia de ponta e inteligência de dados para acelerar a geração de valor sustentável para seus clientes. Com projetos em mais de 40 países, atua em 50 diferentes segmentos da economia, diferenciando-se pela capacidade de implementação de projetos em nível estratégico (estratégia, modelo de negócios e estrutura organizacional), tático (implementação e alinhamento de processos e metas) e operacional (alinhamento e acompanhamento de operações).
E-mail: assessoria@falcons.com

Peróxidos do Brasil. Junto à maior fábrica de celulose do mundo.



A Peróxidos do Brasil tem orgulho de fazer parte do Projeto Sucuriú da Arauco, **que abrigará a maior fábrica de celulose do mundo.**

Por meio da implantação da unidade myH2O2®, **reforçamos nosso compromisso em oferecer soluções inovadoras aos nossos clientes.** Nossa tecnologia exclusiva para produção de peróxido de hidrogênio no próprio site alia eficiência operacional, segurança e sustentabilidade.

Essa parceria representa a união entre inovação, confiabilidade e visão de futuro. **Porque, quando nossos clientes realizam projetos transformadores, a Peróxidos do Brasil está junto a eles.**

SOLVAY
PERÓXIDOS

www.peroxidos.com.br

+ 55 0800 418182

vendas.peroxidos@solvay.com



POR JOSÉ LUIS RIBEIRO BRAZUNA

Advogado tributarista em São Paulo e Brasília. Fundador do BRATAX (www.bratax.com.br). Mestre em Direito Tributário pela Faculdade de Direito da USP. Ex-Juiz do Tribunal de Impostos e Taxas do Estado de São Paulo e do Conselho Municipal de Tributos de São Paulo. Professor do Instituto Brasileiro de Direito Tributário (IBDT) e autor de livros e artigos especializados, com destaque para *Direito Tributário Aplicado* e *Comentários à Lei Complementar n.º 214/2025: IBS, CBS e Imposto Seletivo* (coordenador).

O CENÁRIO DA TRIBUTAÇÃO NO BRASIL

E escrevo esta coluna no dia 9 de setembro, em meio ao caos institucional instaurado no âmbito do Supremo Tribunal Federal, em grande parte por conta das graves suspeitas que pesam sobre alguns de seus integrantes.

Além do Judiciário, membros dos outros Poderes articulam a sua sobrevivência diante de tantos escândalos de corrupção e às vésperas das eleições.

Um clima de insegurança contamina o ar, trazendo especial incerteza sobre o que nos aguarda neste encerramento de 2026 e no vindouro 2027.

Diante desse cenário, vale lembrar as sábias palavras de Benjamin Franklin, segundo quem, na vida, podemos ter apenas duas certezas: a morte e os impostos.

Portanto, seja qual for o desfecho dos graves incidentes em Brasília, sejam quais forem os resultados das eleições, uma

coisa é certa: a conta recairá sempre sobre os contribuintes. E ela não será barata.

O que o futuro próximo nos reserva, já na virada deste ano, é a definitiva substituição da contribuição ao PIS e da Cofins pela Contribuição sobre Bens e Serviços (CBS), criada pela Emenda Constitucional nº 132/2023. A cobrança da CBS pavimentará o caminho para o Imposto sobre Bens e Serviços (IBS), que passará a substituir gradativamente o ICMS e o ISS a partir de 2029, até a completa extinção desses impostos em 2033.

Embora ainda não conheçamos qual será a alíquota da CBS para o ano que vem – informação essa estrategicamente “reservada” para depois das eleições –, sabemos que o novo tributo incidirá sobre operações com bens, serviços e direitos. Sabemos, ainda, que será não cumulativo, exceção feita às aquisições de bens ou serviços para consumo pessoal do contribuinte. E, finalmente, que terá alíquota uniforme, podendo haver tratamen-



MAGNIFIC

tos especiais somente nas hipóteses dos regimes específicos e diferenciados previstos na Constituição e na Lei Complementar nº 214/2025. Todas essas regras são aplicáveis tanto à CBS quanto ao seu “irmão siamês”, o IBS.

Apesar da teórica simplificação a ser trazida pela reforma tributária, há um ponto especialmente relevante a demandar a atenção dos contribuintes: a forma como os novos tributos serão apurados e recolhidos aos cofres públicos.

Isso porque os créditos advindos da não cumulatividade do IBS e da CBS, apesar de serem muito mais amplos do que os créditos de PIS, Cofins, ICMS e IPI, passarão a estar vinculados à prévia extinção dos débitos apurados pelo fornecedor do bem ou serviço tributado. Ou seja, não bastará que o IBS e a CBS estejam destacados na nota fiscal. Será necessário que a extinção do respectivo débito esteja confirmada para que o adquirente possa, então, se creditar do tributo.

É aí que o novo sistema ganha complexidade. Os débitos de IBS e CBS poderão ser extintos pela compensação com créditos de que o fornecedor seja titular, pelo pagamento ou, ainda, pelos mecanismos de *split payment* e recolhimento pelo adquirente (RAD).

No caso de compensação ou pagamento, a extinção dos débitos ocorrerá de acordo com a ordem cronológica dos documentos fiscais emitidos pelo contribuinte. Ou seja, ainda que o fornecedor queira pagar o IBS e a CBS relativos à quinta nota fiscal emitida no mês, o valor que recolher ao erário será primeiramente alocado para extinguir os débitos das quatro primeiras notas do período. O mesmo ocorrerá com os créditos apropriados com base na não cumulatividade: eles serão utilizados para extinguir primeiro as notas mais antigas do período de apuração e, depois, as mais recentes.

No caso de extinção por *split payment* ou RAD, o recolhimento do IBS e da CBS poderá ser direcionado para a operação específica a que se referir. O mesmo ocorrerá se houver pagamento do IBS e da CBS por terceiro com responsabilidade tributária na operação.

Foi justamente em razão dessas diferentes dinâmicas de alocação de pagamentos e de extinção dos débitos que a Lei Complementar nº 214/2025 criou a figura da **apuração assistida**, que corresponderá à gestão conjunta de todos esses mecanismos de débito, crédito e extinção de IBS e CBS, cuja orquestração será feita pela própria Administração Pública.

No momento, o sistema de apuração assistida da CBS encontra-se acessível aos contribuintes no portal da Receita Federal, sendo que algumas empresas participam, há alguns meses, de seu projeto-piloto de implementação.

No que se refere ao IBS, o sistema está sendo desenvolvido pelos Estados e Municípios, por meio da Companhia de Processamento de Dados do Estado do Rio Grande do Sul (PROCERGS), igualmente com a participação de alguns contribuintes em projeto-piloto.

O principal ponto relevante dessa mudança é que, com a apuração assistida, inverte-se uma “lógica” que há muito tempo permeia a relação entre fisco e contribuinte: primeiro, o contribuinte apura e paga o imposto; depois, o fisco tem cinco anos para auditá-lo.

No novo mundo da tributação do consumo, será o fisco quem apurará o saldo devedor a ser recolhido pelo contribuinte, cabendo a este auditar e verificar se está ou não de acordo com a apuração realizada.

O risco dessa inversão está no prazo de que o contribuinte disporá para realizar essa auditoria da apuração estatal. De acordo com o artigo 46 da Lei Complementar nº 214/2025, essa verificação deverá ser feita até o final do mês subsequente, sendo que, se permanecer silente o contribuinte, “presume-se correto o saldo apurado e considera-se constituído o crédito tributário”.

Portanto, diante dos relevantes efeitos jurídicos decorrentes da ausência de manifestação sobre a apuração estatal, os contribuintes deverão dispor de ferramentas de auditoria que, de modo rápido e eficiente, possam cruzar os seus dados fiscais, contábeis e comerciais para esse fim.

Será um desafio não apenas operacional, mas também organizacional e tecnológico, já que, em regra, será humanamente impossível cruzar tantas informações em tão curto espaço de tempo.

Além disso, será importante que o contribuinte disponha de ferramentas que lhe permitam tomar decisões gerenciais em relação ao recolhimento do IBS e da CBS: é melhor entregar ao fornecedor o valor dos tributos incidentes sobre a operação, para que ele próprio efetue o pagamento ao fisco, ou será melhor transferir-lhe apenas o preço e efetuar o recolhimento do IBS e da CBS diretamente ao erário, por meio do RAD? E, se for o caso de utilizar o RAD, como gerenciar o valor a ser retido do fornecedor e pago ao fisco, uma vez que o débito referente à operação específica poderá já ter sido extinto, no todo ou em parte, pelos mecanismos de compensação ou pagamento pelo contribuinte?

A gestão não será simples e provocará uma verdadeira “guerra de fluxo de caixa” entre fornecedores e clientes. Podemos visualizar que estamos diante de um “novo mundo” que nos trará muitos desafios, mas diante do qual podemos, infelizmente, continuar com a mesma certeza: haverá tributo a pagar – e não será pouco. ■



POR FABIO ARRUDA MORTARA

Presidente de Two Sides América Latina

CONAR NO COMBATE AO GREENWASHING

O cenário da publicidade brasileira passou por uma transformação significativa com a atualização das normas que regem a propaganda com apelos de sustentabilidade. Em outubro de 2025, o **Conselho Nacional de Autorregulamentação Publicitária** (CONAR) publicou uma revisão profunda do Artigo 36 e do Anexo “U” do seu Código, visando alinhar o País às melhores práticas internacionais e fortalecer o combate ao *greenwashing*.

A atualização normativa foi motivada pela necessidade de adequar as regras às novas demandas de comunicação no contexto dos desafios ambientais que a humanidade enfrenta. O foco central é coibir o *greenwashing* – termo que define alegações socioambientais falsas ou enganosas que projetam uma imagem de responsabilidade ambiental não correspondente à realidade. Tais práticas prejudicam a escolha informada do consumidor e criam uma concorrência desleal para empresas que investem em práticas efetivamente sustentáveis.

A atualização foi provocada pela Associação Nacional de Editores de Revistas (Aner) a pedido de Two Sides, que é sua associada. Os trabalhos foram conduzidos por um grupo de 16 especialistas que incluiu o diretor técnico de Two Sides, Manoel Manteigas de Oliveira.

O artigo 36 ficou organizado em três partes:

1. **Artigo 36:** estabelece que toda publicidade deve refletir as preocupações com a qualidade de vida e proteção ambiental;
2. **Artigo 36-A:** encoraja o uso de características socioambientais positivas, desde que legítimas; e
3. **Artigo 36-B:** define os seis princípios fundamentais que devem reger essas mensagens: Veracidade, Qualificação, Exatidão, Pertinência, Relevância e Concretude.

Uma das alterações mais marcantes foi a exigência de que alegações genéricas sejam acompanhadas de *qualificadores* – evidên-



MAGNIFIC

cias robustas que esclareçam o alcance e os limites do benefício divulgado, garantindo o correto entendimento do conjunto de informações.

O novo texto introduziu diretrizes detalhadas para temas críticos:

- **Clima:** anúncios sobre redução de gases de efeito estufa devem indicar a base da alegação e especificar se o benefício vem de redução, remoção ou compensação de carbono; e
- **Resíduos:** termos como “reciclável”, “compostável” ou “biodegradável” devem ser sustentados por evidências científicas condizentes com a realidade do mercado brasileiro.

O CONAR passou a exigir que o anunciante assegure o acesso facilitado a informações complementares aos benefícios ambientais anunciados. Em casos de limitação de espaço no anúncio, o uso de códigos QR, *sites* ou SACs é essencial para que o consumidor possa verificar os dados detalhados das práticas sustentáveis apregoadas.

As novas regras para divulgação de benefícios ambientais não apenas impõem limites, mas promovem a publicidade **verdadeira, fundamentada e transparente** – essencial para a preservação ambiental e para a confiança nas relações de consumo. ■

Fundada em 2008, Two Sides é uma iniciativa global, sem fins lucrativos, que divulga os atributos únicos, sustentáveis e atraentes do papel e das embalagens de papel, bem como esclarece equívocos comuns sobre seus impactos ambientais. Two Sides é uma colaboração de empresas de celulose, papel, embalagens, gráficas, editoras, jornais e revistas e opera na Europa, América do Norte e do Sul, África do Sul, Austrália e Nova Zelândia. Papel, cartão e papelão são recicláveis biodegradáveis e provêm de florestas cultivadas.

TWO SIDES
twosides.org.br



PRODUÇÃO DE ÁCIDO SULFÚRICO INTEGRADA ÀS FÁBRICAS DE CELULOSE KRAFT

com a planta de ácido sulfúrico SulfoLoop™

FECHAR CICLOS SIGNIFICA GRANDES ECONOMIAS EM QUÍMICOS E PERMITE AUTOSSUFICIÊNCIA

A ANDRITZ fornece diversas tecnologias para aumentar a circularidade nas plantas de celulose. A planta de ácido sulfúrico SulfoLoop™ permite que as fábricas de celulose kraft produzam seu próprio ácido sulfúrico de gases concentrados

não-condensáveis, ao mesmo tempo que elimina o descarte de correntes residuais no meio ambiente.

O resultado é uma redução significativa na reposição cáustica, reduzindo custos e geração de resíduos, promovendo uma solução mais sustentável que impulsiona a rentabilidade da fábrica e sua

respectiva autossuficiência na produção destes químicos.

Para saber mais sobre como se tornar autossuficiente em ácido sulfúrico, entre em contato:

CircleToZero@andritz.com

Para mais informações,
visite nosso site:





POR FABRICIO SOLER

Advogado e professor de direito dos resíduos e direito ambiental, autor do Código dos Resíduos e da coleção Direito dos Resíduos, consultor jurídico internacional em resíduos, logística reversa, economia circular e regulação ambiental. Sócio da S2F Partners by Soler & Silva Filho.
Email: professor@fabriciosoler.com.br

O POSSÍVEL DECRETO DE LOGÍSTICA REVERSA DE EMBALAGENS DE PAPEL E PAPELÃO: ESTRUTURA, INOVAÇÕES E DESAFIOS REGULATÓRIOS

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) caminha para um novo capítulo regulatório com a proposta de decreto que regulamenta os arts. 32 e 33 da Lei n.º 12.305/2010 e institui um sistema específico de logística reversa para embalagens de papel e papelão. A iniciativa representa um avanço relevante na consolidação da economia circular no País, ao mesmo tempo em que busca adaptar instrumentos já utilizados em outros setores às particularidades da cadeia celulósica.

Embora a logística reversa de embalagens já tenha sido objeto do Acordo Setorial de Embalagens em Geral desde 2015, a proposta de regulamento inaugura um regime próprio para o setor de papel e papelão, alinhado à recente tendência regulatória de segmentação por material e à estrutura adotada para embalagens plásticas. O texto, colocado em consulta pública pelo Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA), em meados de 2022, estabelece metas, mecanismos de governança, sistemas de monitoramento e responsabilidades específicas para os diversos agentes econômicos envolvidos.

Delimitação do escopo regulatório

As disposições preliminares definem o alcance do sistema e esclarecem quais embalagens estarão sujeitas às novas obrigações. O decreto se aplica às embalagens primárias, secundárias e terciárias de papel e papelão que integrem a fração seca dos resíduos sólidos urbanos, além de determinados produtos equiparáveis. Por outro lado, preserva a coerência regulatória ao excluir embalagens já submetidas a sistemas específicos de logística reversa, como agrotóxicos, óleos lubrificantes e produtos abrangidos pelo Decreto n.º 10.388/2020. Desde o início, a

proposta reafirma uma diretriz histórica da PNRS: a priorização da participação de cooperativas e associações de catadores na implementação e operacionalização do sistema.

Definições e objetivos

As definições e os objetivos buscam conferir segurança jurídica e alinhamento conceitual ao novo sistema. Além de incorporar conceitos já previstos na PNRS e no Decreto n.º 11.413/2023, a minuta define indicadores como índice de recuperação, índice de reciclagem e índice de conteúdo reciclado, que passam a desempenhar papel central na aferição de desempenho do setor. Os objetivos refletem claramente a agenda contemporânea de economia circular, incluindo o aumento da reciclabilidade, o fortalecimento dos mercados de materiais reciclados, o estímulo ao uso de conteúdo reciclado, a melhoria da infraestrutura de coleta e a valorização socioeconômica dos catadores.

Governança e responsabilidades compartilhadas

O núcleo do decreto está nos capítulos que estruturam os modelos operacionais e distribuem responsabilidades entre os agentes econômicos. As entidades gestoras assumem atribuições abrangentes, incluindo a implementação do sistema, a verificação do cumprimento das metas, a manutenção dos mecanismos de rastreabilidade e a prestação de informações ao poder público. Também passam a operar mecanismos de auditoria e de controle por meio do sistema denominado “black box”, buscando assegurar a qualidade das informações declaradas pelos participantes do sistema.

É detalhada a operacionalização do fluxo reverso, envolvendo fabricantes, importadores, distribuidores, consumidores, comércio,



Ekonova

Celulose e Papel

operadores de resíduos, cooperativas e recicladores. O modelo valoriza soluções integradas como coleta seletiva, Pontos de Entrega Voluntária (PEVs), centrais de triagem e instrumentos econômicos previstos no Decreto nº 11.413/2023, como os certificados de reciclagem. Também são explicitadas as obrigações de fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores, reforçando o princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. As responsabilidades são proporcionais à massa de embalagens colocadas no mercado nacional, conferindo maior objetividade à repartição dos encargos regulatórios.

Educação ambiental e viabilidade técnica e econômica

A minuta dedica tratamento específico aos planos de comunicação e educação ambiental. O objetivo é não apenas divulgar o sistema, mas também incentivar mudanças de comportamento dos consumidores, ampliando a participação da sociedade no descarte adequado e na coleta seletiva.

Outro aspecto relevante é o reconhecimento expresso da viabilidade técnica e econômica como elemento estruturante do sistema. A definição da localização de pontos de entrega, das operações logísticas e dos investimentos necessários deverá considerar fatores como infraestrutura disponível, distribuição geográfica do mercado e capacidade instalada de recicladores.

Metas e rastreabilidade

As metas constituem um dos pilares do decreto. Existe uma evolução gradual e progressiva do índice nacional de recuperação de embalagens, alcançando 70% em 2040, enquanto as metas de reciclagem atingem 68% ao final do mesmo período.

A proposta também introduz uma meta geográfica para instalação de pontos de entrega voluntária, fixando um PEV para cada 10 mil habitantes ou, no mínimo, um ponto por município de menor porte, com prazo de implementação de quatro anos. A minuta também confere tratamento ao conteúdo reciclado, com modelo de monitoramento e reporte, remetendo a eventual definição de metas para ciclo regulatório oportuno.

A robustez do sistema de logística reversa proposto para embalagens de papel e papelão está diretamente associada aos mecanismos de rastreabilidade e comprovação dos resultados ambientais alcançados. Nesse contexto, a minuta adota a verificação das notas fiscais eletrônicas emitidas nas operações de comercialização de embalagens e aparas de papel e papelão, cuja validade para fins de comprovação das metas dependerá de homologação por verificador de resultados habilitado pelo MMA. Além da existência do documento fiscal, o modelo exige a confirmação do efetivo retorno das massas recuperadas à indústria fabricante ou recicladora, de modo a assegurar que apenas fluxos materiais efetivamente reinseridos no ciclo produtivo sejam considerados para fins de comprovação das metas de recuperação e reciclagem.

Considerações finais

A minuta representa um dos mais importantes movimentos regulatórios para a cadeia de papel e papelão desde a instituição da PNRS. O texto combina metas graduais e progressivas, mecanismos de rastreabilidade, fortalecimento da atuação das entidades gestoras e valorização da participação das organizações de catadoras e catadores de materiais recicláveis, ao mesmo tempo em que procura acomodar as especificidades técnicas e operacionais do setor. ■

Especialidades químicas para a indústria de celulose e papel.

Tecnologia que entrega desempenho, sustentabilidade que reduz impacto.

Um parceiro para crescer junto com o seu negócio.

SOMOS UMA
EMPRESA DO
GRUPO



ekonova.com.br

 @ekonovaquimica  ekonovaquimica





GLADSTONE CAMPOS



POR MÁRCIA SILVA

Coordenadora de Sustentabilidade
e Políticas Florestais da IBÁ

A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA PRECISA DE FLORESTAS

Toda grande transformação econômica muda o valor dos recursos que a sustentam. Foi assim com o petróleo no século passado. É assim com os minerais críticos na corrida pela eletrificação. E será também com os insumos renováveis necessários para descarbonizar a economia.

Entre esses insumos, está a biomassa. A indústria brasileira de árvores cultivadas a utiliza há décadas para gerar energia e calor em seus processos produtivos, mas à medida que mais setores substituem fontes fósseis, cresce a demanda por esse recurso. A fronteira da descarbonização industrial começa, portanto, a encontrar a fronteira da produção de biomassa.

Isso traz uma questão pouco discutida para o centro da transição energética. Não é possível substituir integralmente uma fonte de energia por outra, mas é preciso desenvolver as cadeias capazes de sustentar o crescimento dessa demanda no longo prazo.

Nesse aspecto, a experiência do exitoso setor brasileiro de árvores cultivadas oferece algumas respostas.

Ao longo de décadas, essa indústria escalou sua produtividade ao mesmo tempo em que aperfeiçoou técnicas de manejo sustentável, graças a investimentos em pesquisa e tecnologia. Hoje, faça chuva ou faça sol, plantamos 2,2 milhões de árvores diariamente.

Nas fábricas, essas árvores viram verdadeiras biorrefinarias, com a separação de duas matérias-primas centrais: a fibra e a lignina, parte da estrutura que dá sustentação aos troncos. Da fibra, são feitos milhares de bioprodutos, consumidos por mais

de 4 bilhões de planetários. Da lignina, é possível gerar a energia que abastece essa agroindústria – a autogeração verde, inclusive, já responde por 90% de toda energia consumida pelo setor.

A base florestal do setor ocupa 10,5 milhões de hectares no País. O manejo dessas áreas é realizado dentro de uma lógica de paisagem em que plantações são intercaladas com extensas áreas de vegetação nativa conservada – os chamados mosaicos florestais. Essa técnica permite a formação de corredores ecológicos e contribui para a conservação da biodiversidade, a proteção do solo e a regulação dos fluxos hídricos.

Vale destacar que sua expansão ocorre sobre áreas previamente antropizadas, substituindo, por exemplo, pastos de baixa produtividade por cobertura florestal que presta uma infinidade de serviços ecossistêmicos. Segundo o Atlas da Pastagem, da Universidade Federal de Goiás (UFG), o Brasil possui cerca de 100 milhões de hectares de terras com algum nível de degradação, sendo boa parte delas passíveis de serem convertidas para a produção de fibras, grãos, energia e também para a restauração florestal.

A biomassa florestal pode e deve ser uma trilha, a se somar a outras, à medida que cresce a demanda por energia. Produzir biomassa significa criar uma alternativa renovável para ajudar a atender à expansão industrial sem transferir essa pressão para a vegetação nativa.

Isso começa a acontecer no estado do Mato Grosso, por exemplo. A rápida expansão do etanol de milho transformou o estado em um dos casos mais interessantes da nova economia

SOBRE A IBÁ – A Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ) é a associação responsável pela representação institucional da cadeia produtiva de árvores plantadas, do campo à indústria, junto a seus principais públicos de interesse. Saiba mais em: www.iba.org.br

da biomassa. As usinas precisam de grandes volumes de energia térmica, e a biomassa tornou-se parte importante desse sistema. O crescimento industrial, porém, encontrou uma base florestal que ainda precisa ganhar escala.

Segundo dados do Itaú BBA, considerando uma capacidade de produção de 8 bilhões de litros de etanol, a demanda potencial de biomassa equivaleria a aproximadamente 259 mil hectares de eucalipto em produção. Com a expansão prevista da indústria mato-grossense para 12 bilhões de litros de etanol até 2030, consumindo cerca de 27 milhões de toneladas de milho, a necessidade florestal pode alcançar 383 mil hectares plantados.

A verdade é que o estado antecipa um desafio que tende a aparecer em outras cadeias à medida que a descarbonização industrial avança. Se alimentos, biocombustíveis e outras atividades ampliarem o uso de biomassa para substituir combustíveis fósseis, a pergunta inevitavelmente deixará de ser apenas “quanto de energia renovável podemos consumir?” e passará a ser “de onde virá a biomassa necessária para produzi-la?”.

Essa mudança de perspectiva é importante porque durante muito tempo parte do debate ambiental tratou expansão produtiva e conservação como objetivos concorrentes. A experiência acumulada pela silvicultura brasileira sugere uma equação mais sofisticada. Árvores plantadas são ativos capazes de fornecer madeira e energia renováveis, reduzindo a pressão sobre os ecossistemas naturais, para que esses continuem a cumprir suas funções ecológicas e a prover serviços ecossistêmicos.

No caso brasileiro, vivemos uma transformação importante. A modernização da pecuária tem permitido a diversificação das atividades econômicas no uso da terra. É nesse contexto que novas possibilidades podem surgir, entre elas a silvicultura, em áreas com aptidão para o cultivo de árvores e sempre a partir de planejamento territorial adequado.

Transformar esse potencial em uma nova cadeia produtiva, no entanto, exigirá mais do que simplesmente plantar árvores. Florestas são investimentos de longo prazo, que demandam capital, planejamento e conhecimento técnico. E, nesse percurso, o Brasil não parte do zero: conta com um setor florestal que acumulou décadas de experiência na produção em escala, desenvolvimento científico e tecnologia, manejo sustentável e modelos de gestão capazes de sustentar uma cadeia competitiva.

O desafio agora é mobilizar esse conhecimento para suprir a oferta que a indústria precisará nos próximos anos.

Para quem precisa de biomassa hoje, será necessário combinar soluções de curto prazo para garantir o abastecimento com uma estratégia de expansão florestal capaz de reduzir progressivamente esse descompasso entre oferta e demanda. A transição energética dificilmente será acelerada se continuarmos discutindo como novidade questões que décadas de experiência florestal brasileira já ajudaram a responder. É preciso transformar conhecimento em escala e fazê-lo na velocidade que a nova demanda por biomassa exige. ■



PCF Sistemas de Limpeza para Telas Secadoras



PCF Sistemas de Limpeza para Telas Formadoras



PCF Sistemas de Passivação



PCF Cortadores de Ponta com Facas Rotativas



PCF Cortadores de Ponta para Área Úmida

PCF Maintenance BV é uma fabricante Holandesa de equipamentos de limpeza e corte para a indústria de Celulose, Papel, Cartão e Tissue.

Trabalhamos a nível internacional para várias empresas de referência e também nos especializamos em manutenção preventiva, reparos e revisão de instalações técnicas, bem como projectos chave na mão.

Preço, qualidade (Fabricação 100% Europeia) e abordagem orientada para o cliente é o que faz a diferença entre a PCF e outras empresas.

Contato:

PCF Maintenance BV – Ludo Fransen

E: ludofransen@pcfmaintenance.nl

T: +31 43 365 2077

M: +31 6 506 324 19



ARQUIVO PESSOAL

POR ROGÉRIO PARENTE

Graduado em Administração de Empresas, com MBA em Gestão Empresarial pela Fundação Getúlio Vargas (FGV), e especializações em Visão Estratégica, Planejamento e Controle Gerencial, Governança Corporativa, entre outras. Com 35 anos de experiência nas áreas de Tecnologia e Gestão empresarial, sendo 26 anos como executivo na Hewlett Packard. Hoje, Consultor em Gestão Empresarial, Docente em MBA, Coordenador do Grupo de Excelência em Administração Estratégica de Pessoas e Tecnologias (GEAPE Tech) no Conselho Regional de Administração de São Paulo (CRASP) e membro da Diretoria do Instituto Paulista Excelência da Gestão (IPEG).
E-mail: rogerio.parente@rogpar.com.br

DO CONGRESSO À PRÁTICA: O QUE SUA EMPRESA FAZ COM O CONHECIMENTO QUE TRAZ DE FORA?

Caro leitor, outubro é o mês do **Congresso Internacional de Celulose e Papel da ABTCP**. Imagine um profissional de volta à empresa após três dias de apresentações, debates, trocas de experiências e *networking*. Ele traz anotações e *insights* sobre práticas de outras organizações. Uma delas parece oferecer um caminho para enfrentar um problema com o qual sua equipe convive há meses.

Na primeira conversa com seu superior imediato, ouve o pedido: “Depois, compartilhe o material com o pessoal”. Ele encaminha o material recebido, destaca o que lhe parece mais útil e se coloca à disposição. Nos dias seguintes, as demandas da rotina ocupam a atenção de todos. Ninguém chega a examinar se aquela prática poderia ser aproveitada. O problema continua consumindo tempo e esforço da equipe.

A empresa havia organizado a participação no evento e reservado os recursos necessários, porém, faltou definir como o conhecimento que ele adquiriu no congresso seria discutido e aproveitado pela equipe. Como esperar que o aprendizado individual beneficie o negócio se sua aplicação fica sem lugar na rotina de gestão?

Essa discussão poderia se apoiar nos contatos que o profissional fez durante o congresso. Uma nova conversa com quem apresentou a prática permitiria esclarecer em que condições ela funcionou e quais obstáculos surgiram pelo caminho. A equipe teria, assim, mais elementos para avaliar se a experiência faria sentido em sua realidade.

Minha proposta, neste mês, é discutir o que cabe à gestão organizar entre a descoberta de uma possibilidade e sua incorporação ao trabalho. É nesse percurso que o aprendizado externo pode melhorar o desempenho e fortalecer a competitividade da empresa.

Por que algumas empresas aprendem e outras apenas acumulam informação?

Para entender por que tantas possibilidades se perdem depois de um evento, vale recuar um passo. Muitas vezes, o problema começa antes mesmo de o profissional entrar no congresso.

Em muitas organizações, buscar conhecimento fora ainda é tratado como atividade complementar, não como parte do processo de gestão. Participa-se de congressos, visitas técnicas e encontros com fornecedores porque é importante “acompanhar o mercado”. Mas acompanhar para quê?

Quando um profissional chega a um evento sabendo quais questões relevantes para o negócio precisa investigar, sua atenção muda. Uma apresentação sobre automação ganha outro significado se a empresa enfrenta perda de produtividade. Uma discussão sobre manutenção passa a ser confrontada com um problema recorrente da fábrica. Uma nova tecnologia deixa de ser apenas interessante quando encontra uma necessidade concreta da operação.

Sem esse vínculo, o conhecimento tende a chegar fragmentado. A empresa acaba deixando para o profissional, sozinho, a tarefa de descobrir o que deveria ser relevante, interpretar o que ouviu e imaginar onde aquilo poderia ser utilizado. Não se trata de controlar o que alguém deve aprender. Trata-se de oferecer contexto.

Aprendizado sem contexto gera informação. Aprendizado ligado a um problema pode gerar capacidade

Estudos da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) utilizam o conceito de capacidade de absorção para tratar justamente dessa diferença: a capacidade de reconhecer o valor de um novo conhecimento, assimilá-lo e aplicá-lo. A OCDE também relaciona essa capacidade à interação entre conhecimento, inovação e produtividade.

O conceito desloca a discussão. Talvez o problema não seja quanto conhecimento está disponível no mercado, mas quanto

dele a organização consegue absorver, combinar com aquilo que já sabe e transformar em ação.

É nesse sentido que o conhecimento precisa ser tratado como ativo. Não no sentido contábil estrito, mas como recurso capaz de melhorar decisões, reduzir incertezas, evitar erros e abrir novas possibilidades. Seu valor pode aumentar quando é utilizado, confrontado e compartilhado.

Conhecimento só se torna ativo quando a organização consegue mobilizá-lo

Uma apresentação arquivada não constitui vantagem competitiva. Uma experiência que permanece restrita a uma pessoa também não. O ativo começa a produzir valor quando aquilo que alguém sabe se conecta a um problema, uma decisão, uma oportunidade ou outro conhecimento já existente.

É também aí que aparece sua relação com a inovação. E inovação não começa necessariamente em um laboratório, numa ruptura tecnológica ou numa ideia extraordinária. Muitas vezes começa quando alguém associa uma informação nova a um problema antigo. Uma tecnologia utilizada em outro setor encontra aplicação na operação. Uma prática observada em outra empresa provoca uma mudança de processo. Uma conversa com um fornecedor revela uma alternativa até então não considerada.

Nesses casos, o conhecimento deixa de ser apenas repertório e passa a interferir no que a empresa é capaz de fazer.

A inovação ganha força quando um conhecimento novo muda a forma de enfrentar um problema conhecido

Sem capacidade de transformação, porém, esse conhecimento continua sendo apenas potencial. Hoje, empresas têm acesso a relatórios, *benchmarks*, especialistas, universidades, *startups*, fornecedores, cursos, *webinars* e uma quantidade crescente de conteúdo técnico. A escassez já não está apenas no acesso. Está na capacidade de escolher, conectar e agir.

Essa transformação encontra outra barreira nas fronteiras internas da organização. Uma oportunidade tecnológica raramente pertence a uma única área. Pode depender de operações, manutenção, engenharia, tecnologia, suprimentos e finanças para avançar.

Imagine uma situação comum em uma operação industrial. Uma equipe identifica uma alternativa capaz de reduzir determinada perda. Engenharia considera a possibilidade promissora. Produção teme interferência na estabilidade do processo. Tecnologia alerta para dificuldades de integração. Suprimentos quer saber se haverá fornecedor confiável. Finanças questiona investimento, retorno e impacto no caixa.

Nenhuma dessas preocupações é inadequada. O problema começa quando elas aparecem isoladamente. Em vez de perspectivas diferentes ajudarem a construir uma decisão melhor,

cada área oferece uma razão legítima para postergar o assunto. Ninguém chega a dizer “não”, mas também ninguém assume o próximo movimento.

Boas ideias raramente morrem numa grande decisão. Muitas desaparecem entre pequenas indefinições

O efeito vai além do atraso. O conhecimento também se fragmenta. A experiência adquirida por uma área permanece naquela área. Um problema conhecido pela operação não encontra quem acompanha novas tecnologias. Informações de mercado não conversam com desafios técnicos. É justamente nessa combinação que boa parte da inovação acontece.

Uma organização inovadora não é apenas aquela que possui pessoas criativas ou investe em tecnologia. É aquela que consegue aproximar conhecimentos, competências e perspectivas que normalmente permaneceriam separados. Sem circulação, conhecimento acumula. Com circulação e capacidade de aplicação, pode gerar inovação.

Surge então uma tensão real entre prudência e movimento. Empresas precisam proteger recursos, processos, segurança e clientes de decisões precipitadas. Nem toda novidade merece investimento. Nem toda prática adotada por outra organização funcionará nas mesmas condições. Nem toda tecnologia apresentada como transformadora entregará resultado compatível com o entusiasmo inicial. O problema não está na prudência. Está em confundi-la com imobilidade.

Quando a organização não dispõe de critérios para examinar uma nova possibilidade, tende a preservar o conhecido. Exigir certeza elevada antes de qualquer experimentação parece racional, mas pode produzir um paradoxo: a empresa só se sente confortável para adotar determinada solução quando ela já foi amplamente testada — momento em que parte da vantagem conquistada por quem se movimentou antes pode ter desaparecido.

No ambiente empresarial brasileiro, esse comportamento tem explicações compreensíveis. Custo de capital elevado, pressão sobre margens, complexidade regulatória e metas de curto prazo reduzem a tolerância ao erro. Projetos disputam recursos. Gestores precisam justificar investimentos. E uma iniciativa que dá errado costuma ser muito mais visível do que uma oportunidade que ninguém chegou a explorar.

O custo de fazer aparece. O custo de não fazer quase nunca recebe um centro de responsabilidade

Uma tecnologia que poderia reduzir perdas e não foi testada não aparece como despesa. Uma prática que poderia elevar produtividade e não foi analisada tampouco. Uma oportunidade de melhoria que permaneceu parada não será registrada contabilmente como perda. Isso não significa que a perda não exista. Significa apenas que ela não recebe esse nome.



Outra barreira está na relação da organização com sua própria experiência. Empresas maduras acumulam repertório valioso. Seus profissionais conhecem restrições, lembram tentativas anteriores e sabem que soluções atraentes no papel podem enfrentar dificuldades na operação.

Esse conhecimento protege a empresa de decisões ingênuas. Mas também pode se transformar em defesa contra o novo. “*Já tentamos...*” “*Aqui não funciona...*” “*Nossa realidade é diferente...*” “*A operação não permite.*” Às vezes, essas frases traduzem experiência legítima. Em outras, encerram a discussão antes que a possibilidade tenha sido realmente compreendida.

Há diferença entre perguntar: “por que isso não funcionaria aqui?” e “em que condições isso poderia funcionar aqui?” A primeira procura impedimentos. A segunda, possibilidades e limites.

Experiência evita repetir erros. Também pode impedir que novas possibilidades sejam examinadas

É por isso que gestão do conhecimento não pode ser confundida com documentação. Procedimentos, relatórios, bases de dados e repositórios são necessários, mas representam apenas a parte mais visível desse ativo. Conhecimento organizacional também está nas experiências acumuladas, nos erros já cometidos, nas relações construídas, nas conversas entre profissionais e na capacidade de aproximar informações que estavam dispersas.

Administrar esse ativo significa criar condições para que ele circule, seja confrontado, combinado e utilizado. Se a empresa enxerga conhecimento apenas como conteúdo, preocupa-se em armazená-lo. Se o enxerga como ativo, preocupa-se em fazê-lo produzir valor.

Isso também explica por que gestão do conhecimento e inovação não deveriam funcionar como agendas independentes. Uma organização dificilmente sustenta sua capacidade de inovar se não consegue aproveitar aquilo que já sabe — e menos ainda aquilo que aprende com o ambiente externo.

Quando o conhecimento não circula, inovar passa a depender demais de coincidências

Dados da **Pesquisa de Inovação (PINTEC) Semestral**, divulgados pelo **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)**, trazem um sinal que merece atenção. Entre as empresas inovadoras das indústrias extrativas e de transformação com cem ou mais pessoas ocupadas, a parcela que estabeleceu relações de cooperação para desenvolver suas atividades inovativas passou de 41,7% em 2021 para 32,0% em 2024, o menor percentual do período.

O dado não mede o aproveitamento de congressos e tampouco permite concluir que as empresas brasileiras estejam aprendendo menos. Mas ajuda a iluminar algo importante: raramente uma organização dispõe, sozinha, de todos os conhecimentos, competências e recursos necessários para inovar.

A articulação com fornecedores, clientes, universidades, centros tecnológicos e outros parceiros pode ampliar o que a empresa sabe e consegue fazer.

Para uma cadeia intensiva em tecnologia, capital e conhecimento técnico como a de celulose e papel, isso tem consequências concretas. Uma melhoria aparentemente pequena pode alterar consumo de insumos, disponibilidade de equipamentos ou produtividade. Uma solução de manutenção pode diminuir uma parada. Uma nova abordagem gerencial pode reduzir dificuldades de coordenação. Uma tecnologia emergente pode modificar custos, riscos ou velocidade de decisão.

É aqui que aparece outra confusão frequente: exposição ao conhecimento não é o mesmo que aprendizagem organizacional. Sendo assim, uma empresa pode oferecer treinamentos, participar de eventos, contratar consultorias e manter relacionamentos com fornecedores, universidades e especialistas. Tudo isso amplia seu acesso ao conhecimento, mas não garante que a organização aprenda.

A aprendizagem organizacional se revela quando aquilo que foi compreendido altera a capacidade coletiva: melhora uma decisão, modifica uma prática, evita um erro, gera uma experimentação ou aperfeiçoa um processo. Nesse momento, o conhecimento deixa de permanecer apenas com quem o adquiriu e passa a integrar o repertório da empresa. Se nada muda, houve informação. Não necessariamente aprendizado.

Essa distinção ajuda a enxergar o verdadeiro tamanho das perdas. Inscrição, deslocamento e hospedagem são fáceis de calcular, mas provavelmente não representam a parcela mais importante do custo. A perda maior pode estar no problema operacional que continuará sendo tratado como inevitável, no processo que seguirá consumindo horas, na solução desenvolvida internamente para uma dificuldade que alguém já resolveu melhor ou na tecnologia percebida tarde demais.

Pode aparecer como perda de produtividade, deterioração de margem, atraso, esforço adicional da equipe ou simplesmente como uma oportunidade que um concorrente aproveitou primeiro.

O maior desperdício de conhecimento não é esquecer o que se ouviu. É continuar pagando pelo problema que aquele conhecimento poderia ajudar a resolver

Há ainda uma consequência menos mensurável, mas bastante humana. Profissionais percebem quando aquilo que identificam e trazem para a organização encontra espaço ou não. Depois de algumas tentativas que não produzem consequência, muitos deixam de insistir. Continuam observando, aprendendo e percebendo oportunidades, mas passam a escolher melhor onde gastar energia.

Esse movimento é silencioso. O profissional não precisa discordar abertamente nem deixar de colaborar. Apenas reduz a iniciativa. Aprende, pela experiência, quais assuntos avançam e quais morrerão pelo caminho. Desta forma, a empresa não perde apenas uma ideia. Perde parte da disposição das pessoas para trazer novas ideias.

Com o tempo, a liderança pode concluir que faltam propostas inovadoras, quando talvez tenha construído um ambiente no qual propor deixou de valer o esforço. Essa é uma verdade incômoda: **Muitas empresas investem no desenvolvimento das pessoas e, sem perceber, mantêm sistemas de gestão que desperdiçam parte daquilo que elas aprenderam.**

Tratar conhecimento como ativo exige, portanto, mais do que capacitação. Exige capacidade de mobilizar saberes diante de problemas reais, colocá-los em circulação e combiná-los de maneiras que produzam respostas melhores. É nessa passagem que conhecimento, inovação e competitividade se encontram.

Empresas que aprendem também com fornecedores, clientes, parceiros, universidades, especialistas e outras organizações ampliam seu repertório. Não precisam descobrir tudo sozinhas. Conseguem evitar alguns erros já cometidos por outros, perceber alternativas mais cedo e responder com maior velocidade quando o ambiente muda. Num ambiente competitivo, conhecimento parado perde valor; conhecimento mobilizado pode mudar a empresa.

Do conhecimento à mudança de prática

Se o problema está na passagem entre aquilo que alguém aprende e aquilo que a organização consegue utilizar, a resposta não pode ser simplesmente “compartilhar melhor”. É preciso criar um caminho de gestão. E este caminho começa antes do evento.

Quando uma empresa decide enviar um profissional a um congresso, deveria existir pelo menos uma conversa sobre quais questões merecem atenção. Não uma agenda rígida, mas algumas perguntas relevantes para o negócio: que problema precisamos compreender melhor, que tecnologia merece acompanhamento e que prática de outras empresas pode ajudar a enfrentar uma dificuldade já conhecida?

Isso muda a natureza da participação. O profissional continua aberto ao inesperado, mas passa a observar o evento também a partir das necessidades da organização.

Ao retornar, o passo seguinte não deveria ser apresentar tudo o que viu. Deveria ser selecionar. Congressos produzem excesso de estímulos. Algumas ideias são interessantes, poucas são realmente relevantes e um número ainda menor merece mobilizar tempo e recursos. A gestão precisa distinguir aquilo que vale aprofundar, o que pode resolver um problema concreto, o que merece apenas acompanhamento e o que simplesmente não faz sentido para aquela realidade.

Gestão do conhecimento também é saber o que não merece avançar

Quando uma possibilidade parece consistente, entra uma etapa decisiva: colocá-la em contato com quem conhece o problema. Uma ideia de manutenção não deve permanecer restrita a quem participou do congresso. Uma nova tecnologia não pode ser avaliada apenas pela área de tecnologia. O conhecimento precisa encontrar a operação.

É nesse encontro que entusiasmo e resistência devem ser tratados com o mesmo cuidado. Quem trouxe a ideia pode superestimar seu potencial porque acabou de conhecê-la. Quem opera o processo pode rejeitá-la cedo demais, porque conhece todas as dificuldades existentes.

A liderança precisa impedir que a novidade seja adotada por empolgação e, ao mesmo tempo, que seja descartada por reflexo. O debate precisa esclarecer que problema a alternativa resolveria, que evidências existem, o que teria de ser adaptado e qual risco faz sentido assumir para aprender. Aqui, a gestão deixa de atuar apenas como filtro e passa a criar condições para experimentar.

No ambiente empresarial brasileiro, com capital caro, margens pressionadas e pouca tolerância a projetos sem retorno claro, esperar certeza absoluta é tentador. Mas inovação raramente oferece certeza antecipada.

Entre adotar uma solução em larga escala e descartá-la por falta de garantia existe uma terceira possibilidade: testar de forma controlada. E isto pode ser feito por meio de um piloto bem desenhado que reduz o tamanho da aposta sem eliminar o aprendizado. Pode ser uma aplicação limitada em uma linha de produção, uma mudança de rotina em uma equipe, uma prova de conceito tecnológica ou a revisão de um processo específico. A lógica é a mesma: aprender antes de comprometer recursos maiores.

Nem toda ideia precisa de aprovação para escalar. Algumas precisam apenas de permissão para provar que valem a pena

Esse ponto envolve governança. Alguém precisa assumir a responsabilidade pelo próximo passo. Muitas oportunidades se perdem porque a reunião termina com interesse, mas ninguém sai responsável por aprofundar o tema. Quando todos demonstram interesse, mas ninguém tem responsabilidade, a rotina decide. E a rotina quase sempre escolhe o que já estava previsto.

A gestão precisa definir quem fará a próxima verificação, em que prazo e com qual critério a organização decidirá continuar ou interromper. Não para burocratizar, mas para evitar que ausência de decisão seja confundida com decisão.

Também é importante reconhecer que um experimento não precisa confirmar a ideia original para gerar valor. Descobrir rapidamente que determinada solução não funciona nas condições da empresa também é conhecimento. Um teste que permite abandonar cedo uma alternativa ruim pode evitar um erro muito mais caro.



Aprender que não vale a pena também é retorno sobre conhecimento

Quando a experiência funciona, surge outra etapa: transformar aquilo que deu certo em capacidade da organização. Se o resultado permanece apenas com a equipe que participou do piloto, o conhecimento continua localizado.

É preciso incorporá-lo ao processo, à rotina, ao padrão de trabalho ou ao mecanismo de gestão correspondente. Dependendo do caso, isso pode significar ajustar procedimentos, indicadores, responsabilidades, sistemas ou treinamento.

É aqui que o aprendizado deixa de pertencer ao evento que lhe deu origem. A pergunta já não é mais: “o que vimos no congresso?”. Passa a ser: “o que fazemos diferente agora?”.

A empresa não aprende simplesmente porque alguém adquiriu conhecimento. Aprende quando esse conhecimento modifica sua capacidade de agir. Na prática, isso exige menos cerimônia do que disciplina. Não é necessário criar grandes estruturas para cada *insight* externo. O que precisa existir é um fluxo consciente: intenção antes, seleção depois, confronto com a realidade, responsabilidade clara, experimentação quando fizer sentido e incorporação quando houver resultado. O processo pode ser simples. O que não pode ser é acidental.

Na minha visão, é aqui que a liderança tem um papel que não deveria delegar inteiramente às áreas de treinamento, inovação ou tecnologia. Transformar conhecimento em capacidade organizacional é uma questão de gestão.

Conhecimento influencia decisões, decisões orientam recursos e recursos moldam prioridades. No fim, são elas que determinam o que a empresa será capaz de fazer melhor do que fazia ontem.

O **Congresso Internacional de Celulose e Papel da ABTCP** reunirá novamente profissionais, empresas, fornecedores, especialistas e experiências que não fazem parte da rotina diária de cada organização. Haverá tecnologias novas, práticas conhecidas sob outras perspectivas, conversas inesperadas e provavelmente algumas ideias capazes de responder a problemas que hoje ainda consomem tempo, dinheiro e energia.

Nem todas merecerão avançar. Mas algumas talvez mereçam.

Quando seus profissionais voltarem, portanto, a pergunta mais importante talvez não seja: “o que você viu por lá?”. Pode ser outra: **O que aprendemos lá fora que vale a pena transformar em capacidade aqui dentro?** ■



VENHA NOS VISITAR!

AUMENTAR A EFICIÊNCIA



Testes inteligentes. Papel de melhor qualidade



Toque/maciez ✓

Potencial zeta ✓

Carga das partículas ✓

📍 **ABTCP 2026 - CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL**

Estande nº 131/133

6 a 8 outubro de 2026

Transamerica Expo Center, São Paulo, Brazil

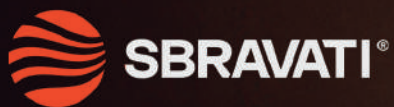
Organizado pela Associação Brasileira de Papel e Celulose

- ✓ Otimização da qualidade do produto
- ✓ Aumento da eficiência do processo
- ✓ Redução dos custos de produção



30 anos de inovação, alta precisão e trabalho em equipe
emtec-electronic.de





75 anos

ACOMPANHANDO A EVOLUÇÃO DA INDÚSTRIA.

O tempo muda.
A tecnologia avança.
Os processos evoluem.

E a Sbravati continua presente.

Há 75 anos, desenvolvemos soluções em **papéis e tubetes**, unindo experiência, qualidade e inovação para atender às demandas da indústria.

75 anos de história.
Um olhar constante
para o futuro.

 comercial@sbravati.com.br

 (49) 3245-0671

 sbravati.com.br





POR LIEN MENDES

Especialista em Gestão de Pessoas, mentora de líderes e consultora de Desenvolvimento Humano, certificada em Liderança pela Ohio University.
E-mail: contato@lienmendes.com.br

MULHERES NO MERCADO DE TRABALHO: A OPORTUNIDADE PODE SER A MESMA, MAS AS CONDIÇÕES AINDA NÃO O SÃO

Tenho pensado muito sobre o que chamamos de sucesso profissional. Durante anos aprendemos a associá-lo a crescimento, posições mais altas, remuneração, reconhecimento, influência. Tudo isso importa. Entretanto, quanto mais acompanho pessoas e suas trajetórias, mais me faço uma pergunta: *qual é o preço que estamos considerando aceitável para chegar lá?*

Essa pergunta ganha outro significado quando penso na carreira das mulheres. Não porque acredito que mulheres precisem de um caminho mais fácil, ou porque homens e mulheres devam ser colocados em lados opostos dessa discussão, mas porque não consigo falar seriamente sobre igualdade de oportunidades sem reconhecer que, ainda hoje, as condições para construir uma carreira não são exatamente as mesmas para os gêneros.

Uma mulher pode ter a mesma formação, competência e ambição de um homem. Pode sentar-se na mesma sala, participar do mesmo processo seletivo e ser avaliada pelos mesmos indicadores. No papel, as oportunidades parecem iguais; na vida nem sempre o são.

O *Global Gender Gap Report 2026* ajuda a dimensionar essa contradição. O Brasil praticamente alcançou a paridade entre homens e mulheres na educação. Quando o relatório observa participação e oportunidades econômicas, porém, o índice brasileiro cai para 66,6%.

Se as mulheres estudaram, qualificaram-se e conquistaram espaço no mercado, por que essa presença ainda não se transforma, na mesma proporção, em crescimento, remuneração e poder de decisão? Parte da resposta talvez esteja em algo que o mundo corporativo nem sempre considera quando analisa uma carreira: a vida que existe ao redor dela.

A vida também entra pela porta da empresa

Durante muito tempo, construímos um ideal de profissional capaz de separar perfeitamente vida pessoal e trabalho. Particularmente, nunca acreditei muito nesta separação. Entramos nas organizações inteiros, levamos conosco nossas responsabilidades, sonhos, filhos, pais, relacionamentos, dificuldades e escolhas. O problema é que essa vida ainda pesa de maneira diferente para homens e mulheres.

Segundo o IBGE, em 2022, as mulheres brasileiras dedicavam, em média, 21,3 horas por semana aos cuidados de pessoas e afazeres domésticos. Entre os homens, eram 11,7 horas. São quase dez

horas semanais de diferença. Mas não penso apenas nas horas.

Penso na mulher que está em uma reunião importante e recebe a mensagem da escola dizendo que o filho está com febre; penso na executiva que precisa decidir se aceita uma posição que exigirá viagens frequentes, enfim, penso nas profissionais que cuidam dos filhos enquanto começam também a acompanhar pais que estão envelhecendo. E ainda reflito sobre as mulheres que, assim como eu, muitas vezes encerram o expediente profissional e iniciam uma segunda jornada que ninguém registra.

Existe ainda a carga de lembrar, antecipar e organizar. Um trabalho pouco visível, mas que consome dois recursos fundamentais para qualquer carreira: tempo e energia. Quando o cuidado continua concentrado majoritariamente nas mulheres, seus efeitos atravessam a porta das empresas. Eles interferem na disponibilidade, na mobilidade, na possibilidade de assumir determinados projetos e, algumas vezes, até na permanência no mercado de trabalho.

A maternidade torna essa diferença ainda mais evidente. Ter um filho não retira competência, não apaga experiência nem diminui capacidade de liderança. Ainda assim, às vezes o preconceito não aparece como preconceito e sim como cuidado. Manifestado em frases, como: “Ela acabou de voltar da licença, talvez seja melhor não a colocar nesse projeto agora”; “Essa posição exige muita viagem”; ou “Ela está com filhos pequenos”.

Pode não existir má intenção nessas frases. Mas existe uma pergunta que deveria vir antes delas: **Alguém perguntou para ela?** Uma mulher tem todo o direito de não querer uma promoção naquele momento, não viajar ou diminuir o ritmo. O que ela não deveria perder é o direito de fazer essa escolha, até porque uma oportunidade pode ser igual, no entanto, as condições para aproveitá-la podem não ser.

Carreira também é independência

Há outra dimensão dessa conversa que considero essencial: independência financeira. Quando falamos sobre carreira feminina, falamos muito sobre realização, liderança e representatividade. Precisamos falar também sobre dinheiro. Ter renda própria significa liberdade para fazer escolhas, construir patrimônio, planejar o futuro, sustentar os filhos, cuidar de si e envelhecer com mais segurança.

Portanto, quando uma mulher deixa o mercado ou reduz significativamente sua participação profissional durante anos, porque alguém precisa assumir o cuidado da família, não estamos falando apenas de uma pausa na carreira. Existe um efeito acumulado: renda que deixou de ser construída, progressões que não aconteceram, contribuições previdenciárias menores, patrimônio que deixou de ser acumulado e experiências profissionais que poderiam abrir outras oportunidades.

O 5.º Relatório de Transparência Salarial mostrou que, nas cerca de 53,5 mil empresas brasileiras com cem ou mais empregados analisadas em 2026, a remuneração média das mulheres permaneceu 21,3% inferior à dos homens. O dado reúne diferentes ocupações e posições hierárquicas e, portanto, não significa simplesmente que mulheres recebem 21,3% menos pelo mesmo trabalho, ele nos obriga a olhar além da folha de pagamento.

Onde estão as mulheres na estrutura de remuneração das nossas organizações?

Não basta comparar o salário de quem ocupa a mesma cadeira; precisamos observar quem consegue chegar às cadeiras mais bem remuneradas e o que acontece durante o caminho.

Quem recebe os projetos que dão visibilidade? Quem participa das discussões estratégicas? Quem é preparado para posições maiores? Quem aparece no *pipeline* sucessório? E quem, aos poucos, vai desaparecendo dele? É exatamente aí que as organizações podem atuar concretamente.

Ambientes mais justos passam por critérios transparentes de remuneração e promoção, *pipelines* sucessórios acompanhados com atenção, distribuição equilibrada de oportunidades de exposição, apoio efetivo no retorno da licença-maternidade, flexibilidade quando possível e uma compreensão de parentalidade que inclua mães e pais.

Passam também por preparar líderes para reconhecer vieses nas pequenas decisões. Porque diferenças de carreira raramente são construídas em um único acontecimento. É o projeto que não veio, a reunião para a qual ela não foi chamada, a exposição que outro profissional recebeu, a promoção que ninguém ofereceu, porque presumiram que ela recusaria.

Isoladamente, talvez nenhum desses episódios explique uma carreira, mas somados ao longo de dez ou quinze anos, podem explicar muita coisa. Se hoje olhamos para a alta liderança e perguntamos: *onde estão as mulheres?* Temos a certeza de que essa pergunta devesse ter sido feita muito antes.

Crescer sem precisar escolher menos

Quando penso no ambiente de trabalho que precisamos construir, não imagino um lugar em que mulheres tenham menos responsabilidades ou sejam poupadas dos desafios de uma carreira, penso justamente no contrário.

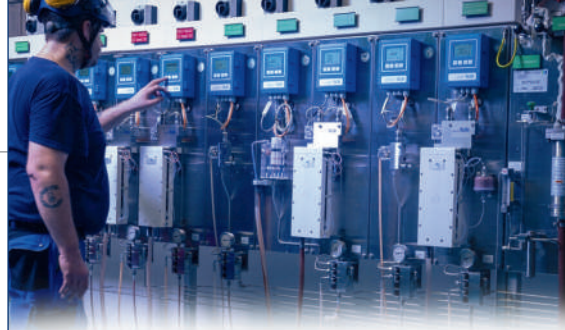
Quero que possam desejar muito. Crescer, liderar, ganhar dinheiro, assumir riscos, ocupar posições de decisão e construir patrimônio. Entretanto, é justo que também possam ser mães, cuidar de quem amam, preservar a saúde e ter vida fora do trabalho.

Não acredito que essas coisas devam ser incompatíveis. Toda escolha profissional envolve renúncias e isso vale para homens e mulheres. Crescer exige esforço, disponibilidade e responsabilidade. A questão é perceber quando o sacrifício deixa de ser consequência de uma escolha e passa a ser um preço adicional cobrado de algumas pessoas simplesmente para permanecer no jogo.

Essa é, para mim, a conversa que vale a pena termos dentro das organizações. Não sobre favorecer mulheres e sim sobre criar condições justas para que elas possam escolher até onde querem chegar. Quem sabe bom indicador de evolução não seja apenas contar quantas mulheres temos na liderança. E sim olhar para uma profissional competente, em qualquer momento da sua trajetória, e saber que ela pode crescer sem precisar escolher entre carreira e maternidade, ambição e qualidade de vida, realização e independência financeira.

Quando essas escolhas deixarem de parecer incompatíveis, talvez tenhamos avançado de verdade. Porque igualdade de oportunidades não acontece quando simplesmente abrimos a mesma porta para todos, e sim quando as pessoas têm condições reais de atravessá-la. ■

Um grande abraço,
Lien Mendes



swan
ANALYTICAL INSTRUMENTS

**EVITE PARADAS,
INCRUSTAÇÕES E
CORROSSÕES
CAUSADAS PELA ÁGUA**

**Medição contínua de
oxigênio dissolvido em
aplicações críticas da
indústria de papel e celulose**

- ✓ Dados confiáveis em tempo real e altamente sensível com faixa de medição a partir de 0,01 ppb.
- ✓ Integração direta aos sistemas de automação das plantas industriais.
- ✓ Redução de custos de manutenção e aumento da vida útil de caldeiras, tubulações e trocadores de calor.

☎ (11) 4509-5990

✉ vendas@swandobrasil.com.br

🌐 www.swandobrasil.com.br

Arauco avança na construção da ferrovia do Projeto Sucuriú

A Arauco iniciou o içamento de 18 vigas da ponte ferroviária sobre o córrego São Mateus, em Inocência-MS, um marco na construção do ramal que escoará a futura produção de celulose do Projeto Sucuriú. A ponte já atingiu 70% de execução, enquanto a ferrovia registra 50,8% de avanço. As vigas têm cerca de 30 metros de comprimento e pesam 92 toneladas cada.

ABB projeta redução de perdas de até US\$ 2,1 milhões

A ABB deve eliminar perdas de até US\$ 2,1 milhões na fábrica de Sorocaba-SP após revisar os processos de gestão de estoque. A iniciativa partiu da estagiária Ana Gabrielle Vassão, que identificou que cerca de 4% do estoque era descartado. Do material eliminado, 61,5% eram peças novas e sem defeitos. A revisão dos processos e a automação de indicadores devem reduzir a obsolescência e otimizar compras e devoluções.

Veracel registra recorde histórico de produção

A Veracel Celulose alcançou, em agosto de 2026, a maior produção mensal de sua história, com 107.486 toneladas de celulose. O volume supera o recorde anterior, de 104.786 toneladas, registrado em maio de 2014. Segundo Fabrício Stange, diretor Industrial, o resultado reflete a integração de todas as etapas da cadeia produtiva, da silvicultura e manejo florestal à fábrica, logística e demais áreas da operação.

Eucatex adota dupla materialidade em Relato Integrado

A Eucatex publicou seu Relato Integrado 2025 adotando, pela primeira vez, o conceito de dupla materialidade. A abordagem considera tanto os impactos da companhia sobre sociedade e meio ambiente quanto os efeitos de fatores externos, como mudanças climáticas, sobre o negócio. O relatório também destaca avanços em economia circular, biotecnologia, resiliência climática e transformação digital, além de receita líquida recorde de R\$ 3,1 bilhões em 2025.

Voith reduz consumo de energia em fábrica da Koehler, na Alemanha

O SteamBooster, da Voith, passou a recuperar o calor de exaustão do processo de *coating* na fábrica da Koehler Paper, em Kehl, na Alemanha. A tecnologia utiliza esse calor para gerar cerca de uma tonelada de vapor por hora a partir de condensado, reduzindo a carga da caldeira e o consumo de gás natural. Desde junho de 2025, o sistema integra um conceito de recuperação de calor que permite economizar até 1.500 toneladas de CO₂ por ano.

Irani reduz em 92% as emissões de carbono

A Irani reduziu em 92% suas emissões específicas de gases de efeito estufa desde 2004, considerando as emissões por tonelada líquida produzida. Em 2025, a companhia registrou queda de 11,3% no indicador e um balanço climático positivo de 65.050 toneladas de CO₂ equivalente. Os resultados fazem parte do Plano Estratégico de Descarbonização e incluem o uso de 100% de energia elétrica proveniente de fontes renováveis.

Valmet desenvolve tecnologia para reduzir poeira em linhas de tissue

A Valmet desenvolveu o DustControl, sistema voltado ao controle da poeira em linhas de conversão de tissue. A solução combina extração localizada, automação e monitoramento em tempo real para capturar partículas diretamente nos pontos em que são geradas. Segundo a empresa, a tecnologia reduz o acúmulo de poeira, a necessidade de intervenções manuais e os riscos de incêndio, além de contribuir para a segurança dos operadores e a confiabilidade das linhas.

Odivan Cargnin é eleito Profissional do Ano em Finanças

O diretor-presidente da Irani Papel e Embalagem, Odivan Cargnin, foi eleito Profissional do Ano na categoria Finanças da 41.ª edição do Prêmio Anefac Profissional do Ano. O reconhecimento, entregue em São Paulo, destaca sua trajetória nas áreas de finanças, administração, estratégia e gestão. A Irani também recebeu, pela sexta vez consecutiva, o Troféu Transparência Anefac, voltado ao reconhecimento da qualidade das informações financeiras.

Acompanhem as notícias completas e muito mais no portal [Newspulpaper.com](https://www.newspulpaper.com)



Suzano adquire 10% no empreendimento Imetame Logística Porto

A Suzano adquiriu 10% de participação no Imetame Logística Porto, empreendimento em construção no Espírito Santo que prevê cinco terminais portuários especializados. O acordo também envolve a cessão de terrenos da Suzano para o desenvolvimento do projeto. O complexo terá capacidade para receber grandes navios e deverá iniciar operações de carga geral no início de 2027, enquanto o terminal de contêineres tem previsão de entrar em operação até meados de 2028.

Executiva da Valmet é destaque em premiação nacional

Fernanda Yanaze Maia, gerente de Marketing e Comunicação para a América Latina da Valmet, foi eleita Executiva de Comunicação Corporativa da Região Sul no TOP Mega Brasil 2026 e também integrou o TOP 15 Brasil. A premiação recebeu quase 12,5 mil votos. A Central Press, agência paranaense que atende a Valmet, também venceu na categoria Agência de Comunicação da Região Sul pela quinta vez, conquistando o reconhecimento TOP de Ouro.

Klabin cria embalagens eficientes para otimizar transporte e conservação de FLV

A Klabin produz mais de 200 milhões de embalagens de papelão ondulado por ano para transportar cerca de 1,4 milhão de toneladas de frutas, verduras e legumes. A companhia desenvolve soluções considerando ventilação, resistência e aproveitamento logístico. Um dos projetos redesenhou uma caixa para uvas, ampliando a circulação de ar e a resistência da embalagem, o que reduziu o tempo de resfriamento e permitiu aumentar a quantidade transportada por paleta.

Nanning Sun Paper seleciona novamente a ANDRITZ

A Nanning Sun Paper selecionou novamente a ANDRITZ para fornecer tecnologias e equipamentos para sua terceira linha de produção de celulose e para a nova máquina de papel PM21, na China. O início das operações está previsto para meados de 2027. O pedido, de valor na casa de dois dígitos de milhões de euros, inclui uma linha de fibras, caldeira de recuperação, planta de licor branco e tecnologias para preparação de massa e manuseio de aparas recicladas.

Honeywell amplia recursos de segurança industrial

A Honeywell Technologies lançou novas funcionalidades para o Safety Suite 2.0, plataforma que oferece maior visibilidade sobre frotas de detectores portáteis de gás em operações industriais. O sistema reúne dados históricos, painéis aprimorados, alertas e leituras em tempo real para ajudar gestores a identificar riscos e agir preventivamente. A solução também automatiza processos de gestão dos dispositivos, como atribuição, calibração e controle de inventário.

Banco Mundial projeta aumento de 50% na geração de resíduos até 2050

O novo relatório *What a Waste 3.0*, do Banco Mundial, aponta que a geração global de resíduos sólidos urbanos alcançou 2,56 bilhões de toneladas em 2022 e poderá chegar a 3,86 bilhões de toneladas em 2050, mantendo-se a trajetória atual. O estudo reúne dados de 217 países e economias e 262 cidades e destaca que cerca de um terço dos resíduos ainda não é adequadamente coletado ou tratado.

Cenibra automatiza cadastro de materiais

A Cenibra implantou uma solução de gestão de dados mestres (MDM) da Akquinet Brasil para padronizar o cadastro de materiais, equipamentos e insumos. A tecnologia automatizou 84,8% dos processos, eliminou cinco planilhas paralelas e reduziu pela metade o tempo médio de cadastro. Ao todo, 11 processos foram automatizados e 7.540 regras de negócio implementadas, integrando quatro áreas da companhia.

Mimmo destaca economia familiar nas escolhas de consumo

A Mimmo, marca da Suzano, apresenta a economia familiar como parte das decisões cotidianas de cuidado. Segundo pesquisa da Planejar com a Datafolha, 59% dos brasileiros afirmam ser planejados financeiramente, enquanto 46% estão insatisfeitos com sua situação financeira. Nesse cenário, a marca destaca a importância de avaliar preço, qualidade e rendimento de produtos essenciais, como o papel higiênico, no momento da compra.



Foto aérea do canteiro de obras do Projeto Sucuriú em Inocência-MS

SUCURIÚ ENTRA NA FASE DE INTEGRAÇÃO PARA TRANSFORMAR ESCALA EM OPERAÇÃO

Com cerca de 75% das obras concluídas e primeiras áreas em pré-comissionamento, Arauco avança na montagem industrial enquanto prepara base florestal, colheita, ferrovia, tecnologia e território para colocar em operação, no último trimestre de 2027, uma fábrica de 3,5 milhões de toneladas anuais de celulose

POR FERNANDA CAPO
Especial para *O Papel*

A pouco mais de um ano da partida prevista para o Projeto Sucuriú, em Inocência-MS, a imagem do empreendimento começa a mudar. O canteiro ainda vive o período de maior intensidade das instalações eletromecânicas, grandes equipamentos continuam chegando e estruturas de

dezenas de metros avançam sobre o complexo industrial. Ao mesmo tempo, algumas plantas já começam a passar por testes de pré-comissionamento, sinal de que, gradualmente, o desafio deixa de ser apenas construir uma fábrica e passa a ser preparar todos os seus sistemas para funcionar de maneira integrada.



Em setembro, aproximadamente 75% do empreendimento já estava executado, o que significa cerca de seis pontos percentuais à frente do cronograma inicial. A vantagem, porém, não deverá antecipar o *startup*: a companhia mantém o início da operação para o último trimestre de 2027 e pretende utilizar essa margem para dar segurança às etapas de montagem final, testes, comissionamento e preparação da unidade.

Se a escala física do Sucuriú já impressiona – investimento de US\$ 4,6 bilhões e capacidade projetada de 3,5 milhões de toneladas anuais de celulose de fibra curta –, é nessa nova fase de obras que a complexidade do projeto se torna mais evidente. Para que a primeira tonelada seja produzida, não basta terminar a linha de fibras ou colocar uma

caldeira em funcionamento. Segundo Carlos Altimiras, presidente da Arauco Brasil, “o Projeto Sucuriú vai muito além da construção da fábrica; o sucesso da partida depende de um avanço sincronizado entre implantação industrial, formação florestal, infraestrutura logística e iniciativas voltadas ao território”. É essa sincronização que passa a definir a etapa mais recente do projeto.

Uma nova escala global a partir do Brasil

Quando entrar em operação, Sucuriú não representará apenas uma expansão volumétrica. A unidade acrescentará ao portfólio da Arauco uma nova origem de fibra curta, produzida no Brasil, dentro de uma plataforma que já reúne diferentes negócios, produtos e geografias. Para a companhia, é justamente essa combinação entre escala e complementaridade que deverá determinar o papel estratégico do projeto.

Altimiras afirma que as condições brasileiras para a produção de celulose, somadas ao porte da unidade, colocam Sucuriú em um patamar de custo considerado “muito competitivo” pela empresa. A nova capacidade também permitirá ampliar as alternativas oferecidas aos clientes. “Não se trata de substituir produtos existentes,

mas de ampliar nossa oferta e as possibilidades de aplicação”, explica.

A diferença é relevante. Em vez de simplesmente adicionar volume a um portfólio já existente, a Arauco passa a contar com fibras curtas provenientes de diferentes países e, portanto, com características, origens logísticas e possibilidades de aplicação complementares. Para a companhia, essa diversidade amplia sua capacidade de atender a necessidades específicas de clientes e mercados, ao mesmo tempo em que fortalece a segurança de abastecimento.

A entrada do Brasil na plataforma de produção de celulose também aumenta o peso do País na estratégia global da Arauco. Altimiras evita tratar essa evolução como uma transferência de protagonismo entre geografias. A lógica, segundo ele, é ampliar justamente a complementaridade entre elas.

Com produção distribuída por diferentes países e um portfólio diversificado, a companhia entende que pode responder com maior flexibilidade às necessidades comerciais e às diferentes dinâmicas dos mercados. Aspectos como eventuais desafios logísticos ou alterações tarifárias aparecem, nessa leitura, menos como centro da estratégia e mais como



Divulgação Arauco

Carlos Altimiras: “Com o Projeto Sucuriú, o Brasil se consolida como um *player* ainda mais relevante dentro da estratégia global da Arauco”

exemplos de situações em que uma base produtiva diversificada oferece maior capacidade de resposta.

A incorporação de 3,5 milhões de toneladas, por outro lado, exigirá desenvolvimento comercial na mesma proporção. A Arauco reconhece que uma capacidade desse porte demanda estratégia de mercado, mas afirma enxergar oportunidades em diferentes regiões e aplicações. A própria combinação entre novas fibras e uma estrutura comercial global é apontada como elemento importante para a absorção futura da produção.

Se o impacto de Sucuriú sobre o portfólio será percebido apenas depois de 2027, a disciplina necessária para chegar até lá já orienta a execução atual. A companhia mantém os cronogramas físico e financeiro dentro das expectativas, com acompanhamento permanente de metas, custos e indicadores. O avanço acima da programação resulta, segundo Altimiras, do planejamento detalhado e da coordenação entre os diferentes Engineering, Procurement and Construction (EPCs) e equipes responsáveis pelas frentes de implantação.

A estrutura financeira também ganhou novas dimensões desde a última reportagem da *O Papel*. Um pacote de US\$ 2,2 bilhões reuniu BID Invest, International Finance Corporation (IFC), Finnvera e instituições financeiras participantes. Para além da captação, a presença desses organismos incorpora ao acompanhamento do projeto referenciais internacionais em gestão ambiental, social e governança.

À medida que a obra avança, porém, outra forma de disciplina começa a ganhar protagonismo: aquela necessária para transformar equipamentos isolados em uma fábrica única.

Quando a obra começa a virar fábrica

Para Claudinei Santos, diretor responsável pela implantação de Sucuriú, o momento atual é marcado pelo maior volume das instalações eletromecânicas. Em algumas plantas, os primeiros testes de pré-comissionamento já começaram. A etapa serve para verificar qualidade e funcionalidade dos sistemas antes que o empreendimento avance para o comissionamento e, posteriormente, para a partida.

É uma mudança importante no ciclo de construção. Depois de fundações, estruturas e grandes montagens, começa a surgir a necessidade de comprovar que aquilo que foi instalado responde exatamente como previsto. Um dos marcos mais visíveis dessa trajetória ocorreu em maio, com a instalação do balão de vapor da caldeira de recuperação. Pesando mais de 300 toneladas e posicionado a quase 100 metros de altura, o equipamento precisou percorrer um caminho logístico planejado desde o Porto de Santos até Inocência antes de ser içado no complexo.

Outros elementos de grande porte seguem na sequência. Os digestores da linha de fibras superam 64 metros de altura. No sistema de manuseio de madeira, um rotor de 32 toneladas integrará um picador de aproximadamente 75 toneladas, já equipado com sensores de vibração destinados à manutenção preditiva.

O tamanho desses equipamentos ajuda a traduzir visualmente Sucuriú, mas, nesta etapa, o desafio maior começa justamente depois de instalá-los. Uma fábrica de celulose é formada por sistemas interdependentes: mecânica, elétri-

DIVULGAÇÃO ARAUCO



Vista aérea dos equipamentos já instalados no canteiro de obras

ca, tubulações, automação, recuperação química, utilidades, geração de energia, preparação de madeira e linha de fibras que precisam responder em sequência e com estabilidade.

Até o final de 2027, a expectativa da Arauco é concluir a montagem das plantas e ampliar progressivamente o comissionamento. O desafio técnico central, segundo Fabio Nakano, diretor industrial de Celulose, será sincronizar todos esses sistemas para que a transição entre conclusão mecânica, testes e produção aconteça sem sobressaltos.

A vantagem conquistada no cronograma ganha outro significado sob essa perspectiva. Em vez de funcionar como incentivo para correr até uma partida antecipada, oferece espaço adicional para verificar interfaces, corrigir ajustes e estabilizar o conjunto.

Segurança permanece como condicionante desse ritmo. Com milhares de trabalhadores e diversas atividades simultâneas, a implantação exige que o avanço de cada frente esteja subordinado aos requisitos técnicos, operacionais e de segurança definidos para o projeto.

Ao mesmo tempo, uma característica distingue Sucuriú de fábricas que incorporam novas tecnologias décadas depois de iniciar suas operações – ali, equipamentos, automação e gestão de dados estão sendo concebidos como partes de uma mesma arquitetura desde o início.

O sistema Valmet DNAe deverá reunir aproximadamente 60 mil sinais de comunicação, 35 mil instrumentos e mais de mil núcleos de processamento em uma plataforma virtualizada e baseada em web. Em vez de diferentes áreas produzirem dados isoladamente, a proposta é concentrar as informações do processo em um ambiente integrado, permitindo cruzamentos e análises em tempo real. Essa arquitetura terá papel especialmente importante durante o *ramp-up*. Ao acompanhar a curva



DIVULGAÇÃO ARAUCO

Claudinei Santos: "O avanço do cronograma não altera os padrões de segurança e qualidade definidos para o projeto"

de produção e integrar informações de múltiplos sistemas, a tecnologia poderá apoiar ajustes desde as primeiras etapas da partida.

A manutenção preditiva segue a mesma lógica. O monitoramento de vibração nos grandes equipamentos rotativos, por exemplo, já nasce incorporado ao ativo. O objetivo é identificar desvios antes que resultem em falhas e ampliar a confiabilidade desde o início da operação, em vez de construir essa camada de inteligência anos depois.

A dimensão digital não aparece, portanto, apenas como inovação tecnológica. Em uma unidade projetada para 3,5 milhões de toneladas anuais de celulose e construí-

da em etapa única, ela se torna ferramenta para administrar a própria escala.

Eficiência projetada desde a origem

A concepção de uma fábrica nova também permite trabalhar eficiência ambiental antes que hábitos operacionais ou limitações de infraestrutura estejam consolidados. Para o consumo hídrico, Sucuriú mantém meta de 26 m³ de água por tonelada de celulose produzida. A previsão é tratar 100% dos efluentes e devolver ao rio Sucuriú, após tratamento, cerca de 90% do volume captado.

Em energia, a capacidade instalada deverá superar 400 MW. Aproximada-



DIVULGAÇÃO ARAUCO

Fabio Nakano: "Estamos falando de uma fábrica concebida com tecnologias e práticas voltadas à eficiência no uso da água, à recirculação de fluxos internos e ao monitoramento contínuo"

mente metade será destinada ao consumo interno da fábrica, enquanto o excedente poderá ser disponibilizado ao Sistema Interligado Nacional (SIN).

O aproveitamento de resíduos completa parte desse desenho. Materiais orgânicos deverão servir como matéria-prima para compostos destinados ao solo; resíduos inorgânicos poderão ser transformados em corretivos de acidez; e o lodo gerado na estação de tratamento de efluentes terá possibilidade de reaproveitamento energético nas caldeiras, substituindo parte do uso de combustíveis fósseis.

Nakano destaca, porém, que eficiência hídrica e energética não são parâmetros estáticos definidos na engenharia e simplesmente replicados ao longo das décadas. A vida útil esperada para uma fábrica desse porte exige capacidade de adaptação a diferentes cenários climáticos. Recirculação interna, acompanhamento contínuo do desempenho hídrico e evolução operacional fazem parte da estratégia para ampliar a resiliência da unidade.

A mensuração dessa evolução passa também pela gestão de emissões. Em setembro, a Arauco Brasil publicou seu Inventário Corporativo de Emissões de Gases de Efeito Estufa relativo a 2025, consolidando em um único documento informações dos negócios de madeira e do Projeto Sucuriú. A companhia recebeu, pelo terceiro ano consecutivo, o Selo Ouro do Programa Brasileiro GHG Protocol.

O reconhecimento não significa, por si só, que uma operação apresente menor volume de emissões, mas atesta o nível de transparência e qualidade do inventário. Para uma empresa que pretende acompanhar a descarbonização de ativos com décadas de vida pela frente, é essa capacidade de mensuração que fornece a linha de base para decisões futuras.

O mesmo princípio aparece no financiamento internacional. Os padrões ambientais e sociais associados ao BID Invest e à IFC adicionam mecanismos de acompanhamento às práticas da Arauco. Entre os parâmetros monitorados estão justamente água, eficiência operacional,

logística, formação profissional, cadeia de fornecedores e relacionamento com os territórios. Ainda assim, a eficiência industrial começa a ser definida muito antes de a madeira entrar no digestor.

A automação pode contribuir para estabilizar a fábrica, mas nenhum sistema digital compensará uma interrupção de matéria-prima. E, para uma operação que deverá consumir milhões de metros cúbicos todos os anos, a primeira engrenagem do Sucuriú está espalhada por uma área muito maior do que o complexo industrial.

Antes da celulose, a floresta plantada

A necessidade anual de madeira para Sucuriú é estimada entre 12 milhões e 13 milhões de m³. Para sustentar esse abastecimento, a Arauco projeta uma base de aproximadamente 400 mil a 420 mil hectares de eucalipto. Cerca de 240 mil hectares já estão plantados, enquanto a companhia mantém um ritmo médio de implantação de aproximadamente 65 mil hectares por ano.

DIVULGAÇÃO ARAUCO



Plantação de Eucalipto da Fazenda Lobo que será utilizada pela Arauco na fabricação de celulose



Ricardo Austin: “A manutenção de uma base genética ampla e diversificada é fundamental para mitigar riscos climáticos, fortalecer a resiliência das florestas e assegurar a competitividade das operações no longo prazo”

Os números dão outra dimensão à preparação para 2027. Uma fábrica pode avançar vários pontos percentuais em poucos meses – uma floresta exige anos. Por isso, a estrutura de abastecimento precisa anteciper em muito a conclusão industrial.

Para o período inicial da operação, Ricardo Austin, diretor Florestal, afirma que o volume necessário já está assegurado: “Parte dessa estratégia incluiu aquisição de florestas em pé, permitindo que madeira em idade compatível esteja disponível para a partida e os primeiros ciclos de *ramp-up*”, explica.

A maior parte da base futura deverá estar em propriedades de terceiros estruturadas por acordos de longo prazo. O ciclo médio de colheita previsto para Mato Grosso do Sul varia entre seis e sete anos, e o raio de abastecimento deverá ficar em aproximadamente 110 km da fábrica.

Manter essa distância sob controle é relevante tanto para custo quanto para produtividade logística. Quanto maior o deslocamento da madeira, maior a estrutura necessária para sustentar a alimentação contínua da fábrica. A localização das áreas florestais, portanto, entra no planejamento tão diretamente quanto produtividade ou disponibilidade de terras.

Produtividade, porém, também depende de como os plantios respondem às condições locais ao longo dos ciclos. A empresa mantém há anos um programa próprio de melhoramento genético de eucalipto, com testes de campo e materiais provenientes de diferentes espécies. A seleção busca combinar elevada produtividade, adaptabilidade e maior resiliência ao ambiente de Mato Grosso do Sul.

Austin reconhece que períodos de estiagem e aumento das temperaturas médias já representam desafios para o setor. Nesse contexto, ampliar a diversidade da

base genética funciona como estratégia de mitigação: quanto maior o conjunto de materiais disponíveis, maior a possibilidade de selecionar clones adequados a diferentes condições futuras.

O controle de pragas também começa a incorporar novas abordagens. Desde março, mais de 6 milhões de microvespas parasitoides produzidas pela Arauco em parceria com o Instituto Senai de Inovação em Biomassa foram liberadas em campo. Ainda em fase inicial, o programa busca ampliar o controle biológico e reduzir, sempre que possível, a necessidade de insumos químicos.

Formar a floresta, entretanto, resolve apenas a disponibilidade física da madeira. Para alimentar uma fábrica dessa escala será preciso transformar árvores distribuídas por centenas de milhares de hectares em um fluxo industrial contínuo.

E essa operação já começou a ser montada. A Arauco anunciou investimento de aproximadamente R\$ 500 milhões na aquisição de 254 ativos de grande porte, entre harvesters, forwarders e caminhões. A frota completa terá 128 harvesters, 50 forwarders e 76 caminhões, organizados em dez módulos de colheita.

Quando todos estiverem operando, o potencial conjunto deverá superar



Maquinário Florestal adquirido pela Arauco

1,1 milhão de m³ de madeira por mês, volume próximo à necessidade média mensal de uma fábrica que consome entre 12 milhões e 13 milhões de m³ anualmente. É nessa equivalência que o número deixa de ser apenas uma especificação da frota e passa a mostrar o quanto cada elo foi dimensionado para a escala final do empreendimento.

O primeiro módulo está previsto para entrar em atividade em dezembro de 2026 e o segundo em fevereiro de 2027. Os demais serão incorporados gradualmente até o início de 2028. Essa entrada escalonada permite que equipamentos e equipes ganhem experiência antes de toda a demanda industrial estar instalada.

Em plena capacidade, somente a colheita deverá mobilizar cerca de 1.200 profissionais, que já começam a ser formados antes mesmo da operação existir. O programa Colheita de Talentos já concluiu sua primeira turma de mecânicos, com aproximadamente 20 participantes, hoje contratados, e mantém outras formações em andamento, incluindo uma

turma de 70 operadores de máquinas. Até dezembro de 2027, a meta mais ampla é qualificar entre 700 e 800 profissionais da região.

A formação local ajuda a conectar dois desafios que poderiam parecer separados: preparar a operação florestal e transformar o investimento industrial em oportunidade de longo prazo para quem já vive no território.

Uma vez colhida, porém, essa madeira ainda terá de chegar continuamente à Inocência. E depois que se transformar em celulose, outro fluxo de proporção semelhante precisará percorrer o caminho contrário.

Da floresta ao mar: logística de gigantes

A logística de Sucuriú foi estruturada em duas grandes direções. No abastecimento, aproximadamente 350 conjuntos tritrem deverão conectar as áreas florestais à unidade industrial. No escoamento da celulose, a solução central será ferroviária.

A EF-A35 terá 54 km, dos quais nove estarão dentro do complexo industrial e 45 ligarão a fábrica à Rumo Malha Norte. A conexão passa a integrar Sucuriú a um corredor ferroviário de aproximadamente 1.050 km até o Porto de Santos, por onde a Arauco prevê exportar toda a produção da unidade.

O investimento atualizado na *shortline* é de aproximadamente R\$ 2,4 bilhões. Em setembro, pouco mais de sete meses depois da cerimônia que marcou oficialmente o início da implantação, a ferrovia já havia superado a metade da execução, chegando a 50,8%.

A velocidade fica mais evidente quando observada em estruturas específicas. Uma das principais obras de arte do trajeto é a ponte sobre o córrego São Mateus, com 270 metros de extensão. Em setembro, ela havia alcançado aproximadamente 70% de execução. As 18 vigas responsáveis por sustentar o tabuleiro medem cerca de 30 metros e pesam aproximadamente 92 toneladas cada.



DIVULGAÇÃO ARAUCO

Avanço da construção da ponte ferroviária de 270 metros sobre o córrego São Mateus



Alberto Pagano: "Além do ganho ambiental, a opção pela ferrovia própria nos dá previsibilidade, um fator crítico em logística de exportação"

Alberto Pagano, diretor de Logística e Suprimentos, sintetizou a lógica que orientou o projeto durante o lançamento da pedra fundamental: "Essa ferrovia nasceu junto com a fábrica. Ela não foi pensada como um complemento, mas como parte do processo industrial".

A pontuação de Pagano é mais do que uma descrição da infraestrutura. Ela explica por que os trilhos entram fisicamente no próprio complexo industrial. Os trens serão carregados dentro da planta e seguirão diretamente para a malha nacional, reduzindo etapas intermediárias entre produção e escoamento.

Quando estiver em plena capacidade, a operação deverá reunir 721 vagões e 26 locomotivas. Segundo a companhia, essa estrutura poderá retirar das rodovias aproximadamente 190 viagens de caminhões por dia e reduzir em até 94% as emissões de CO₂ em relação ao transporte rodoviário da celulose.

O benefício ambiental vem acompanhado de outro fator essencial para uma fábrica voltada ao mercado externo: previsibilidade. Menor dependência da disponibilidade diária de caminhões e

das oscilações do frete rodoviário permite construir uma cadeia de escoamento mais estável, argumento que Pagano relaciona diretamente à competitividade da tonelada produzida em Inocência.

A preparação desse sistema já está em andamento. As primeiras locomotivas e vagões começaram a chegar antes da conclusão dos trilhos. Elas foram adquiridas em comodato com a Rumo e passam a operar conforme são entregues e disponibilizadas à concessionária, enquanto a Arauco avança na sincronização dos cronogramas de obra, sistemas de sinalização, segurança e frota.

Os vagões também foram projetados para a especificidade da operação. Cada unidade terá capacidade líquida de 96 toneladas, abertura lateral para carga e descarga pelos dois lados e proteção contra umidade. Já os tritrens que abastecerão a fábrica foram customizados com diferentes configurações de suspensão para responder às condições encontradas, tanto nas estradas florestais quanto nas rodovias pavimentadas.

É nessa sequência: floresta, colheita, transporte da madeira, fábrica, ferrovia

e porto, que os 3,5 milhões de toneladas começam a adquirir significado operacional. Nenhum desses elementos, sozinho, sustenta a escala do Sucuriú e essa mesma lógica de interdependência se estende para fora dos limites industriais.

Preparando Inocência para uma operação que permanecerá

Se fábrica e ferrovia podem ser dimensionadas em toneladas, quilômetros ou megawatts, parte das transformações provocadas pelo Projeto Sucuriú aparece em indicadores menos lineares. Inocência precisou absorver, em poucos anos, uma expansão de trabalhadores, serviços, moradia e demanda por infraestrutura diferente do ritmo histórico de crescimento de um município de pequeno porte.

A fase de obras concentra naturalmente o maior contingente. E justamente por ser temporário, esse pico exige um planejamento que vá além de atendê-lo. Theófilo Militão, diretor de Sustentabilidade e Relações Institucionais, explica que algumas estruturas criadas para a implantação serão desmobilizadas conforme o número de trabalhadores da construção diminuir. Em paralelo, programas de capacitação e desenvolvimento econômico procuram preparar moradores e fornecedores para oportunidades ligadas à futura operação industrial, florestal e logística.

A questão deixa de ser apenas como acomodar o crescimento provocado pela obra e passa a ser como transformar esse movimento em capacidade permanente no território. Neste sentido o Plano Estratégico Socioambiental (PES) reúne ações em saneamento, saúde, educação, assistência social, habitação, qualificação profissional e infraestrutura.

Entre os projetos, estão a nova Estação de Tratamento de Esgoto municipal, a Vila Arauco, com mais de 600 residências, o novo Hospital Municipal, a ampliação da

estrutura educacional, novas unidades de assistência social e construções destinadas à segurança pública.

A governança do plano envolve também os poderes públicos municipal e estadual e, segundo a Arauco, permite ajustar prioridades à medida que a transformação de Inocência revela novas necessidades.

Nem todas as iniciativas, porém, estão vinculadas diretamente à mão de obra industrial. O Inocência Criativa, lançado em parceria com o Sebrae de Mato Grosso do Sul, trabalha com mulheres dos setores de artesanato e gastronomia. Capacitações em gestão, precificação, fluxo de caixa, *design*, associativismo e marketing digital buscam transformar atividades já presentes na cultura local em fontes de renda mais estruturadas.

É uma escala pequena diante dos milhares de empregos associados a Sucuriú, mas justamente por isso ajuda a demonstrar outra preocupação: diversificar as oportunidades econômicas para que o município não dependa exclusivamente da dinâmica da construção e, posteriormente, da fábrica.

O mesmo raciocínio orienta o Conexão Arauco, voltado ao desenvolvimento de fornecedores regionais e os programas de formação profissional ligados às operações futuras.

Preparar o território significa também acompanhar como as próprias obras interferem sobre ele, explica Militão, e por esse motivo a Arauco realiza levantamentos de fauna, flora, recursos hídricos e solo desde antes da implantação. “Esses dados são a base para decisões de projeto.”

Uma das soluções adotadas foi o uso de drones na instalação de cabos da linha de transmissão, alternativa que evitou a supressão de mais de 33 hectares de vegetação. Além disso, programas de acompanhamento de longo prazo da

fauna da região, como o uso de drones termais, especialmente no monitoramento de primatas, permitem reunir dados que subsidiam futuras ações de conservação ambiental, como a implantação de passagens superiores de fauna.

Na própria EF-A35, o licenciamento prevê dispositivos para mitigação de atropelamentos de animais silvestres, monitoramento de fauna e ações de manejo e translocação. Um acordo de compensação ambiental ligado ao ramal prevê outros R\$ 4,3 milhões em ações de recuperação e conservação.

A tecnologia, nesse caso, volta a aparecer como elo entre engenharia e sustentabilidade: informação coletada em campo influencia traçados, métodos construtivos e medidas de mitigação, da mesma forma que dados industriais deverão orientar decisões quando a fábrica estiver em operação.

Da construção à capacidade de operar

Os próximos meses colocarão todas essas frentes de desenvolvimento das obras mais próximas umas das outras. A começar pela floresta que continuará sendo implantada enquanto os primeiros módulos de colheita entram em atividade. Máquinas florestais começarão a operar antes de a linha de fibras produzir sua primeira tonelada. Vagões e locomotivas serão recebidos enquanto pontes e trilhos ainda avançam e trabalhadores estarão em formação ao mesmo tempo em que equipamentos industriais passam do estágio de instalação para testes. É nesse cruzamento que o Projeto Sucuriú entra em sua etapa mais delicada e talvez menos visível.

Até aqui, boa parte do progresso pôde ser medida em percentuais de obra, toneladas de equipamentos instalados ou hectares plantados. A partir do pré-comissionamento, o principal indicador de avanço passa

gradualmente a ser a capacidade de fazer todas essas estruturas responderem juntas.

Uma fábrica concluída mecanicamente ainda não é uma fábrica pronta para produzir. Uma floresta plantada ainda precisa chegar ao ponto certo de colheita. Uma ferrovia construída precisa de frota, sistemas de sinalização e interface com a malha nacional. Operadores precisam dominar equipamentos que acabam de conhecer. Uma cidade precisa transformar parte da movimentação temporária da obra em estrutura permanente.

Por isso, a Arauco mantém o último trimestre de 2027 como referência para a partida mesmo depois de alcançar uma vantagem sobre o cronograma, como pontuado aqui em diversas passagens desta reportagem. A prioridade declarada é preservar tempo suficiente para comissionar e integrar o empreendimento de forma segura e estável.

Quando a primeira tonelada de celulose sair das linhas de Sucuriú, a partida será apenas a etapa mais visível de um processo iniciado anos antes. A madeira terá sido plantada, parte dela colhida e transportada; profissionais terão sido formados; centenas de máquinas incorporadas; locomotivas e vagões testados; sistemas digitais integrados; estruturas logísticas conectadas; e um município terá passado por um ciclo intenso de preparação.

A capacidade nominal continuará sendo expressa em 3,5 milhões de toneladas por ano, mas o que permitirá sustentar essa escala não estará concentrado dentro de uma única área da fábrica: estará justamente na capacidade de fazer floresta, indústria, tecnologia, logística e pessoas funcionarem como partes de uma mesma operação. ■



Liderando o caminho para o futuro da indústria

Do manuseio de madeira à conversão tissue, conectamos tecnologia, automação e serviços para gerar valor.

Combinamos conhecimento de processos, automação industrial, controle de fluxo e serviços especializados para maximizar a eficiência de recursos, a confiabilidade operacional e o desempenho sustentável de nossos clientes.

Com mais de 225 anos de experiência industrial estamos preparados para transformar as indústrias rumo a um futuro regenerativo.

Valmet – a sua parceira estratégica para resultados sustentáveis.



Descubra como gerar mais valor para sua operação.

PARAIBUNA CONSOLIDA CICLO DE R\$ 320 MILHÕES E PREPARA CRESCIMENTO PARA ATRAVESSAR GERAÇÕES

Após ampliar a capacidade industrial, avançar na eficiência dos ativos e abrir novas frentes de mercado, companhia combina modernização, energia renovável, verticalização e governança para sustentar o próximo ciclo de investimentos

POR FERNANDA CAPO
Especial para *O Papel*

Quando a Paraibuna Embalagens foi capa da Revista *O Papel*, em fevereiro de 2024, parte importante da transformação que hoje se materializa em suas unidades ainda estava colocada no campo das projeções. A companhia havia concluído um dos maiores ciclos de expansão de sua história, com a instalação de uma terceira máquina de papel em Juiz de Fora-MG, e preparava uma sequência de intervenções destinadas a elevar produtividade, automatizar processos e ampliar o potencial das estruturas recém-instaladas.

Em Sapucaia-RJ, novos aportes também buscavam expandir a produção de papelão ondulado e preparar a fábrica para um mercado em que qualidade, produtividade e capacidade de conversão passavam a ganhar peso crescente.

Dois anos depois, o cenário é diferente: parte relevante daquela capacidade foi incorporada à rotina, os gargalos que surgiram com o aumento dos volumes deram origem a novas soluções e a empresa passou a concentrar esforços não apenas em crescer, mas em transformar a estrutura construída em eficiência, rentabilidade e novos negócios.

A mudança ocorre sobre uma base significativamente maior. Nos últimos cinco anos, a Paraibuna investiu aproximadamente R\$ 320 milhões, segundo Rachel Marques, superintendente das unidades de Juiz de Fora e Sapucaia.

Pela estimativa da companhia, cerca de 65% do montante foi direcionado à operação de papel e 35% à unidade de embalagens. No intervalo, a capacidade da fábrica mineira foi duplicada com a instalação da MP8 e de seus sistemas periféricos, enquanto Sapucaia também ampliou de forma expressiva seu potencial de produção. A estratégia buscava tornar a Paraibuna integralmente verticalizada no suprimento de papel para sua própria conversão, deixando ainda um excedente disponível para o mercado nacional e para exportação.

Essa evolução industrial ocorre simultaneamente a outra transformação menos visível nas fábricas, mas determinante para o futuro da companhia. Fundada em 1963 por Heitor Villela e ainda sob controle familiar, a Paraibuna avançou na formalização de sua governança, concluiu a sucessão societária e consolidou a separação entre família controladora, Conselho de Administração e gestão profissional.

DIVULGAÇÃO / PARAIBUNA EMBALAGENS



Unidade de Sapucaia-RJ



Unidade de Juiz de Fora-MG

DIVULGAÇÃO / PARAIBUNA EMBALAGENS



Rachel Marques: “Hoje nós temos a honra de poder participar da história da Paraibuna e dessa virada da empresa”

O fundador, hoje com 88 anos, permanece como presidente do Conselho, enquanto a operação é conduzida por executivos de mercado e não possui membros da família em funções executivas. O movimento transforma a questão da sucessão: mais do que definir quem ocupará determinada posição, a empresa procura construir mecanismos capazes de preservar valores e direcionamento estratégico sem depender da presença cotidiana de uma geração específica.

Assim, o momento atual da Paraibuna pode ser compreendido pela convergência desses dois ciclos. De um lado, a companhia começa a colher os resultados de um período de CAPEX intenso, elevando a eficiência de ativos que já foram instalados, abrindo frentes comerciais e deslocando progressivamente seu mix para produtos de maior valor agregado. De outro, estrutura uma organização preparada para decidir e executar investimentos futuros dentro de um modelo mais institucionalizado.

Se em 2024 a principal pergunta era até onde os novos equipamentos permitiriam elevar capacidade, em 2026 a discussão passa a incluir outra dimensão: como transformar o crescimento recente em uma plataforma capaz de sustentar as próximas décadas.

Juiz de Fora transforma capacidade instalada em produtividade

Na reportagem publicada há dois anos, o parque fabril de Juiz de Fora apresentava capacidade instalada próxima de 180 mil toneladas anuais de papéis para embalagens. A companhia ainda esperava capturar ganhos adicionais por meio da modernização das máquinas, indicando que ativos que então produziam na faixa de 6 a 7 mil toneladas mensais poderiam avançar à medida



Sr. Heitor Villela: “É preciso descobrir o potencial de cada pessoa e estimular seu desenvolvimento”

que novas intervenções fossem realizadas. Desde então, o desafio deixou de ser apenas possuir capacidade nominal e passou a ser transformar esse potencial em produção sustentável.

Hoje, a fábrica trabalha com média próxima de 15,5 mil toneladas por mês e encerrou dezembro de 2025 com 15.680 toneladas, o maior volume mensal já registrado em sua história. A meta imediata é transformar 16 mil toneladas mensais em um novo patamar operacional e, posteriormente, preparar a unidade para atingir 18 mil toneladas entre 2027 e 2028.

A característica mais relevante dessa evolução é que o ganho recente não dependeu de um único grande equipamento. Segundo Márcio Nogueira, gerente Industrial de Juiz de Fora, a diferença entre produzir pouco mais de 14 mil toneladas mensais e sustentar volumes superiores a 15 mil resulta da combinação de dezenas de intervenções distribuídas por preparação de massa, prensas, vácuo, refinação, secagem, aplicação de amido, manutenção e controle de processo.

Em vez de buscar exclusivamente uma nova expansão física, a equipe passou a reavaliar sistemas existentes, recuperar ativos, substituir componentes e identificar limitações que se tornaram visíveis depois que a MP8 e os demais investimentos ampliaram o porte da fábrica. A estratégia também representa uma mudança de abordagem econômica: aproveitar melhor o que já está instalado antes de partir para outro grande desembolso de capital.

Esse é também um dos pontos de que Nogueira mais se orgulha. “Tudo novo é fácil. Fazer com as ferramentas que você tem é que não é fácil”, diz, ao destacar a participação das equipes internas na recuperação e readequação de ativos. A lógica, explica, foi



Márcio Nogueira: “Eu aprendi que a insistência dá resultado. Você só tem que plantar a semente”

buscar nas próprias instalações soluções que permitissem reduzir custos e destravar produtividade antes de simplesmente substituir equipamentos.

Entre essas intervenções está a modernização da seção de prensas da MP8. A primeira prensa recebeu um rolo de maior diâmetro e a tecnologia de revestimento migrou da borracha para o poliuretano (PU). O objetivo é elevar o teor seco da folha na saída da prensagem, removendo mecanicamente uma parcela maior da água antes que o papel alcance a seção de secagem, reduzindo a demanda térmica necessária para completar o processo, criando espaço para aumento de velocidade ao mesmo tempo em que se busca maior eficiência energética.

A MP8 também passou por uma reengenharia completa de seu sistema a vácuo. A máquina, que cerca de um ano antes operava em torno de 500 m/min, avançou para aproximadamente 600 m/min, embora seu projeto permita atingir velocidades superiores. Para sustentar essa progressão, as bombas a vácuo foram retiradas individualmente para reforma e adequação, o tanque de selagem foi reavaliado e a distribuição entre mesa formadora e seção de feltros passou por revisão.

O trabalho procura garantir que o aumento de velocidade não ocorra à custa da estabilidade da formação ou da eficiência do desaguamento, permitindo que a máquina avance gradualmente dentro de parâmetros mais controlados.

Os gargalos identificados não estavam restritos à máquina. Com três linhas de papel, MP4, MP7 e MP8 demandando mas-

sa em volumes maiores, a preparação passou a exigir atenção especial. Uma deficiência na bateria de *cleaners*, responsável pela remoção de contaminantes de maior densidade presentes na suspensão fibrosa, limitava a vazão disponível e chegava a provocar falta de massa para as máquinas. A própria equipe da Paraibuna redesenhou o sistema e implementou uma nova configuração, eliminando parte dessa restrição e permitindo avançar em produtividade.

Um projeto adicional de preparação de massa já integra os próximos movimentos da companhia e deverá contemplar uma linha de maior capacidade, com novo bombeamento e depuração, preparando a infraestrutura tanto para as 16 mil toneladas mensais como para etapas posteriores de crescimento.

A lógica de recuperação e modernização também chegou a equipamentos mais antigos. Um dos *hydrapulpers* utilizados na desagregação das aparas passou por reforma conduzida com participação do time interno, enquanto refinadores foram substituídos para proporcionar maior estabilidade ao tratamento das fibras.

A evolução de processo ganhou ainda maior grau de automação com a implementação do QCS – Quality Control System associado ao *scanner* Voith da MP8. O equipamento já integrava a máquina, mas não realizava automaticamente todo o controle necessário. A nova configuração permite ajustes de umidade e gramatura a partir das medições do sistema, diminuindo a dependência de correções manuais e buscando maior estabilidade ao longo da produção. Segundo a Paraibuna, o indicador interno de qualidade avançou de aproximadamente 95% para 98% ao longo desse processo.

Outra frente combina custo, controle de processo e resistência do papel. Com a nova cozinha de amido, a Paraibuna deixou de depender exclusivamente da compra de amido oxidado pronto e passou a realizar internamente sua conversão a partir de amido regular, utilizando enzimas.

O sistema permite trabalhar de forma mais flexível com concentração, viscosidade e nível de aplicação de acordo com a especificação do produto, ajustando a quantidade aplicada quando determinado papel exige maior desempenho físico. Depois da implementação completa, o projeto já havia proporcionado R\$ 515 mil em ganhos mensurados, enquanto sua estabilização ocorreu em aproximadamente 30 dias, período inferior aos três ou quatro meses que, segundo a equipe, podem ser observados em instalações dessa natureza. “Todo projeto tem suas turbulências no caminho, mas esse foi um projeto que deu muito certo”, resume Nogueira.

Mais do que os projetos isolados, Nogueira atribui parte importante da evolução à forma como as equipes passaram a participar da melhoria contínua. Um grupo voluntário formado por profissionais de manutenção e produção, por exemplo, foi criado para atuar sobre o sistema de vapor, identificando vazamentos, avaliando custos e reduzindo perdas que afetam tanto energia como disponibilidade.

Na manutenção, aproximadamente 450 sensores Tractian foram instalados ao longo dos últimos anos para apoiar o acompanhamento preditivo dos ativos, e a empresa também migrou sua plataforma de gestão de manutenção para um sistema integrado aos sensores e começa a chegar também às equipes de produção. “É motivo de orgulho para nós falar que muita coisa foi feita com os braços internos. São trabalhos que não são fáceis, e foi com a união do grupo que conseguimos fazer muita coisa boa”, destaca o gerente Industrial.

Os investimentos seguintes deverão atuar justamente sobre os gargalos que aparecem à medida que essa eficiência aumenta. A MP7 receberá nova rebobinadeira e enroladeira, substituindo ativos mais antigos, com expectativa de ganhos em produtividade, perfil de bobinamento, qualidade de corte, disponibilidade e redução de refugo.

Preparação de massa e secagem também estão entre as prioridades do planejamento. Para avançar posteriormente às 18 mil toneladas mensais, novos projetos deverão ser estruturados, mas a equipe faz questão de associar produtividade a outros indicadores. “Tem que chegar a 16 mil sem ofender o meio ambiente, sem acidentes”, afirma Nogueira. Neste último aspecto, a empresa relata uma redução relevante dos acidentes após mudanças que combinaram adequações à NR-12, investimento em equipamentos e maior envolvimento da liderança na gestão de riscos.

Segundo Fernanda Rocha, coordenadora de Meio Ambiente e Qualidade, houve uma transformação cultural na empresa: segurança deixou de ser percebida como responsabilidade exclusiva dos técnicos e passou a integrar a tomada de decisão das áreas. A mudança também alterou a relação dos colaboradores com a identificação dos riscos. “Acho que a palavra é confiança. As pessoas passaram a confiar que iríamos resolver”, afirma Fernanda. Hoje, segundo ela, o funcionário sente maior segurança para apontar um problema, interromper uma atividade e esperar pela correção da condição antes de seguir.

“Não adianta você ter fábrica, ter produção e ter acidente”, complementa Nogueira. A frase ajuda a traduzir uma visão que aparece de maneira recorrente: *para a equipe, o novo patamar da Paraibuna só faz sentido se produção, qualidade, meio ambiente e segurança avançarem juntos.*

Sapucaia eleva conversão e busca maior valor agregado

A transformação da Sapucaia parte de uma lógica diferente. Enquanto Juiz de Fora trabalha para extrair maior performance do parque instalado, a unidade fluminense procura aumentar a parcela do material que deixa a planta já convertida em caixa, reduzindo progressivamente a venda de chapas e capturando maior valor por tonelada.

Em 2024, a operação aparecia na reportagem de capa da *O Papel* próxima de 80 mil toneladas anuais de papelão ondulado e com uma agenda de modernizações que previa ganhos de

produtividade e ampliação do mix. Desde então, a onduladeira recebeu um conjunto de intervenções que incluiu novo cabeçote, modernização de um cabeçote existente, componentes de vincagem, emendadores, sistema de colagem e atualização eletrônica, além de ajustes em diferentes módulos da linha.

Um dos resultados foi a maior padronização tecnológica em torno da Fosber. Antes dos investimentos, componentes de diferentes origens tornavam a manutenção e a disponibilidade de peças mais complexas. Com a modernização, a integração entre módulos melhorou e a fábrica passou a contar com suporte remoto direto do fabricante na Itália, inclusive por meio de recursos de vídeo que permitem aos técnicos acompanhar, em tempo real, o ponto onde determinada falha está ocorrendo.

Para Átala Trepichio, gerente-diretor da Unidade de Papelão Ondulado, a mudança reduziu um problema que historicamente provocava perdas: longas esperas por assistência ou peças quando algum componente da onduladeira apresentava falha. O conjunto de atualizações permite que a fábrica registre, em determinados meses, volumes de produção até cerca de 2 mil toneladas superiores aos observados antes do processo de modernização.

O aumento da produção de chapas, no entanto, trazia consigo outra oportunidade. Como a caixa representa um estágio adicional de transformação e incorpora maior valor agregado, a Paraibuna passou a estruturar a conversão para absorver internamente uma parcela maior da produção da onduladeira. A estratégia ganhou impulso em 2026 com a entrada em operação



Fernanda Rocha: “A cultura da empresa mudou e hoje eu vejo a liderança envolvida com as questões de segurança”

DIVULGAÇÃO / PARAIBUNA EMBALAGENS

de uma nova impressora de alta automação, quatro cores e recursos que permitem, em determinadas configurações, fabricar duas caixas simultaneamente.

Ainda em curva de aprendizado, o equipamento chegou durante testes a 396 caixas por minuto, equivalente a aproximadamente 24 mil unidades por hora. A previsão operacional é que a linha acrescente em torno de 1 mil a 1,1 mil toneladas mensais de caixas quando estiver mais próxima de seu desempenho estabilizado.

Antes dessa instalação, a produção mensal de caixas da unidade variava normalmente entre 3,8 mil e 4,2 mil toneladas. O objetivo passa a ser trabalhar com média próxima de 5,2 mil toneladas mensais, transformando em produto acabado parte da chapa que anteriormente era comercializada sem conversão.

Em um horizonte mais longo, a administração da planta vê espaço para substituir outras impressoras mais antigas e avançar na direção de uma operação com participação cada vez maior de caixas no mix. “Nosso objetivo, na realidade, é não produzir mais chapa aqui, só caixa”, resume Átala, ao traduzir a direção que se pretende perseguir no longo prazo.

O DNA de cuidado da Paraibuna responde também ao perfil dos mercados atendidos. A empresa possui forte presença na indústria alimentícia, que, segundo a área Comercial, representa cerca de 65% do mix, incluindo frigoríficos, avicultura, fruticultura e outras aplicações com exigências específicas de desempenho. Em Sapucaia, aproximadamente 40% da produ-

ção recebe aplicação de resina destinada a elevar a resistência da embalagem à água e à umidade. Frigoríficos estão entre os principais consumidores dessas soluções, acompanhados por frutas e produtos destinados a ambientes refrigerados, nos quais condensação, vapor ou contato com água impõem condições mais severas ao papelão ondulado.

A especialização em produtos mais especificados convive com uma estratégia comercial regional. No último anuário disponível da Associação Brasileira de Embalagens em Papel (Empapel), utilizado como referência pela empresa, a Paraibuna avançou mais uma posição no *ranking* brasileiro de papelão ondulado, pulando da 10.^a para a 9.^a posição, correspondendo à segunda maior taxa de crescimento de participação no mercado, chegando aos 12,6%.

Mário Henrique Santos, gerente Comercial, relata que desde 2020 o crescimento interno da empresa nesse segmento vem se mantendo acima da média setorial, impulsionado principalmente por alimentos, mas ressalta que a atuação continua fortemente concentrada em Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo. A razão é estrutural: no papelão ondulado, o peso do frete aumenta rapidamente conforme o raio de atendimento se amplia.

Com o papel ocorre o contrário. O aumento da produção em Juiz de Fora gerou um excedente além das necessidades de Sapucaia e permitiu construir uma presença geográfica muito mais ampla. A empresa iniciou seu processo de internacionalização em 2021 e atualmente comercializa bobinas para países sul-americanos como Argentina, Uruguai, Paraguai, Bolívia e Chile, além de atender diferentes regiões brasileiras.

Para destinos mais distantes dentro do Brasil, a cabotagem passou a integrar a estratégia logística, especialmente para mercados do Nordeste e Manaus, combinando trechos rodoviários e marítimos quando essa composição oferece maior competitividade do que o transporte terrestre integral.

Energia, circularidade e novos negócios ampliam as fronteiras

O crescimento do volume de papel exigiu que a estrutura energética também fosse redimensionada. A instalação de uma nova caldeira de biomassa permitiu reduzir de maneira significativa o consumo rotineiro de gás natural na geração de vapor e, atualmente, o combustível fóssil permanece como principal alternativa para situações de contingência.

Uma segunda caldeira entrou em processo de reforma justamente para ampliar a redundância do sistema e diminuir ainda mais a necessidade de recorrer ao gás quando o equipamento principal estiver indisponível. A mudança acompanha a expansão das máquinas: dobrar a produção sem modificar a geração térmica significaria transferir parte do ganho de escala para uma dependência maior de combustível e custo energético, razão pela qual as duas agendas avançaram em paralelo.

DIVULGAÇÃO / PARAIBUNA EMBALAGENS



Átala Trepichio: “Com mais tecnologia, a gente acaba entregando um produto de maior qualidade, acabamento e apresentação para os nossos clientes”



Mário Henrique Santos: “Eu venho de uma geração que usava saco e sacola de papel. Vi a transição migrando para o plástico e agora vejo um movimento contrário”

Na eletricidade, o movimento ganhou escala em 2025. Após intensificar estudos no final de 2023, a Paraibuna ingressou como acionista de uma Sociedade de Propósito Específico vinculada ao Sertão Solar Barreiras XXI, empreendimento operado pela Echoenergia em Barreiras-BA, estruturando um modelo de autoprodução por equiparação. Desde abril de 2025, a participação atende à totalidade do consumo elétrico da fábrica de Juiz de Fora.

O parque possui 50 MW de capacidade instalada, e a estrutura não foi replicada em Sapucaia por questões relacionadas à elegibilidade da unidade para esse modelo de autoprodução.

Segundo Fernanda Rocha, 100% do consumo de energia elétrica de Juiz de Fora é atualmente atendido pela estrutura solar, com economia estimada em aproximadamente R\$ 1,2 milhão por mês em comparação com o mercado cativo. “Era uma coisa que a gente buscava muito: uma energia limpa. Foi uma estratégia importante porque reforça esse lado sustentável da Paraibuna, que não está apenas na reciclagem”, afirma a executiva.

Mais do que a redução imediata, a companhia destaca a previsibilidade proporcionada pelo modelo em um componente relevante do custo industrial. A empresa também iniciou em 2026 o inventário de gases de efeito estufa da operação mineira, depois de realizar o levantamento em Sapucaia, criando uma base para compreender com maior precisão as fontes emissoras e orientar futuras metas e projetos relacionados ao clima.

A sustentabilidade também está diretamente incorporada à matéria-prima. Juiz de Fora consome aproximadamente

600 toneladas diárias de aparas, e a logística foi organizada para fazer com que cerca de 90% dos caminhões que deixam a unidade transportando bobinas retornem carregados com material recuperado. O modelo reduz percursos vazios, melhora a previsibilidade do abastecimento e permite trabalhar com estoques mais ajustados. Para fibras recicladas, o último aspecto é especialmente relevante: armazenar grandes quantidades por períodos longos exige espaço e pode resultar em perda de qualidade quando o material fica exposto a condições inadequadas.

Parte do que retorna é formada inclusive por aparas provenientes de clientes que utilizaram papéis produzidos pela própria companhia, aproximando a operação de um ciclo ao qual produto e matéria-prima voltam a se encontrar.

Embora a evolução tecnológica da preparação de massa aumente a capacidade de lidar com diferentes características do material recuperado, a Paraibuna afirma continuar priorizando aparas de maior qualidade. Na avaliação da equipe, a estabilidade do papel começa antes da máquina, na escolha da fibra. “Nós produzimos, colocamos no mercado e voltamos com ele para o processo”, resume a equipe de Meio Ambiente e Qualidade ao explicar a lógica da cadeia circular construída com clientes, fornecedores e a própria operação.

A circularidade, porém, passou a criar também oportunidades comerciais. Uma delas está nas chamadas “bolachas” de papel, faixas estreitas destinadas à fabricação de tubetes utilizados pelas indústrias de tissue, têxtil e papelaria. A Paraibuna já participava desse nicho e instalou uma nova rebobinadeira capaz de realizar entre dez e 12 cortes simultâneos, contra um número bastante inferior nas máquinas anteriores. O equipamento não altera o patamar geral de capacidade da fábrica, mas proporciona produtividade, acabamento e flexibilidade para aproveitar melhor pontas de bobinas e ampliar a oferta de produtos marrons e WTL para o segmento.

Mais ambiciosa é a entrada em sacos e sacolas de papel. A ideia antecede a instalação de uma linha industrial: segundo Mário Henrique, a Paraibuna vinha fornecendo papéis a convertedores desse mercado havia aproximadamente cinco anos para compreender o desempenho do produto e as adaptações necessárias. “Isso começou pelo nosso fundador. Ele é um empreendedor nato e já vinha há algum tempo vislumbrando esse segmento de saco e sacola de papel”, conta.

O movimento ganhou outra dimensão com o **Embalando o Bem – Rumo à Liberdade** – iniciativa social desenvolvida com mulheres privadas de liberdade – que passou a produzir sacolas de papel e serviu também como ambiente de aprendizado sobre uma aplicação que Heitor Villela já enxergava como oportunidade de diversificação. O objetivo social permanece central e o projeto continuará funcionando independentemente da nova operação industrial.

Em 2026, Paraibuna recebeu a primeira estrutura destinada à fabricação em escala de sacos de papel, inicialmente direcionados ao setor de alimentos e *delivery*. A intenção é avançar posteriormente para sacolas impressas e com alças, mas sem antecipar uma escala que a empresa ainda está conhecendo. “Estamos dividindo em ciclos. Esse primeiro é um ciclo de desenvolvimento de mercado. A gente está aprendendo a produzir o produto e, ao mesmo tempo, fazendo desenvolvimento de produto”, explica Mário. A curva também chega a Juiz de Fora, porque algumas aplicações exigem papéis próximos de 90 g/m² e novos ensaios físicos.

Essa maneira de avançar traduz uma característica recorrente da Paraibuna: testar antes de escalar. A empresa forneceu papel ao mercado de sacolas antes de investir na conversão, incorporou gradualmente a cabotagem conforme aprendeu a operar em longas distâncias e fortaleceu nichos como tubetes depois de conhecer sua demanda. Em um momento no qual a fábrica produz mais papel do que a unidade de ondulados absorve internamente, diversificar os destinos da fibra deixa de ser apenas uma opção comercial e passa a ser uma forma de transformar a expansão realizada nos últimos anos em novas possibilidades de crescimento.

Entre legado e futuro, sucessão busca preservar o DNA da Paraibuna

A escala alcançada nos últimos anos torna ainda mais significativa uma transformação que não acontece no chão de fábrica. A Paraibuna nasceu em maio de 1963 a partir do sonho empreendedor de Heitor Villela, que iniciou o negócio com uma pequena cartonagem instalada em um galpão emprestado pelo tio, uma mesa cedida pela mãe e um único colaborador. As primeiras caixas eram confeccionadas manualmente. Décadas depois, aquela iniciativa deu origem a uma indústria com produção de papel, conversão em papelão ondulado, duas unidades e uma estrutura que o próprio fundador passou a compreender que precisaria sobreviver à geração que a criou.

A questão da sucessão, por isso, possui para a Paraibuna uma dimensão que vai além de cargos e organogramas. A gestão já é profissionalizada há anos e a sucessão societária foi realizada, mas Rachel Marques explica que o desafio agora é fazer com que o crescimento da empresa não provoque o afastamento dos valores que acompanharam sua formação. “O nosso grande desafio é fazer essa sucessão sem abandonar todo o DNA, toda a cultura da família, do Sr. Heitor”, afirma. “É perenizar essa cultura através de uma profissionalização, mas mantendo esse DNA que ele traz há 63 anos, muito voltado para processos e pessoas.”

A partir de maio de 2025, esse movimento ganhou maior formalidade com a estruturação do Conselho de Administração. Heitor Villela assumiu a Presidência, seus filhos passaram

a atuar como conselheiros e as reuniões mensais começaram a organizar discussões estratégicas e investimentos, enquanto a condução cotidiana permanece com o corpo executivo. Mais do que afastar a família da companhia, o modelo procura criar outra forma de participação, na qual a experiência da geração fundadora e dos acionistas dialogue com uma gestão profissional capaz de conduzir uma organização significativamente maior do que aquela iniciada em 1963.

Adriana Liguori, gerente Jurídica, acompanha essa história há quatro décadas. “Estou aqui há 40 anos”, lembra no início da entrevista, tornando-se ela própria um exemplo da permanência de pessoas que atravessaram diferentes fases da companhia. Para ela, o Conselho trouxe uma mudança simples, mas importante: “Ele tem ajudado muito a disciplinar e a dar transparência às decisões”. Os temas são levados para discussão, as definições retornam ao corpo executivo e a estratégia passa a ser compartilhada com as equipes de maneira mais estruturada.

O processo, porém, ainda está sendo aprendido. Conselheiros participam de cursos e treinamentos, a companhia conta com acompanhamento de consultoria e já considera incorporar profissionais externos capazes de contribuir com experiências complementares, inclusive na avaliação de projetos industriais específicos. Políticas e instrumentos internos, entre eles o Código de Ética e Conduta, também vêm sendo formalizados. Adriana não procura apresentar esse movimento como algo encerrado: “É um processo demorado de consolidação e aprendizado. Estamos todos aprendendo”, afirma.

É justamente nessa ideia de aprendizado que a profissionalização volta a encontrar a figura de Heitor. Na visão do fundador, “antes de olhar para máquinas e processos é preciso olhar primeiro para a parte mais importante de qualquer empresa, as pessoas”. Para ele, o diferencial da companhia permanece no interesse genuíno pelo desenvolvimento de quem participa de sua construção. Rachel conta que essa mensagem é repetida com frequência dentro da empresa: “Para qualquer pessoa que você perguntar o que levou o Sr. Heitor até aqui, ele vai responder: ‘pessoas’”.

Mesmo aos 88 anos, Villela se define como um “eterno aprendiz”, expressão que ganhou espaço dentro da Paraibuna como síntese de uma cultura na qual experiência não elimina curiosidade, aprendizado ou disposição para rever caminhos. Rachel lembra que cursos, bolsas de estudo e livros sempre fizeram parte dessa maneira de estimular as equipes. “Trabalhar em conjunto, trabalhar em equipe, pedir ajuda e se deixar ajudar. Tudo isso a gente traduziu nos valores e na cultura da empresa”, explica.

Para ela, a responsabilidade das atuais lideranças é justamente impedir que essa dimensão se perca: “Enquanto executiva, tenho que ser guardiã dessa cultura para que a gente consiga perenizar esses valores nas próximas gerações”.



Adriana Liguori: “A gente cria uma pauta, leva ao Conselho e, depois da decisão, transmite para a equipe: ‘Vamos juntos’, sabendo que a estratégia foi definida”

Essa mesma valorização aparece no chão de fábrica, onde supervisores e lideranças operacionais vêm sendo preparados internamente, fornecedores participam dos treinamentos técnicos e grupos de melhoria reúnem profissionais de diferentes áreas.

A experiência recente de Juiz de Fora mostra que sensores, automação e equipamentos de maior velocidade só produzem resultado quando as pessoas sabem interpretá-los, questioná-los e encontrar soluções para aquilo que a tecnologia revela. Nesse sentido, formação, segurança e produtividade deixam de ocupar capítulos separados da história: tornam-se partes do mesmo processo.

A própria participação de Heitor na formalização da governança também ajuda a colocar a sucessão em outra perspectiva. Não se trata de um movimento conduzido apesar dele, mas em grande medida por sua insistência. “Quando você pergunta qual é o desafio dele hoje, ele vai falar sucessão”, conta Rachel. “É uma coisa que ele faz questão, porque é o que ele acredita para o futuro da empresa.” A preocupação do fundador passa, portanto, menos pela escolha de quem ocupará o seu lugar e mais pela construção de condições para que a Paraibuna continue sendo reconhecida pelos valores que ele considera responsáveis por tê-la trazido até aqui.

Rachel define os próximos anos como um período de “colheita”. A parcela mais pesada dos investimentos já foi realizada, e a companhia entra em uma etapa destinada a consolidar os resultados dos ativos, alcançar as metas de

produtividade, elevar a conversão em Sapucaia e amadurecer novas frentes comerciais. Ainda assim, falar em colheita não significa falar em imobilidade.

“O Sr. Heitor é um empreendedor nato, ele está sempre criando”, diz a executiva. Sacos e sacolas já representam uma dessas novas ideias, o crescimento em ondulado permanece no radar e Juiz de Fora tem 18 mil toneladas mensais como horizonte para 2027-2028.

Em uma perspectiva mais distante, a Paraibuna mantém entre suas ambições a construção de uma nova fábrica de embalagens. Ainda não existem projeto em execução, localização, cronograma ou CAPEX definidos; trata-se de uma visão de longo prazo para um momento posterior à consolidação das etapas atuais. A possibilidade, contudo, ajuda a explicar por que a sucessão ganha relevância agora: os próximos grandes saltos provavelmente serão decididos por uma Paraibuna institucionalmente diferente daquela que construiu a MP8 ou iniciou Sapucaia, mas que procura preservar a mesma disposição para empreender.

Os R\$ 320 milhões investidos nos últimos cinco anos alteraram o tamanho industrial da Paraibuna. A MP8 ampliou o papel disponível; a modernização de Sapucaia criou espaço para converter mais; a energia solar e a biomassa reduziram a exposição energética; a logística reversa aproximou fornecimento e circularidade; e novas aplicações começaram a ampliar os destinos possíveis para a fibra reciclada.

Mas a transformação recente também mostrou que máquinas, isoladamente, não explicam o novo patamar da companhia. Em diferentes momentos das entrevistas, os executivos voltam a equipe, à confiança, à segurança, ao aprendizado e à capacidade de resolver problemas internamente para explicar como esses ativos começaram a entregar resultados.

É nesse ponto que expansão e sucessão deixam de ser histórias paralelas. A Paraibuna prepara máquinas para produzir mais ao mesmo tempo em que prepara pessoas para assumir responsabilidades maiores; amplia a conversão enquanto amadurece a forma como tomará suas próximas decisões; desenvolve novos produtos enquanto procura preservar os valores que remontam à pequena cartonagem onde tudo começou.

Se o ciclo recente mudou a escala do negócio, o próximo terá a tarefa de provar que essa transformação pode atravessar o tempo sem perder aquilo que seus profissionais reconhecem como parte da identidade da empresa.

Mais de seis décadas depois de dobrar as primeiras caixas sobre uma mesa emprestada, Heitor Villela vê a Paraibuna projetar 16 mil, depois 18 mil toneladas mensais de papel, maior conversão de caixas em Sapucaia, expansão em sacos e sacolas e, em um horizonte mais distante, uma nova fábrica de embalagens.

O maior legado desse percurso, entretanto, talvez esteja menos nos números do que na preocupação em fazer com que a empresa continue aprendendo, crescendo e formando pessoas quando uma nova geração estiver conduzindo sua história. ■



Esta coluna traz a cada edição da revista *O Papel* os principais destaques de notícias publicados pelo portal de notícias da ABTCP: newspulpaper.com.

Acesse os QR Codes e confira!

Alta da madeira serrada nos EUA sinaliza recuperação da demanda?



Neste artigo exclusivo para o Portal Newspulpaper, Gustavo Milazzo analisa a alta da madeira serrada nos EUA e mostra por que o movimento reflete restrições de oferta, e não uma recuperação da demanda. Construção fraca e tarifas mantêm o mercado em alerta.

Três Lagoas encerra Semana de Celulose e Papel com foco em papel e Indústria 5.0



A 14.^a Semana de Celulose e Papel de Três Lagoas terminou com debates sobre papel, transformação digital e Indústria 5.0. Mais de 500 participantes acompanharam discussões sobre tecnologia, produtividade e a integração entre pessoas e inovação.

Três Lagoas debate inovação e sustentabilidade na indústria



No segundo dia da 14.^a Semana de Celulose e Papel de Três Lagoas, especialistas discutiram inovação em processos, sustentabilidade e competitividade. A programação incluiu painéis técnicos, visita à fábrica da Suzano e debates sobre meio ambiente, recuperação e utilidades.

Semana de Três Lagoas destaca pessoas e tecnologia



A 14.^a Semana de Celulose e Papel de Três Lagoas começou com debates sobre gestão de pessoas, capacitação e tecnologia. Especialistas discutiram como desenvolver profissionais e aplicar soluções tecnológicas para aumentar a competitividade da indústria de celulose e papel.





A Kadant é uma fornecedora global de tecnologias e sistemas de engenharia que impulsionam o **Processamento Industrial Sustentável®**. Os produtos e serviços da empresa desempenham um papel fundamental no aumento da eficiência, na otimização do uso de energia e na maximização da produtividade nos segmentos de papel gráfico, papéis para embalagem, celulose e tissue nas indústrias de Celulose e Papel.

KĀDANT



www.kadant.com

AHLSTROM, 175 ANOS DE TRANSFORMAÇÃO: DA MADEIRA AOS MATERIAIS ESPECIAIS À BASE DE FIBRAS

Em 2026, Ahlstrom celebra uma trajetória iniciada na Finlândia do século XIX, marcada por sucessivas mudanças de negócios, tecnologias e mercados. De uma empresa ligada à madeira, navegação e serrarias, tornou-se uma companhia global de materiais especiais à base de fibras. Nos últimos anos, essa transformação ganhou novo ritmo com aquisições, reorganização do portfólio e maior concentração em segmentos como filtração, embalagens para alimentos e bens de consumo e materiais de proteção. No Brasil, Jacareí e Louveira, no Estado de São Paulo, integram essa estratégia com o desenvolvimento de soluções para rótulos, release liners, embalagens e filtração

POR THAIS SANTI
Especial para O Papel

Em 1851, quando Antti Ahlström começou a construir seu negócio na Finlândia, a atividade estava distante do universo de materiais especiais que hoje define a Ahlstrom. O ponto de partida foi o comércio de madeira e mercadorias, acompanhado por operações de navegação e serrarias. Em 1870, a aquisição das instalações de Noormarkku consolidou uma base industrial que se tornaria central para a trajetória da família e da empresa.

Mais de um século e meio depois, a companhia que nasceu ligada à madeira atua globalmente com materiais especiais à base de fibras. Em 2025, considerando os negócios atuais, a Ahlstrom registrou cerca de € 3 bilhões em vendas, com aproximadamente 7 mil empregados, 36 instalações produtivas em 13 países e mais de 6 mil clientes em mais de 100 países.

A mudança, entretanto, não está apenas nos números. Ao longo dos últimos anos, a companhia passou a direcionar seu portfólio para materiais especiais sustentáveis, concentrando suas principais divisões em Filtração e Ciências da Vida, Embalagens para Alimentos e Bens de Consumo e Materiais de Proteção.

É uma configuração muito diferente daquela que marcou a origem da empresa. Para Anderson Rodrigo Meca, Plant Manager da unidade de Jacareí: “O que mudou de forma mais profunda foi a natureza do nosso negócio. A mudança exigiu avanços em tecnologia, automação, controle de processos, sustentabilidade e relacionamento com os clientes. Ao mesmo tempo, alguns elementos permaneceram como referência para a operação.”

“O que permaneceu essencial foi a capacidade de se adaptar sem perder os valores que sustentam decisões de longo prazo: responsa-

bilidade, cuidado com as pessoas, colaboração e uma mentalidade permanente de crescimento.”

A transformação recente da Ahlstrom também passa pela decisão de concentrar investimentos e competências em nichos considerados estratégicos. Em 2024 e 2025, a companhia realizou aquisições nos Estados Unidos que ampliaram sua presença em áreas como filtração para *life sciences* e embalagens especiais.

Em dezembro de 2024, a Ahlstrom adquiriu a ErtelAlsop, fabricante norte-americana de meios filtrantes líquidos de profundidade de alto desempenho. A empresa atende os mercados farmacêutico, de alimentos e bebidas, sabores e fragrâncias e produtos químicos. A operação ampliou as capacidades da Ahlstrom em filtração para ciências da vida e marcou sua entrada no segmento.

O movimento seguinte foi ainda mais amplo. Em maio de 2025, a Ahlstrom concluiu a aquisição da operação de Stevens Point, em Wisconsin, nos Estados Unidos. Especializada em soluções de alto valor para embalagens de alimentos, bens de consumo, e-commerce e aplicações de rotulagem, a unidade acrescentou à companhia tecnologias de acabamento e revestimento, além de produtos, relacionamentos comerciais e a experiência de cerca de 260 profissionais.

Poucos meses depois, em outubro de 2025, foi a vez da aquisição da EBF, empresa norte-americana especializada em dispositivos médicos à base de fibras naturais para coleta e preservação de amostras biológicas.

A estratégia não se limita, porém, a comprar negócios. No mesmo período, a Ahlstrom também desinvestiu atividades consideradas fora do núcleo estratégico. Em outubro de 2025, concluiu a venda do



Unidades de Louveira e Jacareí (fotos) contribuíram para o novo propósito da empresa, com foco em materiais especiais à base de fibras.

negócio de Abrasivos para a Munksjö e passou a operar com um *Performance Materials Cluster* reunindo *Release Liners*, *Precision Coating*, *Beverage & Casing* e *Abrasivos* antes da venda deste último. O movimento fez parte da reorganização do portfólio em torno das três divisões principais.

O resultado é uma companhia concentrada em materiais especiais e aplicações nas quais conhecimento de fibras, revestimentos, filtração e propriedades funcionais têm papel central.

De papel a materiais funcionais

A transformação do negócio fica particularmente evidente em Jacareí. A unidade deixou de ser compreendida apenas pela produção de papel e passou a trabalhar a fibra como plataforma para desenvolver propriedades específicas para diferentes aplicações.

Anderson Meca resume essa mudança de perspectiva: “Não fabricamos apenas papel; projetamos propriedades funcionais que precisam responder a uma aplicação específica”.

A diferença está no que acontece entre a fibra e o produto final. Produção, Engenharia, Qualidade, Pesquisa e Desenvolvimento, áreas técnica e comercial precisam trabalhar de forma integrada para que o material entregue as características necessárias na etapa seguinte da cadeia. Como define Meca: “A fábrica deixa de ser apenas um centro de produção e passa a atuar como parte de uma cadeia de inovação e criação de valor”.

Para Luciano Neves, diretor Comercial da Ahlstrom em Jacareí, a fibra continua sendo a base, mas o produto final precisa responder a uma necessidade específica. “Um material deixa de ser commodity quando ele resolve um problema real do cliente.”

Esse problema pode estar relacionado à produtividade, à redução de perdas, à qualidade de impressão, à segurança para contato com alimentos ou à busca por uma solução ambientalmente adequada. A lógica muda de preço para desempenho. Ou, como define Neves: “Quando entendemos a aplicação e construímos a solução junto com o cliente, a discussão deixa de ser somente preço e passa a ser valor”.

Essa mudança acompanha a evolução das próprias demandas do mercado. Segundo o executivo, clientes passaram a exigir, além de qualidade, maior transparência, rastreabilidade, reciclabilidade, controle de pegada ambiental, conformidade e agilidade no desenvolvimento. “O cliente quer a gente próximo, entendendo o processo dele e ajudando a construir a melhor alternativa”, afirma o diretor Comercial.

A fibra como plataforma de inovação

A inovação ocupa hoje uma posição central nessa transformação. Em 2025, 33% das vendas da Ahlstrom vieram de produtos novos ou melhorados, considerando produtos lançados nos cinco anos anteriores. No mesmo ano, 66% das vendas vieram de produtos classificados pela companhia como: “Seguro e Sustentável desde a Concepção”.

No Brasil, alguns exemplos mostram como esse movimento acontece a partir de demandas concretas. Em Louveira, um dos casos mais significativos é o desenvolvimento de materiais filtrantes com lignina. A matéria-prima, um subproduto renovável da indústria de celulose, permite reduzir a dependência de componentes de origem

fóssil. Marcelo Pinton, Plant Manager, da unidade de Louveira, destaca: “Um dos melhores exemplos é o pioneirismo da unidade no desenvolvimento de materiais filtrantes com lignina, matéria-prima renovável que permite reduzir a dependência de componentes de origem fóssil sem comprometer desempenho e durabilidade”.

Em junho de 2026, a Ahlstrom anunciou que a produção de uma geração de meios filtrantes com lignina, desenvolvida inicialmente na unidade, havia sido expandida para a unidade de Turim, na Itália. A solução é voltada a aplicações de filtração automotiva de ar, óleo e combustível. O movimento mostra como uma solução desenvolvida para uma necessidade local pode ser incorporada à rede global da companhia.

Atualmente, o Plant Manager conta que a equipe de P&D continua avaliando novas matérias-primas, formulações e tecnologias para diferentes aplicações. “Esse movimento reúne tanto o processo tradicional de impregnação quanto a laminação, que abre novas possibilidades para criar estruturas multicamadas e soluções mais eficientes, seguras e sustentáveis”, pontua Pinton.

Ele destaca ainda que mais do que uma fábrica, a planta tornou-se um elo estratégico para a companhia: abastece grande parte da América Latina com produção local e trabalha em integração com outras unidades do Grupo. “Essa conexão amplia o acesso dos clientes da região a soluções para veículos leves e pesados, aplicações industriais, filtração de líquidos e baterias de chumbo-ácido”, detalha.

Em Jacareí, outro exemplo é o MaxLiner™, novo *release paper* de alta transparência e alta densidade destinado a aplicações de etiquetas autoadesivas, com requisitos rigorosos para siliconização, laminação, impressão, corte e dispensação. O produto passou a ser fabricado localmente em 2026 e amplia a oferta da Ahlstrom para o mercado sul-americano. Segundo a empresa, a produção brasileira permite reduzir prazos de entrega e ampliar a segurança de abastecimento.

Meca explica que o projeto envolveu diferentes áreas da fábrica: “Desenvolver e industrializar esse produto exigiu integração entre conhecimento de fibras, preparação de massa, controle de perfil, secagem, acabamento, qualidade, revestimento e validação com clientes”. Para Luciano Neves, o MaxLiner também evidencia o potencial de desenvolvimento local: “Produzir em Jacareí nos aproxima dos clientes, reduz prazos e dá mais agilidade ao suporte técnico”.

A trajetória de Louveira ajuda a visualizar outra dimensão da transformação da companhia. A unidade fabrica materiais filtrantes para veículos leves e pesados e atende também aplicações industriais. Em 2024, a Ahlstrom concluiu um investimento de € 2 milhões em uma nova linha de laminação, ampliando sua capacidade para soluções destinadas à filtração de ar industrial, líquidos e combustíveis.

Para Pinton, a evolução não está restrita aos equipamentos: “Hoje, sustentabilidade não é uma etapa adicional do desenvolvimento: é o ponto de partida”.

Essa perspectiva acompanha uma tendência mais ampla da Ahlstrom de desenvolver materiais capazes de substituir ou reduzir o uso de matérias-primas fósseis. Na avaliação de Neves, o movimento não precisa ocorrer necessariamente por uma substituição integral. “Não precisa ser 8 ou 80, precisa demonstrar um processo e evolução.”

No caso das embalagens, por exemplo, o executivo identifica opor-



Luciano Neves



Marcelo Pinton



Anderson Rodrigo Meca



Raimundo Costa

tunidades em papéis com barreira e estruturas que possam substituir determinadas soluções flexíveis de plástico. “Existe uma demanda crescente por alternativas à base de fibras que preservem o alimento, ofereçam segurança e funcionem bem nos processos industriais.”

Uma fábrica mais tecnológica

A transformação do negócio veio acompanhada de uma mudança significativa na operação industrial.

Raimundo da Costa, coordenador de máquinas de revestimento e acabamento de papel na unidade de Jacareí, ingressou na companhia em 1989 e testemunhou a passagem de processos predominantemente manuais para uma operação cada vez mais automatizada e orientada por dados. Ao comparar aquele momento com a realidade atual, destaca: “A tecnologia mudou completamente a nossa rotina, muitos controles que antes eram manuais passaram a ser automatizados. Os equipamentos ficaram mais modernos, os processos mais precisos e a informação agora chega muito mais rápida”.

A tecnologia também modificou o perfil profissional. “Não bastava mais conhecer somente o processo. Era preciso aprender, se adaptar e estar disposto a mudar”, enfatiza Costa.

Na unidade de Jacareí, esse processo pode ser dividido em quatro movimentos, segundo Meca, modernização do controle de processos, fortalecimento da confiabilidade dos ativos, evolução da gestão da qualidade e consolidação da melhoria contínua. O resultado, segundo ele, não deve ser medido apenas pela implantação de uma nova tecnologia, mas um sistema de gestão que transforma informação em decisão e decisão em estabilidade.

Essa abordagem também está ligada à sustentabilidade. Indicadores como energia por tonelada, consumo de água, rendimento de fibras e químicos, geração de resíduos e emissões passaram a fazer parte da gestão diária. “Sustentabilidade e competitividade caminham juntas quando eliminamos desperdícios de forma estruturada”, exalta Meca.

Pessoas em uma empresa em transformação

Em uma companhia que mudou produtos, mercados, tecnologias e estruturas, o conhecimento acumulado pelas pessoas continua sendo parte importante da operação.

Para Meca, o conhecimento passou a ser combinado com análise de dados, compreensão da aplicação final, resolução estruturada de problemas e trabalho multidisciplinar: “A fábrica especializada exige pessoas que conectem o detalhe do processo ao valor que entregamos ao cliente”.

Ao mesmo tempo, existe um patrimônio que não está necessariamente registrado nos procedimentos. A experiência de quem passou décadas na operação ajuda a reconhecer sinais, antecipar desvios e compreender relações que nem sempre aparecem imediatamente nos dados. O desafio, segundo o Plant Manager, é combinar essa experiência com as ferramentas atuais: “A melhor combinação é unir a vivência dos profissionais experientes à capacidade analítica e às novas ferramentas trazidas pelas gerações mais recentes”.

Para Costa, esse patrimônio humano atravessa diferentes fases da empresa: “A valorização e o respeito com cada funcionário são pontos fortes que continuam fazendo a diferença”.

A presença brasileira também mudou de significado. Hoje, a Ahlstrom considera o País relevante não apenas pelo mercado consumidor, mas pela capacidade industrial e pela disponibilidade de fibra. A América do Sul representa 7% dos resultados globais da companhia. “O Brasil é um mercado muito relevante, tanto pelo seu tamanho quanto pela capacidade industrial instalada e pela proximidade com uma fonte renovável e competitiva de fibras, afirma Neves.

A posição geográfica favorece ainda o atendimento à América Latina. “A operação brasileira também tem um papel regional importante, porque nos permite atender a América Latina com mais proximidade e adaptar soluções globais às necessidades locais.”

A relação entre conhecimento local e escala global aparece nos dois exemplos mais recentes das unidades brasileiras. O MaxLiner foi desenvolvido para atender uma demanda regional, enquanto a tecnologia de filtração com lignina desenvolvida em Louveira chegou à Itália.

A lógica, portanto, não é apenas trazer tecnologia para o Brasil. A operação brasileira também participa da geração de conhecimento que pode circular pelo grupo. “Quando conseguimos combinar essa capacidade industrial com uma necessidade que existe em vários mercados, a solução pode ganhar escala global”, pontua Neves.

O próximo ciclo

Aos 175 anos, a Ahlstrom chega a um novo estágio de transformação. A fibra continua sendo a base, mas sua aplicação é cada vez mais determinada pela ciência dos materiais, pelas tecnologias de processo, pelos dados e pelas necessidades específicas de cada mercado.

Entre os movimentos apontados por Meca para as próximas décadas estão o avanço da ciência de materiais, digitalização, eficiência no uso de energia, água e matérias-primas, circularidade e maior integração entre indústria, clientes, fornecedores e centros de pesquisa.

A digitalização deve ganhar espaço com sensores, inteligência artificial e modelos preditivos capazes de apoiar decisões em tempo real. Ao mesmo tempo, a evolução dos materiais deve ampliar as possibilidades de utilização de fibras renováveis em aplicações atualmente atendidas por outras matérias-primas.

Na visão de Neves, a próxima mudança da Ahlstrom estará relacionada justamente à ampliação desse papel: “Ampliar o papel da Ahlstrom como parceira na substituição de materiais convencionais por soluções especiais e sustentáveis à base de fibras”.

Ele acrescenta ainda que a fibra continuará sendo o ponto de partida, mas o diferencial será cada vez mais a inteligência colocada em cada solução.

Ao completar 175 anos, portanto, a Ahlstrom chega menos definida pelo produto que fabrica do que pela função que seus materiais desempenham. A mudança aparece tanto nas aquisições internacionais quanto nos projetos desenvolvidos em Jacareí e Louveira.

Como resume Raimundo Costa, depois de mais de 37 anos na empresa: “Nenhuma empresa fica parada. Sempre surgem novas tecnologias, novos mercados, novos desafios e novas oportunidades”. E acrescenta: “A tecnologia pode evoluir cada vez mais, mas são as pessoas que aprendem, tomam decisões, resolvem problemas e fazem as coisas acontecerem”. ■

DA MADEIRA AOS MATERIAIS ESPECIAIS À BASE DE FIBRAS

- € 3,0 bilhões em vendas pro forma em 2025; ○ € 501 milhões de EBITDA comparável *pro forma* em 2025;
- 7 mil funcionários; ○ 36 unidades produtivas; ○ 13 países; ○ Mais de 6 mil clientes; ○ Mais de 100 países atendidos; ○ 33% das vendas de 2025 vieram de produtos novos ou melhorados nos últimos cinco anos

Fonte: Ahlstrom



Eva Ahlstrom assumiu a liderança da empresa fundada em 1851 após o falecimento de seu marido, Antti Ahlstrom, tornando-se uma das primeiras mulheres a comandar uma indústria na Europa

1851 – Fundação

Antti Ahlström começa a formar seus negócios na Finlândia, inicialmente ligados ao comércio de madeira e mercadorias, navegação e serrarias.

1870 – Noormarkku

A aquisição das instalações de Noormarkku estabelece uma importante base para o desenvolvimento da empresa.

A operação de serrarias e o comércio de madeira estiveram no centro das atividades iniciais, formando a base sólida que sustentou a expansão da Ahlstrom



1931 – Expansão industrial

A Ahlstrom se torna a maior empresa industrial da Finlândia, com mais de 30 unidades produtivas e mais de 5 mil empregados.



1963 – Internacionalização

A aquisição da italiana Cartiere Bosso amplia a atuação internacional da companhia.

1985-1998 – Perfil cada vez mais internacional

A participação de funcionários trabalhando fora da Finlândia cresce de 17% para 73%.

1995 – Ahlstrom chega ao Brasil

A companhia adquire a unidade de Louveira, até então pertencente à MD Papéis.

2007 – Jacareí entra na trajetória Ahlstrom

A empresa forma uma *joint venture* com a VCP para produção de papéis especiais em Jacareí.

2008 – 100% de Jacareí

A Ahlstrom adquire os 40% restantes da *joint venture* e passa a deter o controle integral da unidade.

2013 – Ahlstrom e Munksjö

A área de Label & Processing da Ahlstrom se combina com a Munksjö, e Jacareí passa a integrar a companhia sueca.

2017 – Fusão Ahlstrom-Munksjö

As duas empresas se unem novamente, reunindo Jacareí e Louveira sob o mesmo grupo.

2018 – Expansão no Brasil

A Ahlstrom-Munksjö adquire a planta de Caieiras, ampliando sua presença no Brasil.

2022 – Retorno ao nome Ahlstrom

A companhia passa a utilizar novamente o nome Ahlstrom, após a reorganização relacionada ao negócio Decor.

2024 – Nova capacidade e expansão em Life Sciences

A empresa conclui investimento de € 2 milhões em uma nova linha de laminação em Louveira e adquire a norte-americana ErtelAlsop, ampliando suas capacidades em filtração para *life sciences*.

2025 – Novo ciclo de aquisições e reorganização

A Ahlstrom conclui a aquisição de Stevens Point, nos Estados Unidos, e da EBF, ampliando sua atuação em Food & Consumer Packaging e Filtration & Life Sciences. No mesmo ano, conclui a venda do negócio de Abrasivos para a Munksjö e reorganiza o portfólio.

2026 – 175 anos

A Ahlstrom celebra o aniversário com foco em sua trajetória e no posicionamento como companhia de materiais especiais sustentáveis à base de fibras. No Brasil, novos capítulos incluem o MaxLiner, produzido em Jacareí, e a expansão para a Europa de uma tecnologia de filtração com lignina desenvolvida inicialmente em Louveira.



PPGCP ALINHA EXPECTATIVAS DE JOVENS PROFISSIONAIS E DEMANDA DA INDÚSTRIA POR MÃO DE OBRA QUALIFICADA

A 7.^a edição do Programa de Preparação de Gestores de Celulose e Papel (PPGCP), realizado pela Universidade Setorial ABTCP, promoveu um encontro rico e de trocas relevantes entre alunos e executivos para falar de carreira no setor

POR BIANCA MACHADO
Especial para *O Papel*

Existem diversas trajetórias pelas quais gestores iniciaram suas jornadas na indústria de papel e celulose. Como uma ponte entre engenheiros recém-formados e o mercado, o Programa de Preparação de Gestores de Celulose e Papel (PPGCP), realizado pela Universidade Setorial ABTCP, possibilita aos participantes conhecer e se preparar para os caminhos que levarão a construir uma carreira sólida no setor.

Consolidado como referência em capacitação, o PPGCP desenvolve competências técnicas, de gestão e *soft skills*, com o diferencial da imersão no setor de celulose e papel. O contato com gestores também aproxima as expectativas dos alunos das necessidades do mercado e contribui para a formação de profissionais alinhados às demandas da indústria.

Com patrocínio de Arauco, Solenis, Suzano, Sylvamo e Veracel, a 7.^a edição do PPGCP teve início em agosto, com aulas on-line e presenciais, com conclusão em outubro – a apresentação dos trabalhos finais acontece durante o Congresso e Exposição Internacional de Celulose e Papel da ABTCP.

Em setembro, representantes das empresas patrocinadoras participaram de um dia dedicado à troca de experiências e *networking* com os participantes do PPGCP, além de conhecer suas histórias. Os executivos compartilharam suas trajetórias, responderam a perguntas e falaram sobre os caminhos percorridos até as posições que ocupam atualmente. Em comum, as histórias mostraram que nenhuma carreira é completamente linear e que competências como curiosidade, disposição para aprender, capacidade de adaptação e relacionamento podem ser tão determinantes quanto o conhecimento técnico.

GABRIEL MOURA



Alunos, representantes da ABTCP e das empresas patrocinadoras se reuniram em São Paulo-SP

O perfil ideal: quem domina as *soft skills*

As *soft skills* tiveram grande ênfase durante o encontro, especialmente em um painel de debate com a participação de Heloisa Ramires (Suzano), João Cassandre (Solenis), Mauricio Reis (Solenis), Rafael Salvatte (Sylvamo), Silésia Braga (Veracel) e Theófilo Militão (Arauco), com mediação de Elídio Frias, *head* de marketing estratégico da ABTCP.

Para os executivos, o conhecimento técnico continua sendo essencial para uma indústria altamente especializada, mas não é suficiente para sustentar uma trajetória profissional. O desenvolvimento passa por aprender a ouvir, trabalhar em equipe, lidar com diferentes perfis, receber *feedback*, tomar decisões diante de situações novas e construir relações de confiança. Ou seja, a formação de um profissional não termina quando ele domina determinado processo, equipamento ou tecnologia.

Em síntese, enquanto as *hard skills*, que são as competências técnicas, podem ser desenvolvidas mais a fundo, as *soft skills* se destacam no processo de contratação e promovem um perfil mais atrativo para as empresas, indicando proatividade, resiliência, comunicação assertiva e outras características que impulsionam o indivíduo a se destacar em uma posição de responsabilidade e liderança.

Nesse contexto, segundo Heloisa Ramires, gerente executiva de Aplicações para Celulose Fluff da Suzano, dois fatores práticos fazem a diferença no ambiente de trabalho: cumprir o que se promete e comunicar resultados. “Se você entrega o resultado do jeito que prometeu ou mais, mas no mínimo do jeito que prometeu, e você comunica o que você entregou, essas coisas fazem uma diferença gigantesca”, apontou.

Na visão de Silésia Braga, especialista de Desenvolvimento Humano na Veracel Celulose, os principais fatores que impulsionam carreiras são a disponibilidade e a curiosidade. “É fundamental para que a gente possa se desenvolver e crescer: ter curiosidade para estar sempre atualizado, estudar e disponibilidade para ir atrás dos seus sonhos”, disse.

Desafios para atrair talentos

Com o perfil definido, o desafio das empresas passa por encontrar as pessoas que se adequem a ele em outras esferas, como a questão geográfica e até mesmo na disputa com outros setores por essa mão de obra.

Conforme Rafael Salvatte, gerente de Excelência de Manufatura e Suporte Operacional na Sylvamo em Mogi Guaçu-SP, a empresa busca estar próxima dos centros de formação, como o PPGCP, contribuindo para o desenvolvimento de novos talentos e fortalecendo seu posicionamento como empregadora de preferência para profissionais que desejam construir uma carreira de longo prazo no setor.

Segundo Salvatte, a dificuldade não é apenas encontrar profissionais qualificados, mas também ampliar o conhecimento dos jovens sobre as oportunidades de desenvolvimento profissional oferecidas pelo setor. “Em algumas regiões, a distância

entre universidades e unidades industriais dificulta a aproximação. Em outras, o setor de celulose e papel disputa profissionais com segmentos mais conhecidos pelos estudantes”, avaliou.

Intergeracionalidade e capital intelectual

Na Arauco, o desafio tem uma dimensão adicional. A empresa está prestes a concluir a instalação de sua nova fábrica em Inocência-MS, o Projeto Sucuriú, e precisa combinar profissionais experientes com uma nova geração que chegará ao negócio.

Para Algemiro Munhoz, coordenador de Gestão de Pessoas da companhia, existe a necessidade de transformar a experiência acumulada pelos profissionais em conhecimento compartilhado. “Nós precisamos que a mão de obra experiente compartilhe o conhecimento que detém com a nova geração que chega para perpetuar o negócio, e só conseguimos fazer isso se esse conhecimento se tornar um capital intelectual da empresa”, indicou.

Rosana Gammara, consultora na ABTCP e responsável pela área de desenvolvimento comportamental dos alunos do PPGCP, destacou ainda que é a primeira vez na história das indústrias que teremos quatro gerações trabalhando juntas.

“Este ano, foi a primeira vez que trabalhamos com a geração Z, então foi um desafio novo. São jovens muito inteligentes e tecnológicos, e é justamente nesse ponto que o trabalho comportamental faz muita diferença: estamos trazendo mais para o lado humano do profissional e menos para o lado tecnológico”, explicou.

Então, conforme Rosana, os “*gen Z*” vão precisar entender o que os *baby boomers* trazem como herança cultural e educacional, respeitar essa bagagem e, ao mesmo tempo, ajudá-los com tecnologia, agilidade e rapidez.

Adicionalmente, segundo Mauricio Reis, líder de Gestão de Produtos, Tecnologias e Suporte Técnico na Solenis, o aprendizado entre gerações é uma via de mão dupla. “Também é importante aprender com os mais novos, porque a base de qualquer empresa inovadora é esse ‘caldeirão de ideias’ que eles trazem. Isso gera pertencimento e contribui para a transformação do negócio”, acrescentou o executivo.

A discussão chega também ao processo de adaptação de jovens profissionais dentro das rotinas operacionais. Na visão dos executivos, uma das dificuldades atuais está na ansiedade dos jovens diante da carreira e na expectativa de assumir rapidamente posições para as quais ainda não houve tempo de construir repertório. Ao mesmo tempo, as empresas reconhecem que não podem esperar encontrar profissionais completamente prontos. O equilíbrio está justamente em identificar potencial, atitude e capacidade de aprendizagem.

Para Theófilo Militão, diretor de Sustentabilidade & Relações Institucionais da Arauco Brasil, é preciso ter resiliência e entender que nem tudo na rotina de trabalho sairá como o idealizado ou será feito da maneira que se gostaria. “Ter resiliência nas relações pessoais não significa viver em um paraíso; é importante estar preparado”, enfatizou.



Da esquerda à direita: Silésia Braga (Veracel), Rafael Salvatte (Sylvamo), Heloisa Ramires (Suzano), Elídio Frias (ABTCP), Mauricio Reis (Solenis), João Cassandre (Solenis) e Theófilo Militão (Arauco)

Um setor para construir uma carreira

O setor, por sua vez, parece disposto a abrir novas portas. Em um ambiente marcado por investimentos, transformação tecnológica e expansão industrial, a necessidade de profissionais qualificados tende a acompanhar o movimento. O desafio está colocado para os dois lados: para as empresas, encontrar e desenvolver os talentos capazes de sustentar o crescimento; para os jovens, reconhecer que estar preparado não significa ter todas as respostas, mas ter disposição para continuar aprendendo.

“O mercado de celulose e papel cresce acima da média do que cresce o Brasil. Então, se o nosso País, por algum momento, passa por uma dificuldade de reposição de mão de obra em todos os níveis, uma forma de a gente poder sair na frente é incentivar programas como o PPGCP e, por meio dele, descobrir novos talentos”, indicou João Eduardo Cassandre, diretor Comercial da Solenis.

Ao mesmo tempo, a própria indústria oferece um argumento poderoso para essa nova geração: possibilidades de carreira de longo prazo em um mercado que continua atraindo investimentos e ampliando sua atuação. Para Rafael Salvatte, além das perspectivas de crescimento do setor, a combinação entre desenvolvimento profissional, sustentabilidade e oportunidades de mobilidade ao longo da carreira torna a indústria atrativa para novas gerações. “É um setor que está em plena expansão, que oferece oportunidades de carreiras de longo prazo e sustentáveis, com boas remunerações”, destaca.

Importância do programa

A participação das grandes empresas no programa é vista como uma oportunidade de identificar talentos e, ao mesmo tempo, contribuir para que esses jovens conheçam melhor uma indústria que nem sempre é tão difundida pelo conhecimento popular.

Segundo Silésia Braga, que já participou de outras edições do PPGCP, a edição de 2026 reforça a solidez e evolução do programa. “Eu vejo que, cada vez mais, a ABTCP traz um programa mais robusto e, com isso, o nível dos participantes também vem subindo. Temos jovens cada vez mais engajados, buscando co-

nhecimento e curiosos para absorver tudo o que estão proporcionando com o programa”, avaliou a especialista. A executiva disse também que a Veracel já possui colaboradores contratados que fizeram parte do programa em edições anteriores.

Para Algemiro Munhoz, o PPGCP é uma iniciativa importante nesse processo porque aproxima a nova geração dos desafios reais da indústria e contribui para a formação de profissionais que chegam mais preparados para aprender com quem já acumulou experiência no setor. “Essa integração entre formação, experiência e novas competências é fundamental para transformar conhecimento em capital intelectual e sustentar o crescimento da indústria”, finalizou.

Sob a perspectiva dos resultados obtidos com a participação dos patrocinadores e dos alunos na 7.ª edição do PPGCP, Bruno Sousa, analista de Gente e Gestão e líder dos Programas de Entrada na Suzano, avaliou que essa é uma ponte sólida entre o setor e a mão de obra qualificada. “Para nós, é um prazer enorme poder contribuir, porque também podemos contar com essas pessoas em um futuro próximo, sempre que tivermos posições aderentes, dentro das nossas unidades de Papel e Celulose, para que possamos usufruir dos talentos que estamos desenvolvendo aqui”, acrescentou.

“O programa tem se mostrado muito consistente e bem-visto no setor pelas empresas e por quem o experiencia, por isso chegou à sua sétima edição. É gratificante ver como a ABTCP e as empresas patrocinadoras apoiam a construção do conhecimento técnico de modo tão rico, indo além do que aprenderam na universidade”, destacou Amanda Pereira, analista de Educação Corporativa da Universidade Setorial ABTCP. “E isso só é possível porque profissionais do setor apoiam a iniciativa”, concluiu.

“Quando pensamos no PPGCP, pensamos muito além da formação técnica. Queremos ajudar esses jovens a enxergarem possibilidades de carreira, entenderem os desafios da indústria e perceberem que existe um espaço para eles construírem sua história no nosso setor. Para nós, da Universidade Setorial ABTCP, é muito gratificante acompanhar essa jornada e aproximar empresas e talentos que podem, juntos, transformar o futuro da indústria”, afirmou Viviane Nunes, head de Educação da ABTCP. ■



Nouryon
eka

Segurança em que você pode confiar. Fornecimento em que você pode contar.

Do projeto da planta às operações do dia a dia, ajudamos produtores de celulose e papel em toda a América do Sul a operar com mais segurança, confiabilidade e eficiência, com base em décadas de experiência em engenharia.

Clorato de sódio · Peróxido de hidrogênio · Dióxido de cloro

- Produzidos, desenvolvidos e fornecidos pela Nouryon

200+

Instalações concluídas globalmente

24/7

Operações seguras e estáveis

100%

Soluções sob medida



Suporte que não termina na entrega

Peças de reposição, treinamento e solução de problemas fornecidos por uma equipe que conhece a sua planta.

nouryon.com/pulp-and-paper



POR MAURO BERNI

Pesquisador das áreas de meio ambiente e energia do Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético (NIPE), da Universidade de Campinas (Unicamp-SP)
E-mail: mberni@unicamp.br

GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NA PRODUÇÃO DE CELULOSE E PAPEL

Esta coluna faz uma releitura de artigo intitulado “GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS: PAPEL” de autoria de Carmen Sánchez-Carpintero, destacada engenheira e executiva em regulação, sustentabilidade e gestão de meio ambiente da ASPACEL, Espanha. Disponível em <https://www.retema.es/blog/utilizar-agua-sin-consumirla-las-claves-de-la-gestion-hidrica-de-la-industria-papelera-en>. Acesso em: 12 set. 2026.

A água é um dos principais componentes de qualquer produto de papel, embora muitas vezes passe despercebida pelo consumidor. O papel é fabricado a partir de madeira ou papel reciclado, mas o processo requer água para transportar as fibras de celulose e formar a folha.

Sem água, não há papel. Essa necessidade obrigou a indústria de celulose e papel na Espanha a pensar na água de uma maneira que quase nenhum outro setor produtivo foi compelido a fazer: não como um insumo a ser consumido, mas como um recurso a ser compartilhado. Por esse motivo, a eficiência hídrica tem sido uma prioridade para o setor há muitos anos. Esta necessidade obrigou a indústria de celulose e papel na Espanha a pensar na água não como um insumo que se esgota, mas como um recurso que é empregado.

Observe que usar não é o mesmo que consumir. Essa distinção, por mais básica que seja frequentemente negligenciada, é fundamental para entender o que acontece dentro de uma fábrica de celulose e papel. A maior parte da água utilizada no processo não é consumida: ela circula, sendo utilizada em diferentes fases da produção através da recirculação interna e somente ao final é devolvida ao meio ambiente após tratamento.

Apenas cerca de 10% da água é consumida, seja por evaporação durante o processo de secagem da celulose ou do papel, seja por incorporação no produto final. Os restantes do efluente final são devolvidos ao meio ambiente após tratamento em estações de tratamento ou em estações externas, cumprindo assim normas ambientais.

A eficiência hídrica é distinta de fábrica para fábrica, devido as necessidades do consumo de água depender tipo de produto

fabricado. Produzir celulose não é o mesmo que fabricar papel para embalagens, assim como papel higiênico não é o mesmo que papéis gráficos ou especiais. Cada processo tem necessidades de consumo de água diferentes, suas próprias especificidades e restrições que variam de uma instalação para outra, mas todos compartilham o objetivo do uso eficiente da água.

Conforme Carmen Sánchez-Carpintero, atualmente, a Espanha possui 72 fábricas de celulose e papel que enfrentam esse desafio, cada uma com suas próprias particularidades. O que todas elas compartilham, no entanto, é uma lógica comum: a água deve ser recirculada em múltiplos estágios/processos, antes do descarte final. Os circuitos são otimizados, tratamentos intermediários são incorporados, as variáveis do processo são ajustadas e as soluções são adaptadas à localização específica de cada fábrica.

Ainda assim, a eficiência hídrica continua sendo um desafio que está sendo abordado sob diversas perspectivas e exige a identificação de novas soluções viáveis do ponto de vista técnico, ambiental e econômico. Nem sempre é fácil. Melhorar o fechamento dos circuitos de água, por exemplo, pode ter efeitos indesejáveis, como aumento da condutividade, da carga ou da temperatura. E algumas das tecnologias mais avançadas para reduzir esses efeitos, por sua vez, consomem mais energia ou aumentam o uso de produtos químicos, o que é conhecido como efeito cruzado. Portanto, não existe uma solução única. A gestão da água requer uma visão holística de toda a instalação, capaz de equilibrar três objetivos: reduzir o consumo, manter a qualidade do efluente e não comprometer a viabilidade do processo produtivo.

Como se vê, a eficiência no uso da água é um desafio que pode ser abordado sob diferentes perspectivas e exige a identificação de novas soluções viáveis do ponto de vista social, técnico, ambiental e econômico. No Brasil o uso consuntivo é aquele que retira a água do manancial e a consome no processo, casos da irrigação e no abastecimento, enquanto o uso não consuntivo utiliza a água sem consumi-la diretamente, mantendo-a ou devolvendo-a ao corpo hídrico. No Brasil, a regulação desses usos é fundamentada

pela Lei n.º 9.433/1997 (conhecida como a Lei das Águas), que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos.

Observo que já vi no Estado de São Paulo, empresas não obterem licença para ampliar sua capacidade produtiva, devido a priorização do consumo humano. A priorização do consumo humano em detrimento do uso industrial da água é assegurada por mecanismos jurídicos, de gestão ambiental e de engenharia, tendo como pilar a Lei das Águas, que estabelece que, em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais.

A utilização da água não pode ser otimizada sem considerar os requisitos para seu retorno ao meio ambiente. Portanto, todas as instalações de fabricação de celulose e papel possuem sistemas de tratamento projetados para adaptar a qualidade do efluente às necessidades do ambiente receptor. Muito antes de a economia circular ser um conceito, a indústria de celulose e papel já reciclava papel em fim de vida útil, gerenciava os resíduos de produção de forma circular e tratava a água dentro da fábrica como um recurso a ser reutilizado.

Os avanços futuros em eficiência hídrica exigirão inovação, novos investimentos, agilidade administrativa e flexibilidade técnica para encontrar um equilíbrio entre a redução do consumo de água e a proteção ambiental. O stress hídrico deixou de ser uma exceção gerida com medidas excepcionais. As regulamentações devem reconhecer a necessidade de ação precoce, acompanhar as restrições com mecanismos de apoio econômico e facilitar investimentos urgentes ou adaptações temporárias necessárias. Uma política hídrica que apenas restringe, sem diferenciação ou compensação, não é justa. E, a longo prazo, também não é eficaz.

O futuro da gestão da água na indústria de celulose e papel não se resume a simplesmente usar menos água. Trata-se de usá-la de forma eficiente e responsável, otimizando sua recirculação e aproveitando fontes alternativas sempre que possível. Este é o caminho para uma indústria mais eficiente e circular, melhor preparada para um futuro em que a água, infelizmente, se tornará cada vez mais escassa e valiosa - um futuro em que cada gota contará mais do que nunca. ■

desde há mais de 100 anos

SOLUÇÕES PREMIUM - FEITAS À MEDIDA

ROLOS DE SUCÇÃO

ROLOS GUIA TELA / FELTRO

ROLOS DE CALANDRA
E ESTANGAS

ROLOS COM ESTRUTURA
EM FIBRA DE CARBONO

ROLOS ABRIDORES



mwn
M A S C H I N E N F A B R I K

MWN Niefern Maschinenfabrik GmbH
Bahnhofstr. 51 - 53, D - 75223 Niefern-Öschelbronn Germany
Telefon: +49(0) 7233 / 75 - 0 Telefax: +49(0) 7233 / 75 - 11
Internet: www.mwn-niefern.de Email: info@mwn-niefern.de



POR JOICE FUJITA

ABTCP/Analista técnica I/ Especialista em Celulose e Papel
E-mail: joice@abtcp.org.br

ADVOCACY E NORMALIZAÇÃO

A atuação em normalização deixou de ser uma atividade de apoio e se tornou um dos principais instrumentos de advocacy setorial. A forma como uma norma é redigida, traduzida e adaptada define diretamente custo de produção, barreira técnica de mercado e capacidade de responder a uma exigência regulatória.

Nos últimos doze meses, esse movimento ficou evidente em duas frentes. A primeira é a participação em Comissões de Estudos Especiais. São fóruns que revisam normas estruturantes para a indústria de base florestal, como a que trata da classificação de resíduos sólidos, e que também pautam temas emergentes que atravessam toda a cadeia, como a economia circular.

Estar presente no processo de elaboração de uma norma técnica desde a discussão inicial, com grupos de trabalho formados por especialistas do setor, entre outros, permite que a prática industrial seja traduzida em texto normativo, e não o contrário.

Hoje, essa presença se dá em cinco comissões ativas, com foco em melhoria de processos e segurança jurídica. A segunda frente, e principal marco deste ciclo, foi o avanço na padronização da nanocelulose. O setor de celulose e papel tem desenvolvido aplicações de nanocelulose em barreiras para embalagens, reforço de materiais e compostos de alto desempenho, mas faltava um alicerce essencial: vocabulário comum.

Sem linguagem padronizada, não há escala, não há certificação e não há comércio internacional. Esse gargalo começou a ser superado com a tradução e adaptação de normas internacionais de nanotecnologia da família ISO/IEC. A publicação da norma técnica de vocabulário para nanomateriais celulósicos representa a primeira etapa desse processo no Brasil. Ela uniformiza termos, define características e traz segurança para quem desenvolve, produz e compra.

O trabalho, iniciado em 2024, a partir da aproximação com o comitê de nanotecnologia da ABNT, envolveu formação de grupo técnico, tradução, revisão e aprovação, e mostra um modelo efetivo de colaboração entre academia, indústria e associação.

A sequência desse trabalho já está definida. Uma nova norma, voltada a métodos de caracterização e segurança no processo

relacionado à nanocelulose. Ela complementa o vocabulário com requisitos de medição e avaliação, fechando o ciclo que vai da definição ao controle de qualidade.

Esse conjunto de iniciativas revela a mudança de patamar para 2027. O debate setorial não será apenas sobre produzir mais celulose com menos água e energia, como foi na última década. Será sobre como transformar subprodutos em receita de biorrefinaria, como atender a padrões mais restritivos de qualidade do ar e como garantir que novos materiais de base florestal tenham norma, mercado e aceitação regulatória internacional.

É nesse espaço que o trabalho das comissões técnicas se torna estratégico. Normalizar é, na prática, criar a infraestrutura invisível que permite à inovação ganhar escala com segurança e competitividade. As comissões técnicas são, historicamente, o principal fórum neutro da ABTCP. É nelas que a concorrência é suspensa para tratar de problemas comuns: uma falha de forno de cal, uma perda energética invisível na recuperação, uma dificuldade de caracterização de um novo biomaterial.

Esse compartilhamento de conhecimento prático, construído ao longo de décadas, reduz curva de aprendizado, evita repetição de erros e eleva o padrão técnico médio do setor brasileiro a um patamar reconhecido internacionalmente. Para o mercado, significa menor risco operacional e maior previsibilidade de qualidade. Dentro da ABTCP, as comissões cumprem ainda outro papel essencial: são a antena que identifica demandas antes que virem norma ou exigência legal. Foi a partir de discussões de meio ambiente, recuperação e biorrefinaria que surgiram os alertas sobre economia circular, eficiência energética e valorização de lignina, que hoje orientam tanto a agenda de eventos quanto a estratégia de advocacy junto a órgãos reguladores.

Em um cenário de 2027, em que a celulose responderá por apenas parte da receita da fábrica e onde padrões ambientais serão mais restritivos, essa capacidade de antecipar temas e transformar debate técnico em posicionamento setorial é o que garantirá relevância e competitividade para toda a cadeia de base florestal. ■

TURBAIR®

vacuum systems

www.everllence.com

Comparado aos sistemas tradicionais no processo de desaguamento, os sopradores a vácuo TURBAIR® aumentam a eficiência da sua planta industrial com os seguintes benefícios:

- Economia de energia de até 60% em comparação com outros sistemas de vácuo
- Recuperação de energia de até 80%, otimizando o consumo total
- Não requer água de vedação
- Eficiência termodinâmica de até 83%

Mais informações:



Everllence

Everllence Switzerland Ltd.
Hardstrasse 319
8005 Zürich, Switzerland

Phone +41 44 278 22 11
Sales +41 44 278 32 57



POSICIONAMENTO ESTRATÉGICO DO CONSELHO DE INOVAÇÃO ABTCP

Fortalecimento da Competitividade do Setor Brasileiro de Celulose e Papel pela Inovação Colaborativa

Autores: Carlos Augusto Soares¹, Durval Garcia Jr.¹, Fernando Bertolucci¹, Julio Costa¹, Leonardo de Caux¹, Maria Teresa Borges Pimenta¹, Paulo Pavan¹, Rayana Reis¹, Reginaldo de Oliveira¹ e Umberto Cinque¹

¹Conselho de Inovação ABTCP

RESUMO

A Rede de Inovação ABTCP tem como propósito fortalecer o desenvolvimento tecnológico da indústria brasileira de celulose e papel por meio da articulação entre empresas, Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação (ICTs), *startups*, fornecedores de tecnologia e instituições de fomento. A iniciativa busca promover um ambiente colaborativo para o desenvolvimento de soluções para desafios comuns, a difusão de novas tecnologias e a estruturação de projetos de caráter pré-competitivo. Nesse contexto, o posicionamento estratégico da Rede estabelece uma agenda de inovação orientada ao fortalecimento da competitividade, da sustentabilidade e da evolução tecnológica do setor, contemplando diferentes horizontes de atuação e conexões com o ecossistema de inovação. A proposta busca contribuir para a construção de uma agenda setorial de longo prazo, capaz de conectar competências, mobilizar investimentos, orientar projetos colaborativos e impulsionar o desenvolvimento sustentável da indústria brasileira de celulose e papel.

Palavras-chave: Inovação colaborativa; desenvolvimento tecnológico; competitividade; sustentabilidade.

1. A REDE DE INOVAÇÃO ABTCP

A Rede de Inovação ABTCP tem como visão consolidar a ABTCP como articuladora da agenda de inovação da indústria brasileira de celulose e papel, atuando como catalisadora de iniciativas pré-competitivas e promotora de soluções técnicas compartilhadas que fortaleçam a competitividade, a sustentabilidade e o desenvolvimento tecnológico do setor.

Seu propósito é fortalecer o desenvolvimento tecnológico da indústria de base florestal, integrando os diversos elos de sua cadeia de valor, conectando as empresas do setor a Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação (ICTs), *startups*, fornecedores de tecnologia e instituições de fomento, estimulando o desenvolvimento de soluções para desafios comuns e a difusão de novas tecnologias, por meio de um ambiente colaborativo.

Para cumprir sua missão, a Rede de Inovação ABTCP orienta sua atuação por meio dos seguintes macro objetivos estratégicos:

- a) Consolidar progressivamente a Rede de Inovação ABTCP como plataforma legítima de articulação e referência para a construção da agenda setorial de inovação da indústria brasileira de

celulose e papel, promovendo a articulação entre empresas, instituições e demais atores do ecossistema de inovação.

- b) Integrar as Comissões Técnicas da ABTCP ao processo de inovação, mobilizando seus especialistas para identificar oportunidades, demandas prioritárias e desafios tecnológicos, contribuindo para a estruturação de demandas legítimas.
- c) Viabilizar um *hub* setorial de inovação, conectando empresas produtoras, fornecedores de matérias-primas e equipamentos, *startups*, fornecedores de tecnologia, universidades, ICTs e instituições de fomento, para acelerar o desenvolvimento e a disseminação de soluções alinhadas às necessidades da indústria de celulose e papel no Brasil.

2. CONSELHO DE INOVAÇÃO: COMPOSIÇÃO, GOVERNANÇA E OBJETIVO IMEDIATO

O Conselho de Inovação constitui a instância estratégica e consultiva da Rede de Inovação ABTCP, responsável por orientar, avaliar e apoiar as iniciativas desenvolvidas no âmbito da Rede.

Sua atuação compreende a análise e recomendação de diretrizes estratégicas, a indicação de temas e desafios tecnológicos relevantes para o setor e o acompanhamento consultivo do portfólio de projetos, contribuindo para que as iniciativas da Rede estejam alinhadas aos objetivos da ABTCP e às demandas da indústria.

Atualmente, o Conselho é composto pelos seguintes representantes: Carlos Augusto Soares, Durval Garcia Jr., Fernando Bertolucci, Julio Costa, Leonardo de Caux, Maria Teresa Borges Pimenta, Paulo Pavan, Rayana Reis, Reginaldo de Oliveira e Umberto Cinque.

No exercício de seu papel estratégico e consultivo, o Conselho contribui para:

- a) Fortalecer a legitimidade das ações, discussões e projetos colaborativos da Rede, apoiando seu alinhamento, em alto nível, com as principais dores e prioridades do setor para o curto, médio e longo prazo.
- b) Reforçar o potencial das iniciativas colaborativas para reduzir riscos tecnológicos, compartilhar custos pelo caráter colaborativo e ampliar o acesso a mecanismos de apoio, fomento e subsídios que serão buscados.
- c) Mobilizar e ouvir representantes da indústria e de instituições congêneres com o objetivo de identificar os principais

desafios estruturais para sustentar ou elevar o diferencial competitivo da indústria de C&P brasileira, especialmente em qualidade, custo e sustentabilidade.

3. AGENDA ESTRATÉGICA PARA A COMPETITIVIDADE

A Rede de Inovação ABTCP busca construir uma agenda permanente de inovação, orientada ao fortalecimento da competitividade, da sustentabilidade e da evolução tecnológica da indústria brasileira de celulose e papel, em diferentes horizontes temporais.

Curto prazo (1-3 anos)

- Identificar temas, demandas e desafios tecnológicos relevantes para o setor.
- Estruturar o benchmarking setorial – em curso.
- Prospectar oportunidades de financiamento e fomento à inovação.
- Fortalecer a aproximação com Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação (ICTs) como meio.
- Integrar as demandas das Comissões Técnicas às iniciativas de inovação.

Médio prazo (3-5 anos)

- Apoiar o desenvolvimento de projetos colaborativos de caráter pré-competitivos.
- Consolidar redes de pesquisa e cooperação tecnológica e inovação aberta.
- Contribuir para a elaboração de “roadmaps” tecnológicos para o setor.
- Estruturar projetos com potencial de captação de recursos financeiros.
- Fortalecer as competências setoriais em inovação aberta e gestão de projetos colaborativos.

Longo prazo (acima de 5 anos)

- Fortalecer o papel da ABTCP como plataforma legítima de conexão, escuta e articulação da agenda setorial de inovação.

- Criar condições para acelerar a transformação tecnológica da indústria, por meio de projetos colaborativos e da conexão com o ecossistema de inovação.
- Estimular novos modelos de negócios e o desenvolvimento de tecnologias estratégicas para o setor.
- Contribuir para a ampliação da competitividade e da sustentabilidade da indústria brasileira de celulose e papel nos mercados nacional e internacional.

4. TEMAS DE INTERESSE DO SETOR

A partir dos subsídios apresentados pelo conselho da ABTCP, por entidades congêneres e por representantes da indústria, a Rede de Inovação da ABTCP deverá prospectar oportunidades e iniciativas de caráter pré-competitivo, que serão apresentadas aos associados para que manifestem o interesse em participar das etapas subsequentes de detalhamento técnico, estruturação de arranjos, definição de modelos de financiamento, uso e eventual titularidade dos resultados.

Como referência para essa prospecção, são apresentados, de forma ilustrativa, não exaustiva e não priorizada, exemplos de subsídios relacionados às dores e desafios estruturais do setor, organizados em dois níveis: desafios voltados à sustentação da competitividade atual e desafios orientados à elevação do diferencial competitivo da indústria brasileira de celulose e papel conforme tabela abaixo.

A Rede de Inovação ABTCP estrutura e articula projetos colaborativos de caráter pré-competitivo, alinhados às demandas estratégicas da indústria brasileira de celulose e papel. Nesse contexto, os desafios e temas apresentados anteriormente constituem subsídios para a identificação e estruturação de oportunidades de atuação conjunta, traduzidas em projetos com potencial de geração de valor para o setor.

Como desdobramento prático dessa atuação, apresenta-se, a seguir, um portfólio inicial de projetos pré-competitivos, elabo-

Desafio	Exemplo de Frentes/Iniciativas/Projetos
Competitividade em Custo Caixa	Benchmarking Setorial (local e global) Modelos de IA focada para realidade BEKP local Indústria 4.0 – IoT, robotização, automação total Novos conceitos em modais logísticos
Continuidade Operacional	IMA – oferta de madeira Riscos e soluções na cadeia logística <i>inbound</i> Regime hidrológico: tecnologias para aumentar eficiência no consumo específico de água
Risco de Disrupção em Escala	Desenvolvimento de novas barreiras para expandir uso de embalagens de papel Novas <i>commodities</i> (mercados) dentro da cadeia de celulose e papel (transição energética, biocombustíveis <i>Building blocks</i> renováveis etc.)
Produtividade Florestal (Além de aspetos de melhoramento e manejo cobertos por cooperações existentes)	Tecnologias para processamento de madeira com (mais) casca Tecnologias e alternativas para uso de tocos/raízes



Projeto	Foco	Objetivo	Status	Parceiros
Benchmarking Setorial	Competitividade	Plataforma para coleta e comparação anônima de indicadores de desempenho (KPI) do setor.	Em desenvolvimento	ABTCP + Afry + Universidades
Resíduos Inorgânicos da Polpação Kraft	Economia Circular	Desenvolvimento de soluções para valorização de resíduos inorgânicos do processo Kraft.	Estruturação	ABTCP + SENAI CIMATEC
Biomateriais com Propriedades de Barreira	Embalagens Sustentáveis	Desenvolvimento de biomateriais para ampliar o desempenho e a sustentabilidade das embalagens de papel.	Prospecção	ABTCP + SENAI FIRJAN
Transformação Lean	Produtividade	Iniciativas para elevar a eficiência operacional e a competitividade da indústria.	Planejamento	ABTCP + SENAI CIMATEC

rado com base nos desafios e nas oportunidades identificados conforme tabela acima.

5. FOMENTO À INOVAÇÃO

A viabilização dos projetos dependerá da adesão de empresas associadas e da articulação com mecanismos públicos e privados de apoio à inovação de forma a ampliar a capacidade de investimento, reduzir o esforço individual das empresas participantes e favorecer a estruturação de iniciativas colaborativas de maior impacto.

Entre as principais oportunidades destacam-se:

- **FINEP** – apoio na captação financeira para projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação.
- **BNDES** – financiamento para inovação, transformação industrial e aumento da competitividade.
- **EMBRAPII** – apoio ao desenvolvimento tecnológico em parceria com unidades credenciadas, por meio de projetos cooperativos de PD&.
- **Editais cooperativos nacionais e internacionais** – Identificar editais cooperativos nacionais e internacionais.
- **Patrocínios e apoios institucionais** – mobilização de parceiros para iniciativas estratégicas da Rede de Inovação da ABTCP.

Nesse contexto, a ABTCP poderá atuar como articuladora dessas oportunidades, aproximando empresas e instituições financiadoras, unidades de pesquisa, fornecedores tecnológicos e demais atores capazes de contribuir para a viabilização dos projetos.

6. CONEXÕES COM O ECOSISTEMA DE INOVAÇÃO

Para apoiar o levantamento, a qualificação e a estruturação de projetos ou propostas, a Rede de Inovação da ABTCP deve interagir com diferentes atores do ecossistema ampliando sua capacidade de conexão, articulação e mobilização de competências externas.

Entre essas conexões, destacam-se:

- Aproximação com ICTs nacionais e internacionais.
- Conexão com *startups* aceleradoras e ambientes de inovação.
- Relacionamento com fornecedores de tecnologia, matérias-primas, equipamentos e soluções industriais.
- Intercâmbio com outros setores industriais (mineração, construção civil, têxtil, cimento, óleo e gás).
- Articulação com instituições de fomento, financiamento e apoio à inovação.
- Promoção de ambientes de diálogo entre empresas, especialistas, pesquisadores e parceiros tecnológicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Conselho de Inovação da ABTCP reconhece que o futuro do setor dependerá, em grande medida, da capacidade de transformar desafios genuínos em oportunidades de desenvolvimento conjunto, por meio da colaboração entre empresas, instituições científicas e tecnológicas, fornecedores, *startups*, entidades de apoio e demais atores do ecossistema de inovação.

A inovação, quando estruturada de forma colaborativa, torna-se uma ferramenta relevante para ampliar a competitividade, elevar a produtividade, acelerar a geração de valor para a indústria e para a sociedade e contribuir para o fortalecimento do Brasil como referência global em inovação aplicada ao setor de celulose e papel.

O posicionamento estratégico, apresentado neste documento, representa o compromisso do Conselho de Inovação da Rede da ABTCP para a construção de uma agenda setorial de longo prazo, capaz de conectar competências, mobilizar investimentos, orientar projetos colaborativos e impulsionar o desenvolvimento sustentável da indústria brasileira de celulose e papel. ■



Participe das próximas agendas da Rede de Inovação ABTCP e contribua para o avanço tecnológico e sustentável do setor de celulose e papel.

Para mais informações, envie e-mail para:

rayana@abtcp.org.br ou umberto.ext@abtcp.org.br



kemira

FENNOKRAFT™ · FENNOTECH™ · FENNODISPO™

Seu parceiro químico para uma linha de fibras estável

Quando extrativos, espuma ou incrustações se tornam um problema visível em uma fábrica de celulose, o custo já foi pago.

A Kemira combina química direcionada, expertise de aplicação e monitoramento em tempo real para antecipar a instabilidade, substituindo a solução reativa de problemas por um desempenho mensurável e estável.

O resultado: menos interrupções, qualidade consistente e melhor desempenho operacional.

WWW.KEMIRA.COM

POR JUAREZ PEREIRA

Técnico em Embalagem
E-mail: empapel@empapel.org.br

CMT(CONCORA MEDIUM TEST)

Falamos no artigo anterior sobre o método de ensaio Concora Crush Test (CCT). Este, o CCT, tem um relacionamento com a Resistência de Coluna (RC) do papelão ondulado. CMT, referido no título deste artigo, tem relacionamento com a Resistência ao Esmagamento do papelão ondulado. Esta é a diferença.

O CCT, do artigo anterior, por estar relacionado à RC, acaba tendo um relacionamento também com a Resistência à Compressão da Embalagem (RCE), ou seja, “forças verticais” atuando sobre a embalagem. Já a resistência CMT oferece uma “resistência” a forças que atuam sobre as laterais e proporcionando, também, uma proteção de acolchoamento, minimizando os impactos laterais que a embalagem pode sofrer durante o transporte ou mesmo durante o manuseio.

Ambos os ensaios são efetuados utilizando um corpo de prova ondulado em laboratório. Uma tira de papel miolo de dimensões 152 mm por 12,7 mm é ondulada em um equipamento de laboratório que “simula” o trabalho executado pelos rolos onduladores das onduladeiras, aqui ondulando toda a largura de uma bobina de papel e no laboratório é ondulada apenas uma tira de largura 12,7 mm, dimensão padronizada em norma.

Na prática, esses dois ensaios têm como pontos negativos o fato de exigir tempo para serem executados. A tira do papel miolo passa entre dois “cilindros” que têm, em toda a sua circunferência, um “perfil” de onda A. Esses dois cilindros se encaixam um no outro (como engrenagens) e pressionam a tira

de papel produzindo nela um certo número de ondas tipo A ao longo da dimensão 152 mm.

Essa tira ondulada, e com todas as ondas unidas por uma fita adesiva de dupla face, é posicionada na placa inferior de uma prensa de laboratório e submetida à compressão das ondas até ocorrer o colapso dessas ondas. O resultado é expresso em Newtons (N).

Esses ensaios não são rotineiros entre os fabricantes de chapas e embalagens de papelão ondulado; têm, entretanto, alta significação como pesquisa e trazem informações importantes para avaliar a qualidade da chapa de papelão ondulado.

Os valores CMT possibilitam uma previsão para a Resistência ao Esmagamento do papelão ondulado. Então, especificar a resistência CMT ao fabricante do papel miolo parece ser uma indicação válida. Mas, levando em conta a praticidade e as respostas positivas do método SCT para avaliar as propriedades do papelão ondulado, este critério, SCT, está ganhando a preferência dos fabricantes de papelão ondulado.

Como poucos fabricantes nacionais já tornaram o ensaio SCT como método de análise para especificação do papel miolo como uma rotina, vale ressaltar que aqueles que não adotam ou não dispõem dessa tecnologia passem a analisar suas vantagens e a conveniência em adotá-la, até mesmo economicamente, o que costuma ser um entrave à primeira vista.

O artigo visava a discutir o método de ensaio CMT e acaba enfatizando o SCT; entretanto, não há incoerência. O SCT costuma ser analisado principalmente com referência ao RCT, mas há, também, a indicação de utilizá-lo em lugar do CMT. ■



Associação Brasileira de Embalagens em Papel

A Empapel, Associação Brasileira de Embalagens em Papel, surge em 2020 no lugar da Associação Brasileira do Papelão Ondulado (ABPO), que desde 1974 representou aquele segmento. Com a ambição de ir além do papel ondulado, a entidade tem como missão ser reconhecida como uma associação que transforma o diferencial ambiental das embalagens de papel. A entidade visa promover uma ampliação de mercados e de oportunidades de negócios para seus associados, além de alcançar protagonismo em soluções para embalagens. A ideia é trabalhar todo o potencial do insumo em cenário no qual os consumidores estão cada vez comprometidos com a economia circular – conceito que promove e exige novos padrões de produção e de consumo. A Empapel acompanha o setor de perto, com boletins analíticos produzidos pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). Com este trabalho é possível identificar as necessidades do mercado, além de diferentes oportunidades de investimentos e negócios.

Conheça mais sobre a Empapel em www.empapel.org.br

CARACTERIZAÇÃO DOS EXTRATIVOS DA MADEIRA E SEUS IMPACTOS NA QUALIDADE DA POLPA KRAFT

Letícia Gabriele Crespilho Abel¹, Danyella Perissotto¹, Larisse Aparecida Ribas Batalha², Roberto Carlos Costa Lelis², Rosane Nora Castro², Douglas Chaves de Alcântara Pinto²

¹ Solenis Especialidades Químicas¹, Paulínia-SP, Brasil

² Universidade Federal Rural de Rio de Janeiro (UFRRJ), Rio de Janeiro, Brasil

RESUMO

A presença de extrativos da madeira no processo de produção de celulose kraft constitui um dos principais desafios operacionais da indústria de celulose devido à sua participação na formação de depósitos conhecidos como pitch. Esses depósitos podem provocar incrustações em equipamentos, perdas de eficiência operacional e defeitos na folha de celulose comercial. O presente estudo avaliou o comportamento dos extrativos ao longo do processo kraft de eucalipto e investigou sua relação com a formação de sujidades em duas fábricas brasileiras de celulose. Foram analisadas amostras de cavacos, polpa marrom, polpa branqueada, celulose final e depósitos coletados nas folhas produzidas. Os extrativos foram quantificados por extração em diclorometano e caracterizados por FTIR e Pi-CG/MS. As sujidades foram avaliadas por FTIR e EDS. Os resultados mostram redução dos extrativos durante o cozimento e branqueamento; porém, evidenciaram a persistência de compostos lipofílicos hidrofóbicos, principalmente hidrocarbonetos alifáticos de cadeia longa, ácidos graxos e derivados esteroidais. A caracterização dos depósitos revelou composição orgânica associada a extrativos da madeira e participação de componentes minerais, especialmente magnésio e cálcio na Fábrica A e silício na Fábrica B. Os resultados indicam que a formação de pitch está diretamente relacionada à interação entre extrativos residuais e espécies inorgânicas presentes no processo.

Palavras-chave: extrativos; pitch; celulose kraft; eucalipto.

INTRODUÇÃO

A madeira de eucalipto contém diferentes classes de extrativos, incluindo ácidos graxos, esteróis, hidrocarbonetos, ceras e compostos fenólicos, que podem ser parcialmente removidos durante as etapas de cozimento e branqueamento da polpa. No entanto, uma fração desses compostos pode permanecer no processo, sendo transportada ao longo da linha de produção e favorecendo a formação de depósitos orgânicos quando associada a partículas finas, fibras e espécies inorgânicas. Dessa forma, o entendimento do comportamento dos extrativos ao longo do processo kraft é fundamental para o desenvolvimento de estratégias de controle de depósitos e para a melhoria da eficiência operacional das fábricas de celulose (DEUS, 2022; VIEIRA *et al.*, 2021; GAO; CUI; MATSUMURA, 2024; SIAHA *et al.*, 2023).

A presença de extrativos da madeira no processo de produção de celulose kraft constitui um dos principais desafios operacionais da indústria de celulose devido à sua participação na formação de depósitos conhecidos como pitch. Esses depósitos podem provocar incrustações em equipamentos, perdas de eficiência operacional e defeitos na folha de celulose comercial (HUBBE; VENDITTI; HEITMANN, 2021; MANDA *et al.*, 2021; PINTO; LISBOA; COLODETTE, 2022).

O presente estudo avaliou o comportamento dos extrativos ao longo do processo kraft de eucalipto e investigou sua relação com a formação de sujidades em duas fábricas brasileiras de celulose. Foram analisadas amostras de cavacos, polpa marrom, polpa branqueada, celulose final e depósitos coletados nas folhas produzidas. Os extrativos foram quantificados por extração em diclorometano e caracterizados por FTIR e Pi-CG/MS. As sujidades foram avaliadas por FTIR e EDS.

Os resultados mostraram redução expressiva dos extrativos durante o cozimento e branqueamento; porém, evidenciaram a persistência de compostos lipofílicos hidrofóbicos, principalmente hidrocarbonetos alifáticos de cadeia longa, ácidos graxos e derivados esteroidais. A caracterização dos depósitos revelou composição orgânica associada a extrativos da madeira e participação de componentes minerais, especialmente magnésio e cálcio na Fábrica A e silício na Fábrica B. Os resultados indicam que a formação de pitch está diretamente relacionada à interação entre extrativos residuais e espécies inorgânicas presentes no processo.

METODOLOGIA

O estudo foi conduzido a partir da coleta de amostras em duas unidades industriais produtoras de celulose kraft de eucalipto. As unidades avaliadas estão localizadas nas regiões Sul e Centro-Oeste do Brasil, sendo denominadas, como Fábrica A e Fábrica B, respectivamente. A coleta das amostras na Fábrica A foi realizada em julho de 2025, enquanto na Fábrica B ocorreu em junho de 2025.

Foram coletadas amostras de cavacos de madeira, polpa marrom, polpa branqueada e celulose final, além de sujidades presentes na folha de celulose final. A **Tabela 1** apresenta os pontos de coleta das amostras ao longo do processo produtivo.

As amostras foram avaliadas quanto aos teores de extrativos em diclorometano, cinzas, número kappa, viscosidade, pentosanas e metais por ICP-OES. Para caracterização química dos

Tabela 1. Ponto de coleta das fábricas

Amostra	Ponto de coleta
Cavaco	Pátio de madeira e após classificação
Polpa marrom	Entrada da Deslignificação
Polpa branqueada	Saída EOP
Celulose final	Saída do enfardamento
Sujidade na celulose final	Saída do enfardamento

Fonte: elaborado pelos autores

extrativos foram empregadas espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) e pirólise acoplada à cromatografia gasosa e espectrometria de massas (Pi-CG/MS). As sujidades foram avaliadas por FTIR e por espectroscopia de energia dispersiva de raios X (EDS).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Resultado Fábrica A

A Fábrica A, localizada na região Sul do Brasil, possui capacidade produtiva de 1.000 adt/dia e utiliza um processo kraft baseado em digestor contínuo Kamyr de baixo teor de sólidos, seguido de depuração, deslignificação com oxigênio, lavagem, branqueamento DHot-EP-D₁ e secagem. O estudo avaliou a evolução dos componentes orgânicos e inorgânicos ao longo do processo produtivo, desde o cavaco até a celulose final, buscando identificar possíveis precursores da formação de depósitos de pitch. A **Tabela 2** mostra a caracterização físico-química das amostras.

Os resultados físico-químicos demonstraram redução significativa dos extrativos em diclorometano (DCM), passando de 0,335% no cavaco para 0,082% na polpa marrom, evidenciando a eficiência do cozimento kraft na remoção de compostos lipofílicos. Após o branqueamento, o teor foi reduzido para 0,056%, apresentando pequeno aumento na polpa final (0,067%), possivelmente relacionado às diferenças de amostragem e ao tempo de retenção da polpa no processo.

Tabela 2. Caracterização físico-química das amostras da Fábrica A

Parâmetro	Cavaco	Polpa Marrom	Polpa Branqueada	Celulose Final
Extrativos em DCM (%)	0,335	0,082	0,056	0,067
Cinzas 575 °C (%)	0,390	1,230	1,590	0,520
Cinzas 900 °C (%)	0,370	0,690	1,040	0,480
Número Kappa	—	11,95	1,01	0,62
Viscosidade(cm ³ /g)	—	1050	738	710
Pentosanas (%)	17,03	15,77	16,07	16,65

Fonte: elaborado pelos autores

O número kappa apresentou queda acentuada de 11,95 na polpa marrom para 1,01 na polpa branqueada e 0,62 na celulose final, demonstrando elevada eficiência na remoção da lignina residual ao longo das etapas de deslignificação e branqueamento. Da mesma forma, a viscosidade reduziu de 1050 cm³/g para 738 cm³/g após o branqueamento e 710 cm³/g na polpa final, comportamento esperado em decorrência da degradação parcial das cadeias celulósicas durante as etapas oxidativas. Apesar dessa redução, os valores permaneceram dentro da faixa normalmente observada para polpas kraft branqueadas de eucalipto.

O teor de pentosanas diminuiu do cavaco (17,03%) para a polpa marrom (15,77%), refletindo a dissolução parcial das hemiceluloses durante o cozimento alcalino. Posteriormente, observou-se leve aumento nas amostras branqueada (16,07%) e final (16,65%), indicando preservação relativa dessas estruturas após o branqueamento.

As análises de metais evidenciaram aumento da fração inorgânica da polpa após o cozimento kraft. Os maiores destaques foram os elevados teores de sódio, que aumentaram de 268,8 ppm no cavaco para 4.195,9 ppm na polpa marrom e 4.757,7 ppm na polpa branqueada. Paralelamente, observou-se aumento dos teores de cinzas, indicando incorporação de sais inorgânicos provenientes dos reagentes do cozimento e do branqueamento. Na polpa final ocorreu redução significativa desses elementos, evidenciando a eficiência das etapas de lavagem. A **Tabela 3** mostra esses dados.

Tabela 3 – Caracterização físico-química das amostras da Fábrica A

Componente (ppm)	Cavaco	Polpa Marrom	Polpa Branqueada	Celulose Final
Alumínio	23,3	18,0	20,2	19,4
Cálcio	467,0	524,8	119,1	57,6
Ferro	14,6	13,2	9,5	10,1
Fosfato	1389,0	1187,6	1190,4	1324,7
Fósforo	449,5	384,4	377,2	428,7
Magnésio	138,9	62,3	124,3	85,3
Manganês	23,6	37,7	10,5	1,5
Potássio	408,8	85,7	44,8	12,1
Sílica	49,5	146,7	140,3	137,4
Sódio	268,8	4195,9	4757,7	854,7

Fonte: elaborado pelos autores

As análises por FTIR mostraram que o cavaco apresentou elevada concentração de hidrocarbonetos alifáticos, ácidos graxos, compostos fenólicos, ésteres e esteróis. Após o cozimento kraft houve redução significativa de ácidos graxos, fenólicos e ésteres devido à saponificação e solubilização no licor negro. Entretanto, bandas associadas a hidrocarbonetos alifáticos de cadeia longa permaneceram evidentes em todas as etapas, in-

dicando maior resistência desses compostos às condições do processo, comportamento já descrito para frações lipofílicas hidrofóbicas remanescentes em sistemas kraft (SIXTA *et al.*, 2017; HUBBE; VENDITTI; HEITMANN, 2021). Os espectros de FTIR dos extratos da Fábrica A são apresentados na **Figura 1**, e a interpretação dos principais grupos funcionais identificados em cada etapa está sumarizada na **Tabela 4**.

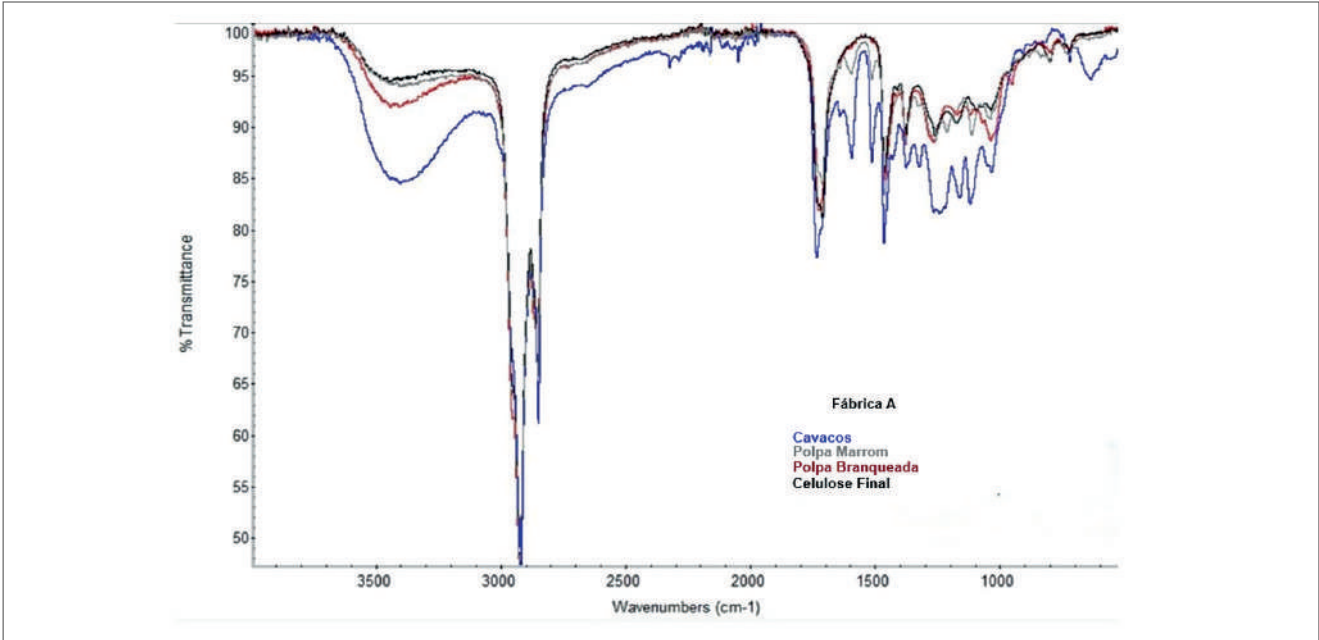


Figura 1. Espectros de FTIR dos extratos das amostras da Fábrica. Fonte: elaborado pelos autores

Tabela 4. Caracterização físico-química das amostras da Fábrica A

Amostra	Componente	Banda (cm ⁻¹)	Atribuição	Concentração
Cavaco	Hidrocarbonetos Alifáticos	~2923, 2850, 1465, 1377, 723	C-H alifático (CH ₂ , CH ₃)	Maior
	Ácidos Graxos	~1712	C=O	Maior
	Extrativos fenólicos/Taninos	~1595, 1514	C=C aromático, C-O fenólico	Média
	Ésteres Orgânicos	~1735, 1118, 1058	C=O (éster), C-O, C-O-C	Maior
	Esteróis	~1268, 830	C-O	Média
Polpa Marrom	Hidrocarbonetos Alifáticos	~2923, 2850, 1464, 1378, 723	C-H alifático (CH ₂ , CH ₃)	Maior
	Ácidos Graxos	~1715	C=O	Menor
	Extrativos fenólicos/Taninos	~1595, 1514	C=C aromático, C-O fenólico	Média
	Ésteres Orgânicos	~1732, 1120, 1055	C=O (éster), C-O, C-O-C	Menor
	Esteróis	~1264, 792	C-O	Menor
Polpa Branqueada	Hidrocarbonetos Alifáticos	~2923, 2850, 1464, 1378, 731	C-H alifático (CH ₂ , CH ₃)	Média
	Ácidos Graxos	~1711	C=O	Média
	Extrativos fenólicos/Taninos	~1595, 1514	C=C aromático, C-O fenólico	Menor
	Ésteres Orgânicos	~1731, 1100, 1020	C=O (éster), C-O, C-O-C	Média
	Esteróis	~1262, 800	C-O	Menor
Celulose Final	Hidrocarbonetos Alifáticos	~2923, 2850, 1464, 1378, 730	C-H alifático (CH ₂ , CH ₃)	Média
	Ácidos Graxos	~1712	C=O	Média
	Ésteres Orgânicos	~1732, 1100, 1023	C=O (éster), C-O, C-O-C	Média
	Esteróis	~1261, 803	C-O	Menor

Fonte: elaborado pelos autores

DOI <https://doi.org/10.67117/at1026-01-opapel>

Os resultados de GC-MS corroboraram as observações obtidas por FTIR. O cavaco apresentou elevada diversidade de compostos lipofílicos, principalmente ácidos graxos, hidrocarbonetos esteroi-
dais e esteróis. Após o cozimento, observou-se redução dos ácidos graxos livres e aumento relativo de cetonas esteroi-
dais e hidrocar-
bonetos derivados de esteróis. Durante o branqueamento ocorreu incremento desses derivados oxidativos, sugerindo que parte dos esteróis foi convertida em compostos mais estáveis. Apesar de re-
duzidos na celulose final, esses compostos permaneceram detec-
táveis, evidenciando potencial contribuição para a formação de pitch. Esse comportamento é consistente com a literatura, que des-
creve a remoção preferencial dos extrativos mais reativos durante o cozimento kraft e a persistência de hidrocarbonetos, esteróis e derivados esteroi-
dais mais resistentes ao longo das etapas de bran-
queamento e acabamento da celulose (SIXTA *et al.*, 2017; GAO;

CUI; MATSUMURA, 2024; HUBBE; VENDITTI; HEITMANN, 2021). A **Figura 2** apresenta os cromatogramas obtidos por Pi-CG/MS para as quatro etapas do processo da Fábrica.

A caracterização das sujidades da folha de celulose revelou composição mista. As análises por FTIR identificaram hidro-
carbonetos alifáticos, compostos fenólicos, derivados esteroi-
dais, fibras celulósicas e possíveis materiais minerais. Os resultados de EDS mostraram predominância de magnésio e silício na Sujidade 1 e predominância de cálcio na Sujidade 2, indican-
do participação importante dos componentes inorgânicos. As **Tabelas 5 e 6** mostram os resultados das principais atribuições dos dois defeitos da Fábrica A analisados por FTIR e por EDS.

De maneira geral, os resultados da Fábrica A demonstram que o processo kraft remove grande parte dos extrativos da madeira; porém, compostos hidrofóbicos mais resistentes, es-

Tabela 5. FTIR dos defeitos da Fábrica A

Amostra	Componente	Banda (cm ⁻¹)	Atribuição	Concentração
Sujidade 1	Hidroxilas estruturais	~3640	O–H estrutural (Mg–OH)	Média
	Hidrocarbonetos alifáticos	~2896, 1422, 1354	C–H alifático (CH ₂ , CH ₃)	Maior
	Compostos aromáticos / fenólicos	~1618	C=C aromático	Média
	Estruturas aromáticas / minerais	~598	vibração fora do plano ou Si–O	Menor
Sujidade 2	Hidrocarbonetos alifáticos	~1452, 1353	deformação C–H (CH ₂ , CH ₃)	Média
	Compostos esteroi- dais	~1298	C–O, C–H	Média
	Éteres e álcoois	~1204, 1181	C–O–C / C–O	Média
	Polissacarídeos (celulose)	~1006	estiramento C–O / C–O–C	Maior

Fonte: elaborado pelos autores

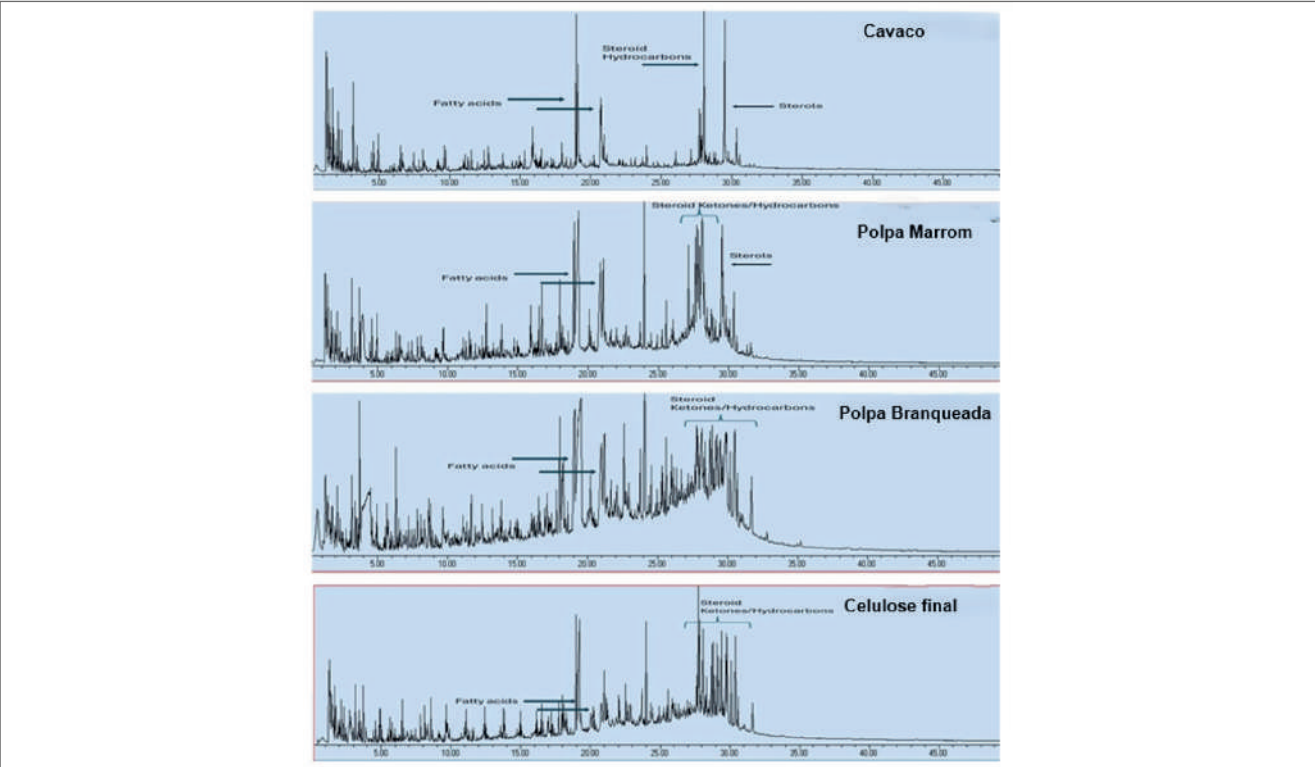


Figura 2. Cromatogramas de Pi-CG/MS das amostras da Fábrica A

Fonte: elaborado pelos autores

Tabela 6. EDS dos defeitos da Fábrica A

Amostra	Elemento	Composição
Sujidade 1	Magnésio	Majoritário
	Silício	Minoritário
	Alumínio	Traço
	Cálcio	Traço
	Ferro	Traço
	Fósforo	Traço
Sujidade 2	Enxofre	Traço
	Cálcio	Predominante
	Fósforo	Minoritário
	Magnésio	Traço
	Sódio	Traço

Fonte: elaborado pelos autores

pecialmente hidrocarbonetos alifáticos e derivados esteroidais, permanecem associados às fibras até as etapas finais do processo. A interação desses compostos com metais presentes no sistema favorece a formação de agregados e depósitos de pitch, manifestados como sujidades na folha de celulose.

2. Resultados da Fábrica B

A Fábrica B, localizada na região Centro-Oeste Sul do Brasil, apresenta capacidade produtiva de 6.200 adt/dia. O processo utiliza vaporização contínua Diamondback, digestor Lo-Solids, deslignificação com oxigênio em dois reatores, múltiplos estágios de lavagem e branqueamento D₀-EOP-D₁-P, seguido de secagem. A **Tabela 7** mostra a caracterização físico-química das amostras.

Tabela 7. Caracterização físico-química das amostras da Fábrica B

Parâmetro	Cavaco	Polpa Marrom	Polpa Branqueada	Celulose Final
Extrativos em DCM (%)	0,473	0,230	0,050	0,055
Cinzas 575 °C (%)	0,320	6,766	0,763	0,357
Cinzas 900 °C (%)	0,284	5,080	0,530	0,291
Número Kappa	—	13,65	1,90	0,60
Viscosidade (cm ³ /g)	—	1261	717	740
Pentosanas (%)	16,34	16,93	17,04	16,75

Fonte: elaborado pelos autores

Tabela 8. Caracterização físico-química das amostras da Fábrica B

Componente (ppm)	Cavaco	Polpa Marrom	Polpa Branqueada	Celulose Final
Alumínio	23,6	30	11,8	11,9
Cálcio	372,1	616,2	87,8	88,7
Ferro	21,1	16	9,9	10,3
Fosfato	1507,3	1623,8	1273,4	1630
Fósforo	487,8	525,5	412,1	527,5
Magnésio	129,2	100,5	95,6	48
Manganês	28,3	20,9	1,7	1,0
Potássio	667,8	1554,9	33,5	16,6
Silica	214,5	251,5	171,2	180,8
Sódio	232,2	25095,3	2912,1	1408,7

Fonte: elaborado pelos autores

Os resultados físico-químicos indicaram redução progressiva dos extrativos em DCM, passando de 0,473% no cavaco para 0,230% na polpa marrom, 0,050% após o branqueamento e 0,055% na polpa final. Esse comportamento confirma a elevada eficiência das etapas de cozimento, lavagem e branqueamento na remoção de compostos lipofílicos.

Os teores de cinzas apresentaram comportamento distinto. Enquanto cavaco, polpa branqueada e polpa final mostraram valores típicos para celulose kraft, a polpa marrom apresentou teores extremamente elevados (6,766% a 575 °C e 5,080% a 900 °C), indicando forte retenção de licor negro e sais inorgânicos oriundos do cozimento. Esse resultado foi reforçado pela elevada quantidade de resíduos observada após a análise de cinzas.

O número kappa reduziu de 13,65 na polpa marrom para 1,90 após o branqueamento e 0,60 na polpa final, evidenciando elevada eficiência da sequência de branqueamento. A viscosidade apresentou redução de 1261 cm³/g para 717 cm³/g após o branqueamento, permanecendo em níveis adequados para polpas branqueadas de eucalipto. Em relação às pentosanas, os valores permaneceram estáveis durante todo o processo, indicando boa preservação das hemiceluloses.

As análises de metais mostraram comportamento semelhante ao observado para as cinzas. O sódio alcançou valores extremamente elevados na polpa marrom (25.095,3 ppm), reduzindo posteriormente para 2.912,1 ppm na polpa branqueada e 1.408,7 ppm na polpa final. Também foram observadas concentrações significativas de potássio, cálcio e sílica, principalmente na polpa marrom, refletindo a influência dos reagentes químicos do processo kraft. A **Tabela 8** apresenta esses dados.

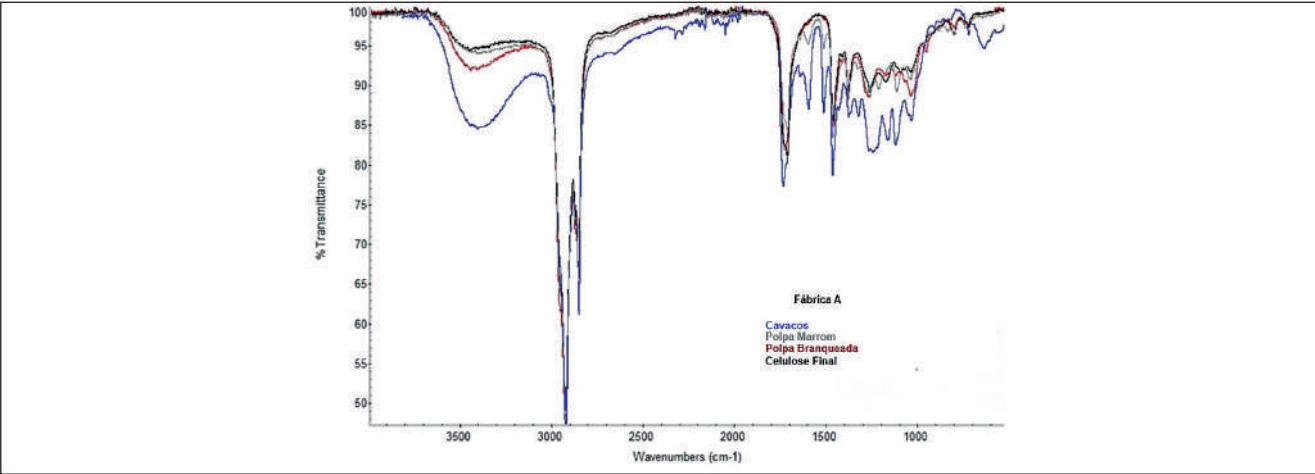


Figura 3. Espectros de FTIR dos extratos das amostras da Fábrica B.
Fonte: elaborado pelos autores

As análises por FTIR indicaram intensa presença de hidrocarbonetos alifáticos, ácidos graxos, compostos fenólicos, ésteres e esteróis no cavaco. Após o cozimento ocorreu redução significativa dos compostos mais reativos, enquanto os hidrocarbonetos alifáticos permaneceram em elevada intensidade. Durante o branqueamento observou-se aumento relativo dos sinais associados aos ácidos graxos, ésteres e derivados esteroidais, sugerindo transformações oxidativas que geram compostos mais estáveis. As análises por FTIR indicaram intensa presença de hidrocarbonetos alifáticos, ácidos graxos, compostos fenólicos, ésteres e esteróis no cavaco. Após o cozimento ocorreu redução significativa dos compostos mais reativos, enquanto os hidrocarbonetos alifáticos permaneceram em elevada intensi-

dade. Durante o branqueamento observou-se aumento relativo dos sinais associados aos ácidos graxos, ésteres e derivados esteroidais, sugerindo transformações oxidativas que geram compostos mais estáveis. Esse comportamento está de acordo com estudos que descrevem a remoção preferencial dos extrativos mais reativos durante o cozimento kraft e a persistência de frações lipofílicas hidrofóbicas, especialmente hidrocarbonetos e derivados esteroidais, ao longo das etapas subsequentes do processo (SIXTA *et al.*, 2017; GAO; CUI; MATSUMURA, 2024; HUBBE; VENDITTI; HEITMANN, 2021).

Os espectros de FTIR dos extratos da Fábrica B são apresentados na **Figura 3**, e a interpretação dos principais grupos funcionais identificados em cada etapa está sumarizada na **Tabela 9**.

Tabela 9. Caracterização físico-química das amostras da Fábrica B

Amostra	Componente	Banda (cm ⁻¹)	Atribuição	Concentração
Cavaco	Hidrocarbonetos Alifáticos	~2920, 2849, 1465, 1377, 725	C-H alifático (CH ₂ , CH ₃)	Maior
	Ácidos Graxos	~1707	C=O	Maior
	Compostos aromáticos fenólicos	~1595, 1514	C=C aromático, C-O fenólico	Maior
	Ésteres Orgânicos	~1736, 1115	C=O (éster), C-O, C-O-C	Maior
	Esteróis	~1273, 800	C-O	Média
Polpa Marrom	Hidrocarbonetos Alifáticos	~2920, 2849, 1464, 1378, 723	C-H alifático (CH ₂ , CH ₃)	Maior
	Ácidos Graxos	~1713	C=O	Menor
	Compostos aromáticos fenólicos	~1596, 1514	C=C aromático, C-O fenólico	Média
	Ésteres Orgânicos	~1733, 1115	C=O (éster), C-O, C-O-C	Menor
	Esteróis	~1264, 794	C-O	Menor
Polpa Branqueada	Hidrocarbonetos Alifáticos	~2920, 2849, 1464, 1379, 722	C-H alifático (CH ₂ , CH ₃)	Maior
	Ácidos graxos	~1707	C=O	Média
	Ésteres Orgânicos	~1727, 1100, 1042	C=O (éster), C-O, C-O-C	Média
	Esteróis	~1261, 802	C-O	Menor
Celulose Final	Hidrocarbonetos Alifáticos	~2920, 2849, 1464, 1379, 724	C-H alifático (CH ₂ , CH ₃)	Média
	Ácidos graxos	~1713	C=O	Média
	Ésteres Orgânicos	~1732, 1100, 1022	C=O (éster), C-O, C-O-C	Média
	Esteróis	~1261, 801	C-O	Média
	Hidrocarbonetos Alifáticos	~2920, 2849, 1465, 1377, 725	C-H alifático (CH ₂ , CH ₃)	Maior

Fonte: elaborado pelos autores

Os resultados de GC-MS confirmaram essas observações. O cavaco apresentou grande diversidade de extrativos lipofílicos, incluindo ácidos graxos, esteróis e hidrocarbonetos esteroideais. Após o cozimento houve redução dos compostos mais suscetíveis à solubilização alcalina, enquanto os derivados esteroideais permaneceram predominantes. No branqueamento, observou-se aumento relativo de cetonas esteroideais e outros compostos oxidativos mais estáveis. Mesmo na celulose final esses compostos continuaram detectáveis, indicando elevada resistência às condições químicas do processo. Esse comportamento é consistente com a literatura, que relata a transformação parcial dos esteróis em derivados oxidados mais estáveis durante as etapas de processamento e a permanência de compostos lipofílicos associados ao potencial de formação de pitch em sistemas kraft (VEK *et al.*, 2024; GAO; CUI; MATSUMURA, 2024; PINTO; LISBOA; COLODETTE, 2022). A Figura 2 apresenta os cromatogramas obtidos por Pi-CG/MS para as quatro etapas do processo da Fábrica.

A caracterização das sujidades também indicou importante participação de extrativos lipofílicos. A Sujidade 1 apresentou

bandas associadas à celulose e a hidrocarbonetos alifáticos, além de predominância de silício detectada por EDS. Já a Sujidade 2 mostrou forte presença de hidrocarbonetos alifáticos, grupos carbonila de ácidos graxos e compostos fenólicos, com baixa contribuição de elementos inorgânicos. As Tabelas 10 e 11 mostram os resultados das principais atribuições dos dois defeitos da Fábrica A analisados por FTIR e por EDS.

De modo geral, a Fábrica B apresentou comportamento semelhante ao observado na Fábrica A. Embora o cozimento kraft e o branqueamento promovam remoção significativa dos extrativos da madeira, compostos hidrofóbicos mais estáveis, especialmente hidrocarbonetos alifáticos e derivados esteroideais, persistem até a celulose final. A combinação desses compostos com íons metálicos e partículas minerais favorece processos de agregação e formação de depósitos de pitch, que posteriormente se manifestam como sujidades na folha de celulose.

CONCLUSÃO

O processo kraft promoveu redução significativa dos extrativos presentes na madeira, especialmente nas etapas de cozimento alcalino e branqueamento. Entretanto, compostos

Tabela 10. FTIR dos defeitos da Fábrica B

Amostra	Componente	Banda (cm ⁻¹)	Atribuição	Concentração
Sujidade 1	Hidrocarbonetos alifáticos	~1482	deformação C-H (CH ₂)	Menor
	Polissacarídeos (celulose)	~1104, 1080	estiramento C-O / C-O-C	Média
	Estrutura da celulose	~801	deformação β-glicosídica	Menor
Sujidade 2	Hidrocarbonetos alifáticos	~2896, 2852, 1452, 1353	C-H alifático (CH ₂ , CH ₃)	Maior
	Ácidos graxos / ésteres	~1708	C=O (carbonila)	Média
	Compostos aromáticos / fenólicos	~1618	C=C aromático (lignina / fenólicos)	Menor

Fonte: elaborado pelos autores

Tabela 11. EDS dos defeitos da Fábrica B

Amostra	Elemento	Composição
Sujidade 1	Silício	Predominante
	Alumínio	Traço
	Cromo	Traço
	Ferro	Traço
	Magnésio	Traço
	Titânio	Traço
Sujidade 2	Alumínio	Traço
	Ferro	Traço
	Silício	Traço
	Sódio	Traço
	Titânio	Traço

Fonte: elaborado pelos autores.

lipofílicos hidrofóbicos e estruturalmente resistentes permaneceram presentes até a celulose final.

As análises químicas indicaram que hidrocarbonetos alifáticos de cadeia longa, ácidos graxos e derivados esteroidais representam as principais frações persistentes dos extrativos. Tais compostos demonstraram forte associação com a formação de depósitos observados nas folhas de celulose.

A caracterização das sujidades confirmou a presença de pitch em ambas as fábricas estudadas. A Fábrica

A apresentou maior contribuição de magnésio e cálcio, sugerindo participação mais intensa de constituintes minerais, enquanto a Fábrica B apresentou depósitos predominantemente orgânicos com menor contribuição inorgânica.

Os resultados demonstram que a interação entre extrativos residuais e espécies minerais presentes no processo constitui um fator determinante para a formação de depósitos e defeitos em celulose kraft de mercado. ■

REFERÊNCIAS

- DEUS, D. A. *et al.* Lignina: uma importante tecnologia química da madeira. *E-Acadêmica, e-Acadêmica*, v. 3, n. 3, e7233391, 2022.
- GAO, C.; CUI, X.; MATSUMURA, J. *Multidimensional Exploration of Wood Extractives*. *Forests*, 15(10), 1782, 2024.
- HUBBE, M. A.; VENDITTI, R. A.; HEITMANN, J. A. *Deposit problems in papermaking: A critical review*. *BioResources*, 2021.
- MANDA, B. M. K. *et al.* *Recent advances in pitch control strategies in pulping and papermaking*. *BioResources*, 2021.
- PINTO, F.; LISBOA, M. H.; COLODETTE, J. L. Organic and inorganic deposit formation in kraft pulping and bleaching systems. *Journal of Wood Chemistry and Technology*, 2022.
- SIAHA, W. *et al.* Influence of Sapwood/Heartwood and Drying Temperature on the Extractive Content and Chemical Composition of Pine Wood. *Journal of Wood Science*, 2023.
- SIXTA, R. *et al.* Detailed modeling of the kraft pulping chemistry: carbohydrate degradation. *AIChE Journal*, v. 63, n. 5, p. 1464-1477, 2017.
- VEK, V. *et al.* Analysis of extractives in wood samples using GC-MS techniques. *Drvna Industrija*, 75(4), p. 457-468, 2024.
- VIEIRA, T. A. S. *et al.* Determination of the Chemical Composition of Eucalyptus Wood Extractives. *Forests*, 12(12), 1649, 2021.

revista
Opapel[®]

Indispensável para sua empresa
alavancar resultados e fortalecer
sua imagem no mercado.

Para assinar ou anunciar:
relacionamento@abtcp.org.br

Siga-nos



ENGINEERING MULTILAYER BIO-BASED COATINGS FOR PAPER PACKAGING: FROM FUNCTIONAL LAYER DESIGN TO INDUSTRIAL APPLICATION

Tao Huang¹, Mayara Felix Santana¹, Ericka Figueiredo Alves Redmond¹

¹*Department of Chemical Engineering, SUNY College of Environmental Science and Forestry, Syracuse, NY, USA*

ABSTRACT

Multifunctional paper packaging requires coating systems that can simultaneously provide passive barrier performance and active functionality, although these functions may impose different requirements on coating composition and structure. This study investigated multilayer bio-based coatings based on starch, beeswax, and condensed quebracho tannin, with an emphasis on how coating architecture influences barrier performance and antioxidant accessibility. In the barrier-first architecture, application of a starch-beeswax layer reduced air permeance from 6.297 to 0.549 $\mu\text{m}/(\text{Pa}\cdot\text{s})$ and increased grease resistance from Kit 0 to Kit 10. Addition of an outward-facing starch-beeswax-tannin active topcoat maintained these barrier properties, with a final air permeance of 0.514 $\mu\text{m}/(\text{Pa}\cdot\text{s})$ and Kit 10. Antioxidant performance was strongly dependent on the organization of the tannin-containing coating. In the active-first architecture, covering starch-tannin layers with the barrier coating consistently reduced 24-h radical scavenging activity by approximately 15 percentage points across tannin concentrations of 10–70 wt%. At 50 wt% tannin, radical scavenging activity decreased from 91.48% for the exposed active layer to 76.72% after barrier coating, whereas the barrier-first architecture with an outward-facing starch-beeswax-tannin topcoat reached 95.26%. Because the architectures differed in both layer organization and active-topcoat composition, the comparison is interpreted at the architecture level rather than as an isolated layer-sequence effect. Overall, the results demonstrate that composition, layer position, and layer sequence should be considered together as engineering design variables when developing multifunctional paper coatings. This architecture-based approach provides a framework for integrating renewable barrier and active materials into fiber-based packaging while preserving the distinct functions required from each region of the coated structure.

Keywords: active paper packaging; bio-based coatings; multilayer coatings; tannins; barrier properties

1. INTRODUCTION

Fiber-based packaging is an attractive renewable structural platform because it combines low mass, stiffness, printability,

convertibility, and an established recovery infrastructure. Its fibrous construction, however, is also the source of a central engineering limitation. Interfiber voids provide pathways for air and other transported species, while cellulose-rich surfaces readily interact with water and many liquids. Consequently, paper used for demanding packaging applications commonly requires a coating that closes surface pores, limits transport through the sheet, and improves resistance to water and grease (Rastogi and Samyn, 2015; Versino et al., 2023).

These passive functions place different demands on a coating. A continuous film-forming phase is needed to bridge fiber irregularities and reduce connected porosity, whereas resistance to liquid water often requires a hydrophobic component. Starch is attractive as a renewable, paper-compatible film former, but its hydrophilicity can limit moisture resistance. Incorporating a lipid such as beeswax can add hydrophobic character, yet the resulting formulation must still wet the substrate, form a coherent layer, and remain processable during coating and drying. The engineering problem is therefore not simply to add barrier ingredients, but to organize them so that the porous sheet is sealed efficiently with a practical coating mass.

Active packaging introduces an additional requirement. Rather than acting only as an inert boundary, an active package is designed to interact with the packaged product or its surrounding environment, for example by scavenging reactive species or providing antioxidant activity (Yildirim et al., 2018). Condensed tannins are renewable polyphenolic materials with radical-scavenging capacity, and a starch matrix provides a convenient route for applying them to paper. Their presence in a coating, however, is not sufficient by itself: the active component must remain accessible to the phase in which its function is required.

This creates a potential conflict within a multifunctional coating. A passive barrier is intentionally designed to restrict transport, whereas an antioxidant layer must permit sufficient contact or diffusion for the active component to respond. If the active layer is buried beneath a hydrophobic barrier, the same structure that improves resistance to penetration may also reduce measurable antioxidant accessibility. Multilayer construction offers a way to separate these competing requirements spatially. By assigning barrier and active functions to different layers, and by treating layer

position and sequence as design variables, the coating architecture can be adjusted without requiring one formulation to perform every function simultaneously (Wang et al., 2022).

The objective of this study was to evaluate multilayer coating architecture as an engineering strategy for integrating passive barrier and active antioxidant functions into paper packaging. Two structures containing starch, beeswax, and condensed quebracho tannin were compared: an active-first architecture in which the tannin-containing layer was covered by a starch-beeswax barrier layer, and a barrier-first architecture in which the tannin-containing layer remained outward-facing. Sequential air-permeance and grease-resistance measurements were used to identify when the passive barrier was established, while paired 24-h radical-scavenging measurements were used to determine how covering or exposing the active layer changed antioxidant accessibility. The resulting structure-performance relationships were then translated into design rules for multifunctional paper coatings.

2. FUNCTIONAL LAYER DESIGN STRATEGY

The development of multifunctional paper packaging requires consideration not only of the materials incorporated into a coating formulation, but also of how the functions provided by those materials are spatially organized within the coated structure. Barrier and active functions may impose different, and potentially competing, requirements on a coating system. A barrier layer is intended to restrict the transport of substances through the paper structure, whereas an active layer must remain sufficiently accessible to interact with its surrounding environment. Combining these functions within a single formulation may therefore limit the ability to independently optimize each function.

In the present study, a multilayer approach was used to organize barrier and active functions across two coating layers. A starch-beeswax layer was used to establish passive barrier performance, with starch serving as the film-forming matrix and beeswax providing the hydrophobic component. Tannin was incorporated into the active coating to provide antioxidant functionality. In Design I, the tannin-containing active layer was a starch-tannin formulation, whereas in Design II the outward-facing active topcoat was a starch-beeswax-tannin formulation. This architecture allowed the position of the tannin-containing active region relative to the underlying barrier layer to be evaluated.

Two multilayer architectures were evaluated by changing the order of coating application and, in Design II, the composition of the outward-facing active topcoat (Figure 1). The comparison was designed to determine how coating architecture could influence the balance between passive barrier performance and active functionality. Accordingly, the results are interpreted at the architecture level rather than as an isolated test of layer sequence.

2.1 Active-First Architecture

In the first configuration (Design I), the starch-tannin active layer was applied directly to the paper substrate, followed by the starch-beeswax barrier layer as the outward-facing coating. Four tannin concentrations were initially evaluated in the active layer to investigate the effect of tannin loading within this architecture.

The active-first configuration provides a logical approach for anchoring the tannin-containing layer to the fibrous substrate while placing the hydrophobic coating at the external surface, where it can serve as the primary resistance to penetration by water, grease, and other substances. From a conventional barrier-coating perspective, positioning the starch-beeswax layer externally is therefore attractive because the hydrophobic component is located directly at the interface between the paper package and its surrounding environment.

However, the requirements of an active packaging system introduce an additional consideration. Unlike a passive barrier component, an antioxidant must remain accessible to the environment in which its activity is required. Positioning the tannin-containing layer beneath the barrier layer creates an additional transport pathway between the active compound and the external environment. Consequently, this architecture provided an opportunity to examine whether a coating arrangement optimized primarily around external barrier protection could simultaneously maintain effective active functionality.

2.2 Barrier-First Architecture

The second configuration (Design II) placed the passive barrier layer first. A starch-beeswax coating was applied directly to the paper substrate, followed by an outward-facing starch-beeswax-tannin active topcoat. Based on the evaluation of tannin loading in Design I, the active topcoat contained 50 wt% tannin relative to dry starch.

The engineering rationale for this configuration was to separate the direction and location of the two intended functions. The starch-beeswax layer remained positioned between the fibrous substrate and the external environment, where it could restrict transport through the porous paper structure. At the same time, positioning the tannin-containing layer at the outer surface reduced the physical separation between the antioxidant component and the environment with which it was intended to interact.

The comparison between the two architectures therefore addresses a broader design consideration for multifunctional paper coatings: the optimal position of a functional material depends on where its function must occur. Components intended primarily to restrict transport may be positioned to protect or seal the fibrous substrate, whereas components intended to interact with the package environment may benefit from greater surface accessibility. In the present study, Design II combined a barrier-first arrangement with a starch-beeswax-tannin active topcoat, so the architecture comparison reflects both layer placement and active-topcoat formulation.

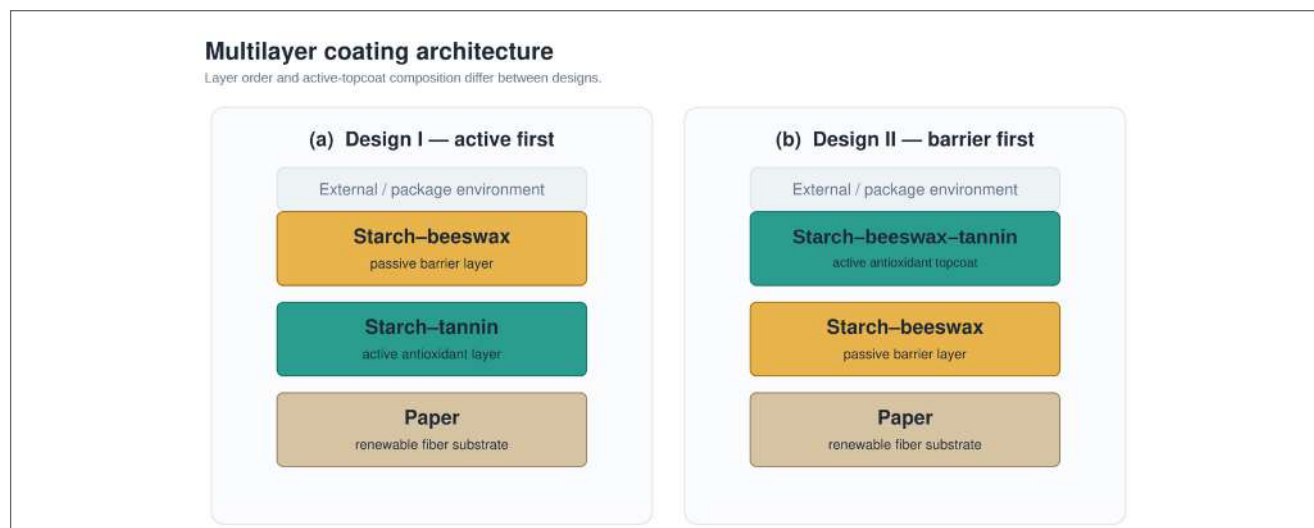


Figure 1. Multilayer coating architectures evaluated in this study: (a) Design I, paper → starch-tannin active layer → starch-beeswax barrier layer → external/package environment; and (b) Design II, paper → starch-beeswax barrier layer → starch-beeswax-tannin active topcoat → external/package environment. The Design II active topcoat retained beeswax and therefore differed compositionally from the Design I active layer

This approach provides a framework for evaluating multilayer coatings beyond the specific starch-beeswax-tannin system investigated here. By assigning individual functions to separate layers and considering their spatial position relative to the paper substrate and the intended package environment, coating architecture can be incorporated explicitly into the design of multifunctional fiber-based packaging.

3. MATERIALS AND METHODS

3.1 Materials

Unbleached kraftliner paper with a nominal grammage of 120 g/m², supplied by International Paper (USA) was used as the substrate. Modified corn starch (CATO-SIZE®

270A, Ingredion Inc. (USA) was used as the film-forming biopolymer. Condensed quebracho tannin was supplied by TANAC S.A. (Brazil). Beeswax (CAS 8012-89-3), Tween® 80 (CAS 9005-65-6), and Span® 20 (CAS 1338-39-2) were obtained from Sigma-Aldrich (USA). Deionized water was used to prepare all aqueous formulations, and methanol was used for the DPPH assay.

Two functional formulations were used: a tannin-containing starch coating intended to provide antioxidant activity and a starch-beeswax emulsion intended to provide passive resistance to transport and liquid penetration. Tannin loadings are reported relative to dry starch mass; beeswax loadings are likewise reported relative to starch unless otherwise noted.

Table 1. Composition, function, and verified dry coating additions for the two multilayer architectures.

Architecture	Layer	Functional coating	Main components	Tannin loading*	Verified dry coating addition	Primary function
Design I – Active-first	1	Active	Starch + quebracho tannin	10%	9.59 ± 0.83 g/m ² (n=20)	Antioxidant
	1	Active	Starch + quebracho tannin	30%	7.64 ± 0.55 g/m ² (n=20)	Antioxidant
	1	Active	Starch + quebracho tannin	50%	6.35 ± 0.43 g/m ² (n=20)	Antioxidant
	1	Active	Starch + quebracho tannin	70%	6.43 ± 0.57 g/m ² (n=20)	Antioxidant
	2	Barrier	Starch + beeswax + surfactants	—	3.09–3.39 g/m ² (n=12–15)	Water/grease/air barrier
Design II – Barrier-first	1	Barrier	Starch + beeswax + surfactants	—	5.42 ± 0.28 g/m ² (n=20)	Water/grease/air barrier
	2	Active topcoat	Starch + beeswax + quebracho tannin + surfactants	50%	3.56 ± 0.32 g/m ² (n=10)	Antioxidant

*Tannin loading is relative to dry starch mass. Values are means ± workbook-recorded dispersion. Design I active-layer n = 20; Design I barrier-layer n = 12–15 depending on formulation; Design II barrier-layer n = 20 and active-topcoat addition n = 10.

3.2 Preparation of Coating Formulations

For Design I active coatings, a 20 wt% aqueous starch dispersion was heated to 80 °C under mechanical stirring and held for 20 min. The gelatinized starch was cooled to 25 °C, after which condensed tannin was added at 10, 30, 50, or 70 wt% relative to dry starch and mixed mechanically for 5 min. The recorded laboratory batch contained 84 mL deionized water and 21 g starch, with 2.1, 6.3, 10.5, or 14.7 g tannin, respectively.

For the Design I barrier coating, a 20 wt% starch dispersion was gelatinized at 80 °C for 20 min. Beeswax (at 10 wt% relative to dry starch) was melted separately at 100 °C. Tween 80 and Span 20 were added at a combined concentration of 1 wt% relative to the final starch-beeswax formulation. The molten wax/surfactant phase was combined with the hot starch phase at approximately 80 °C and stirred vigorously until a stable milky-white emulsion formed; the emulsion was then cooled to room temperature before coating.

For the Design II starch-beeswax formulation, a 30 wt% starch dispersion was gelatinized at 80 °C for 20 min under continuous stirring. The starch dispersion was cooled to approximately 50 °C before beeswax (15 wt% relative to starch) was added. Tween 80 and Span 20 were used at a 2:1 mass ratio, at a combined concentration of 1 wt% based on the combined starch and beeswax mass. The formulation was mixed with a laboratory stirrer at approximately 1000 rpm for 15 min and then cooled to room temperature.

The Design II active topcoat was a starch-beeswax-tannin formulation. After preparation of the starch-beeswax formulation described above, condensed tannin was added at 50 wt% relative to dry starch and mixed for 5 min.

3.3 Preparation of Multilayer-Coated Papers

Coatings were applied to the kraftliner using an automatic laboratory film applicator (K Control Coater, RK Print Coat Instruments, UK). Each functional layer was coated separately and dried in an oven at 105 °C for 1 min before the next layer was applied. After drying, flat weights were placed on the sheets to minimize curl.

For Design I, the starch-tannin active coating was applied directly to the paper, followed by the starch-beeswax barrier coating. The raw coating sheet records a red bar at 8 m/min for the 10 and 30% tannin active layers and a yellow bar at 5 m/min for the 50 and 70% tannin active layers. For Design II, both the starch-beeswax barrier layer and the starch-beeswax-tannin active topcoat were applied using the yellow bar at 5 m/min.

Verified dry coating additions are summarized in Table 1. In Design I, active-layer additions ranged from 6.35 to 9.59 g/m², and the subsequent barrier-layer addition ranged from 3.09 to 3.39 g/m². In Design II, the barrier layer added 5.42 ± 0.28 g/m² (n = 20) and the active topcoat added 3.56 ± 0.32 g/m² (n = 10).

After coating, all paper samples were conditioned for at least 24 h at 23 ± 1 °C and 50 ± 2% relative humidity before characterization.

3.4 Physical, Barrier, Mechanical, and Morphological Characterization

Grammage was determined according to TAPPI/ANSI T 410 om-23 and thickness according to TAPPI T 411 om-21; apparent density was calculated from grammage and thickness. Air permeance was measured by the Sheffield method according to TAPPI T 547 om-18, and surface roughness was measured according to TAPPI T 538 om-01. Air permeance is reported as a through-sheet air-flow property and is not interpreted as oxygen permeability.

Grease resistance was measured using the Kit test (TAPPI T 559 cm-22), and liquid-water absorptiveness was measured using the Cobb method (TAPPI T 441 om-20). Static water contact angle was measured with a 20-μL droplet of deionized water using a digital contact-angle instrument; five measurements were recorded per reported condition. Tensile properties were measured according to TAPPI T 494 in both machine and cross directions, with three replicate measurements per condition (n = 3).

Twenty coated sheets were prepared for each formulation, but individual tests used subsets as required by the method and available specimen area.

3.5 Antioxidant Activity

Antioxidant activity was evaluated using the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical-scavenging assay. Paper specimens measuring 1 × 1 cm were exposed to 1 mL of 0.2 mM DPPH solution prepared in methanol. For coating-solution measurements, one drop of coating solution was used. Measurements were made in a standard quartz cuvette with a 1-cm optical path length. The DPPH solution was protected from light and stored under refrigeration until use. Absorbance was measured at 517 nm at 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, and 1440 min. A DPPH-only control was monitored concurrently for autonomous decay.

Radical scavenging activity at time t was calculated as:

$$RSA_t (\%) = [1 - (A_t / A_0)] \times 100$$

where A_0 is the initial absorbance and A_t is the absorbance at time t for the same sample series. The DPPH-only control was retained as a separate series; it was not subtracted from the stored RSA endpoints used in Figures 3 and 4.

For Design I, paper specimens containing 10, 30, 50, or 70 wt% tannin were evaluated before and after application of the starch-beeswax barrier layer. For Design II, the final barrier-first structure containing the 50% tannin topcoat was evaluated. Two absorbance measurements were recorded at each time point for the paper series, and the reported 24-h RSA endpoints were calculated from their mean absorbance.

3.6 Statistical Analysis

Results are reported descriptively as means with workbook-recorded standard deviations or dispersion values when replicate

measurements were available. Cobb values ($n = 2$) are presented as preliminary descriptive measurements. RSA endpoints are reported from the mean of the two stored absorbance repeats, and no regression lines or correlation coefficients were fitted because the engineering comparison is paired by architecture and tannin concentration.

4. RESULTS AND DISCUSSION

The performance of the multilayer-coated papers was evaluated from the perspective of functional layer organization rather than coating composition alone. The two architectures provided a means of examining how passive barrier and active antioxidant functions could be distributed within a coated paper structure. The results demonstrate that the individual functions were not equally dependent on layer position. The starch-beeswax coating established most of the resistance to transport through the fibrous substrate, whereas the antioxidant response of the tannin-containing coating was strongly influenced by whether the active layer remained exposed or was covered by the barrier layer.

This distinction is important for multifunctional paper packaging because maximizing the performance of each individual coating component does not necessarily maximize the performance of the complete structure. Instead, the results indicate that coating architecture—including layer placement, sequence, and formulation—can be treated as a design variable for balancing barrier performance with accessibility of an active component.

4.1 Establishing the Passive Barrier Function

The barrier-first architecture (Design II) provides a useful basis for identifying the contribution of the individual coating steps because the paper was characterized sequentially as an uncoated substrate, after application of the starch-beeswax barrier layer, and after application of the starch-beeswax-tannin active topcoat. The largest change in transport-related properties occurred following application of the first layer the starch-beeswax barrier layer.

Air permeance decreased from $6.297 \mu\text{m}/(\text{Pa}\cdot\text{s})$ for the uncoated paper to $0.549 \mu\text{m}/(\text{Pa}\cdot\text{s})$ after application of the barrier layer, corresponding to a reduction of approximately 91%. Addition of the starch-beeswax-tannin active topcoat resulted in only a small further decrease, to $0.514 \mu\text{m}/(\text{Pa}\cdot\text{s})$. Thus, approximately 99% of the total reduction in air permeance obtained by the complete multilayer structure had already been achieved after application of the first functional layer.

A similar progression was observed for grease resistance. The uncoated kraftliner had a Kit rating of 0, whereas application of the starch-beeswax layer increased the rating to Kit 10. The subsequent tannin-containing active topcoat maintained the rating at Kit 10. These results indicate that the first starch-beeswax layer was sufficient to establish the measured grease-resistant function and, importantly, that deposition of the

starch-beeswax-tannin topcoat did not eliminate the barrier already established beneath it.

Water absorptiveness followed the same general direction, although these results should be interpreted more cautiously because of the limited number of verified replicates. The available raw measurements gave a mean Cobb value of $293.5 \pm 3.5 \text{ g}/\text{m}^2$ after application of the starch-beeswax layer and $276.5 \pm 12.0 \text{ g}/\text{m}^2$ for the complete barrier-plus-active structure ($n = 2$). The final active layer therefore did not produce evidence of deterioration in liquid-water resistance. Rather, the measured values suggest that the underlying barrier remained functional after deposition of the tannin-containing topcoat.

Taken together, the air-permeance, grease-resistance, and water-absorption results show that the passive barrier function was established primarily during formation of the first starch-beeswax layer. This behavior is consistent with the intended role of the coating: the starch matrix can contribute to coverage and filling of the porous paper surface, while the dispersed beeswax introduces a hydrophobic component into the deposited layer. For the present study, however, the important engineering observation is not that every subsequently applied layer must independently provide barrier performance. Once the first functional layer established the principal resistance to transport through the substrate, the outward-facing layer could be further engineered to introduce accessible active functionality without eliminating the barrier performance established beneath it.

This provides the first design principle arising from the multilayer architecture:

Design Rule 1 — Establish the principal passive barrier before introducing accessible active functionality at the outer surface.

For multifunctional paper coatings, this approach allows subsequent layers to be optimized according to their intended function without requiring each coating layer to simultaneously provide the same combination of barrier properties. (see Figure 2).

4.2 Layer Architecture Controls Antioxidant Accessibility

The antioxidant results revealed a different dependence on coating architecture. Whereas passive barrier performance was largely established by the presence of the starch-beeswax layer, the radical-scavenging response of the tannin-containing coating depended strongly on whether that active layer remained exposed to the surrounding environment.

This effect was first observed in the active-first architecture (Design I). The starch-tannin coating was applied directly to the paper substrate at tannin concentrations of 10, 30, 50, and 70 wt% relative to starch, and its 24-h radical scavenging activity was measured before and after application of the starch-beeswax barrier topcoat.

With the active layer exposed, RSA values of 85.34, 82.11, 91.48, and 91.84% were obtained for the 10, 30, 50, and 70%

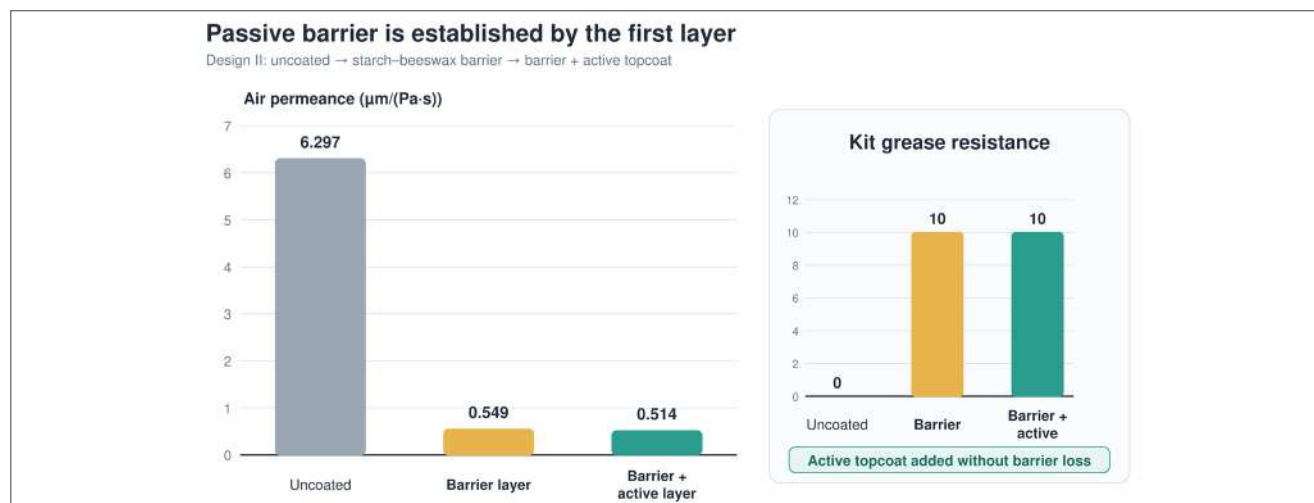


Figure 2. Development of passive barrier performance for Design II during the sequence uncoated → starch-beeswax barrier layer → barrier + tannin-containing active topcoat. Air permeance and Kit grease resistance are shown on separate quantitative scales. Most of the reduction in air permeance and all of the measured Kit resistance were established by the first barrier layer; air permeance is not oxygen permeability

tannin formulations, respectively. After the same active coatings were covered by the starch-beeswax layer, the corresponding RSA values decreased to 70.56, 67.00, 76.72, and 76.25%.

Importantly, the magnitude of this reduction was remarkably consistent across tannin concentrations. Covering the active layer decreased the 24-h RSA by 14.77, 15.11, 14.76, and 15.60 percentage points, respectively. The average reduction was therefore approximately 15.1 percentage points.

This result is more informative than simply observing that the multilayer-coated samples retained antioxidant activity. Increasing the amount of tannin did not eliminate the loss associated with covering the active layer. Even at 70% tannin, where the exposed coating produced an RSA of 91.84%, placement of the barrier coating over the active layer reduced the measured response to 76.25%. The behavior therefore suggests that the position of the antioxidant-containing layer within

the multilayer structure influenced its measurable accessibility.

The present DPPH assay does not directly measure tannin migration or release, and the results should therefore not be interpreted as evidence of a controlled-release mechanism. Instead, they demonstrate an architecture-dependent antioxidant response: when the tannin-containing layer was separated from the surrounding test medium by the starch-beeswax coating, a smaller fraction of its radical-scavenging capacity was expressed during the assay period.

For active packaging design, this distinction is important. Increasing active-agent concentration alone may not compensate for unfavorable spatial positioning within a multilayer structure. The functional material must also be located where interaction with the intended environment can occur.

Design Rule 2 — Position active components according to where their interaction is required.

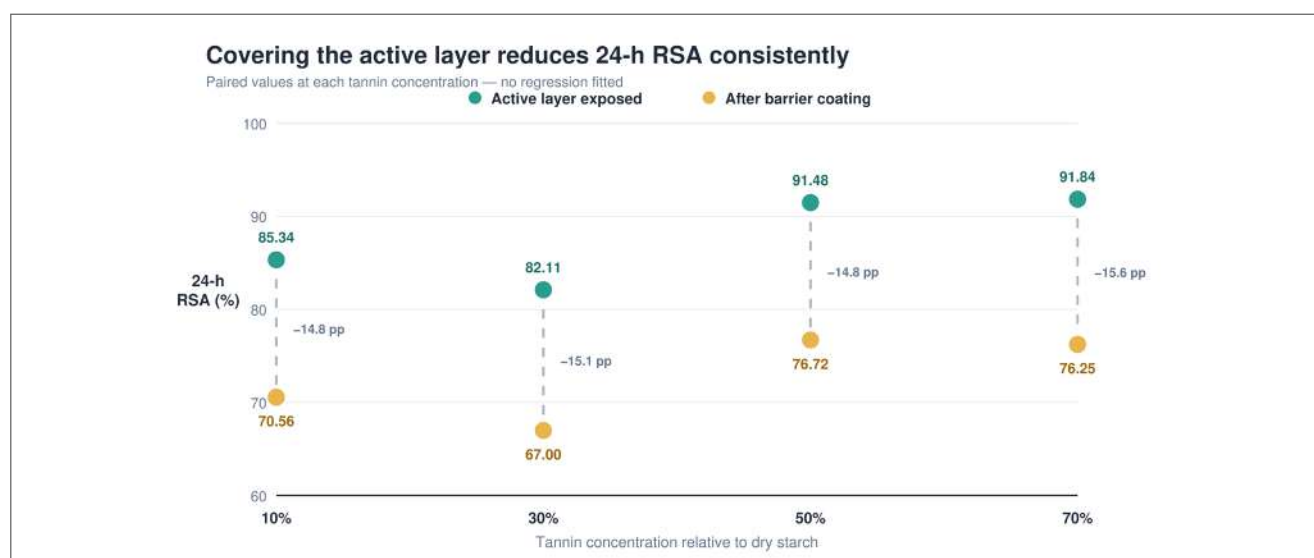


Figure 3. Twenty-four-hour radical scavenging activity (RSA) for Design I active layers containing 10, 30, 50, or 70 wt% tannin relative to starch, before and after application of the starch-beeswax barrier coating. Paired lines show the consistent decrease at each tannin concentration

4.3 Barrier-First Architecture Mitigates the Barrier-Active Trade-Off

The comparison between the two coating architectures showed that the loss in antioxidant response observed in Design I was not observed in the barrier-first Design II structure. However, Design II differed not only in layer order but also in active-topcoat composition because the outward-facing topcoat contained starch, beeswax, and tannin. The comparison therefore reflects the combined effect of architecture and active-topcoat formulation rather than an isolated sequence effect.

This effect is most clearly illustrated by comparing the systems containing 50 wt% tannin relative to starch. In Design I, the starch-tannin layer produced a 24-h RSA of 91.48% when it remained exposed. After the starch-beeswax barrier layer was applied over the active coating, the measured RSA decreased to 76.72%. In Design II, a starch-beeswax barrier layer was applied directly to the paper substrate, followed by the outward-facing starch-beeswax-tannin topcoat containing 50 wt% tannin relative to dry starch. Under this barrier-first configuration, the final multilayer paper reached a 24-h RSA of 95.26%.

The increase from 76.72% in the covered active-first structure to 95.26% in the barrier-first structure represents a recovery of 18.54 percentage points in measurable antioxidant activity. Importantly, this improvement was achieved without sacrificing the passive barrier established by the underlying starch-beeswax layer. In the final Design II structure, air permeance remained low at 0.514 $\mu\text{m}/(\text{Pa}\cdot\text{s})$, while grease resistance remained at Kit 10. The active topcoat therefore restored a high antioxidant response while preserving the principal barrier functions developed in the first coating layer.

These results show that the barrier-active trade-off observed in Design I was mitigated in a barrier-first architecture with an outward-facing tannin-containing topcoat. The barrier function was established adjacent to the porous paper substrate, where it

could contribute to sealing the fibrous structure and restricting transport. At the same time, the tannin-containing topcoat was positioned at the external surface, where interaction with the surrounding medium was less restricted. Because the Design II topcoat also contained beeswax, the present data do not isolate spatial reorganization from formulation effects.

This result also illustrates why coating composition alone is insufficient to describe multifunctional performance. A system may contain both an effective barrier component and an effective antioxidant component, yet the full functionality of each may not be expressed if their spatial arrangement is unfavorable. In the present case, placing the tannin-containing formulation at the outer surface produced a coating structure in which the first starch-beeswax layer retained the principal measured barrier function while the outward-facing starch-beeswax-tannin topcoat provided greater antioxidant accessibility.

The 95.26% RSA obtained for the barrier-first structure was also close to the 96.30% RSA measured for the corresponding tannin-containing coating formulation in solution, suggesting that positioning the active layer at the surface allowed most of its antioxidant potential to remain measurable after coating. This comparison should be interpreted as evidence of preserved functional accessibility rather than direct proof of migration or release, since neither tannin transport nor migration kinetics were measured in the present study.

From an engineering perspective, the results show that multifunctionality can be improved by organizing coating functions across layers rather than requiring every layer to perform every role. A substrate-facing layer can establish the principal barrier, while an outward-facing tannin-containing topcoat can provide accessible antioxidant functionality.

Design Rule 3 — Organize competing functions spatially while considering layer composition, position, and sequence together.

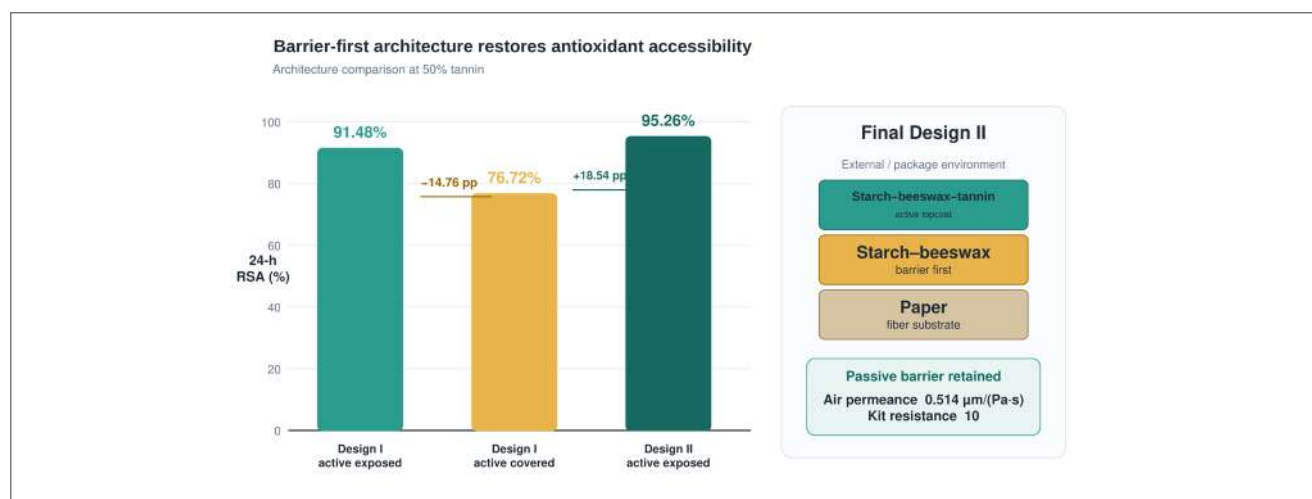


Figure 4. Architecture comparison at 50 wt% tannin. Covering the Design I starch-tannin active layer reduced 24-h RSA from 91.48 to 76.72%. The barrier-first Design II structure, containing an outward-facing starch-beeswax-tannin topcoat, reached 95.26% RSA while retaining low air permeance and Kit 10 grease resistance. Because the Design II active topcoat differed compositionally from the Design I active layer, this comparison should be interpreted as an architecture-level comparison rather than an isolated sequence effect

As a preliminary proof-of-concept, the potential relevance of the antioxidant coating to food packaging was also explored using raspberries stored in contact with uncoated and antioxidant-coated paper. Visual observations suggested differences in fruit deterioration during storage; however, this experiment was exploratory and was not designed as a quantitative shelf-life study. Only selected coating conditions were evaluated, and microbial growth, oxidation markers, and other quantitative indicators of food quality were not measured. The observations therefore do not demonstrate shelf-life extension, but they provide practical motivation for future studies evaluating whether the antioxidant functionality demonstrated by the DPPH assay can translate into measurable preservation effects in packaged foods.

4.4 Engineering Design Rules for Multifunctional Paper Coatings

The results demonstrate that the design of multifunctional paper coatings extends beyond the selection and concentration of functional ingredients. Layer position, sequence, and formulation together influence how individual functions are expressed within the complete coated structure. This is particularly relevant when combining functions with different physical requirements, such as restricting transport while maintaining accessibility of an active compound.

The present study suggests a modular approach in which the coating structure is designed according to where each function is required. A layer adjacent to the fibrous substrate can be used to control penetration and transport through the porous paper structure, while a surface-positioned layer can provide functionality that depends on interaction with the surrounding environment. In this way, individual layers can be optimized for different roles rather than requiring a single formulation to satisfy competing requirements.

Three broader principles emerge from this approach:

1. Separate functions when their material requirements compete. Passive barrier and active functions do not necessarily need to be provided by the same formulation or layer.
2. Position each functional component where its action is required. Components intended to restrict transport and those intended to interact with the package environment may have different optimal locations within the coated structure.
3. Treat architecture as a design variable. Composition, coating weight, layer position, and layer sequence should be considered together when tuning multifunctional performance.

These principles can be summarized by a simple design framework:

Composition + Layer Position + Layer Sequence → Functional Performance

The framework is not limited to the specific starch–

beeswax–tannin system investigated here. It provides a basis for considering other combinations of renewable barrier and active materials in which individual functions can be assigned to different regions of a coated fiber-based structure.

4.5 From Laboratory Coating to Industrial Application

The multilayer structures evaluated in this study were produced by sequential laboratory bar coating with drying between individual layers. Translation to industrial production will therefore require consideration of how the proposed functional architecture can be reproduced at higher coating speeds and under different drying conditions. Rather than directly reproducing the laboratory process, industrial development should focus on maintaining the essential functional organization identified here: a substrate-facing layer that establishes the principal barrier and an outward-facing tannin-containing layer that provides accessible active functionality.

This architecture also creates opportunities to optimize the two coating steps according to their primary roles. The substrate-facing layer can be designed around sufficient coverage and resistance to transport through the fibrous substrate, whereas the outward-facing formulation can be optimized to balance active-compound accessibility with the other formulation requirements needed for coating performance. The present results, for example, showed little additional 24-h RSA when tannin concentration increased from 50 to 70% in the exposed active coating. Although this does not establish an industrial optimum, it illustrates the importance of defining the minimum material input required to achieve the targeted function, rather than maximizing functional-agent concentration.

Further development should therefore address coating rheology and solids content, drying requirements, interlayer adhesion, coating uniformity, and compatibility with converting operations. Equally important, the multilayer structure must ultimately be evaluated for repulpability and recyclability so that additional functionality does not compromise the end-of-life advantages expected from fiber-based packaging. Industrial translation of the concept thus requires moving from the functional architecture demonstrated here to a manufacturable and recyclable coating architecture.

The multilayer concept may also provide a platform for incorporating functional compounds obtained from renewable forest resources. The present study used commercial condensed quebracho tannin as the antioxidant component; in ongoing work, our group is investigating the extraction and recovery of antioxidant-rich fractions from sugar maple bark and their potential incorporation into paper-based coating formulations. In parallel, we are exploring alternative strategies in which tannin functionality is introduced directly into the pulp and fiber network rather than applied exclusively as a surface coating. Together, these research directions expand the design space from

the source of the functional compound to its location within the paper structure. The architectural principles identified in the present study provide an important foundation for this work: obtaining a functional compound is only part of the challenge; where and how it is incorporated into the fiber-based material can determine how effectively that functionality is expressed.

5. CONCLUSIONS

This study demonstrates that coating architecture is an important design variable in multifunctional paper packaging. The results showed that barrier and antioxidant functions could be assigned to different layers and that their position within the coated structure influenced how effectively each function was expressed.

The starch-beeswax layer established the primary passive barrier, substantially reducing air permeance and increasing grease resistance. In contrast, the antioxidant response of the tannin-containing coating was strongly affected by its placement within the coated structure. Covering the Design I active layer with the barrier coating consistently reduced the measured 24-h radical scavenging activity, whereas the barrier-first Design II architecture, with an outward-facing starch-beeswax-tannin topcoat, resulted in 95.26% RSA while

maintaining low air permeance ($0.514 \mu\text{m}/(\text{Pa}\cdot\text{s})$) and Kit 10 grease resistance. Because the Design II active topcoat differed compositionally from the Design I active layer, this comparison supports an architecture-level design effect but does not isolate layer sequence as the sole cause. These findings demonstrate that multifunctionality can be improved through spatial organization of the coating components rather than simply by increasing functional-agent concentration.

More broadly, the results support a modular approach to functional paper design in which composition, layer position, and layer sequence are considered together. A substrate-facing layer can be engineered to control transport through the fibrous structure, while an outward-facing layer can be designed for interactions required at the package interface. This framework provides a basis for developing future fiber-based packaging systems incorporating renewable functional materials while maintaining the barrier performance required for practical applications.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors also thank International Paper for providing the kraftliner paper substrate, Ingredion Inc. for providing the modified corn starch (CATO-SIZE® 270A), and TANAC S.A. for providing the condensed quebracho tannin used in this study. ■

REFERENCES

- Rastogi VK, Samyn P. 2015. Bio-based coatings for paper applications. *Coatings* 5(4):887–930. <https://doi.org/10.3390/coatings5040887>
- Versino F, Ortega F, Monroy Y, Rivero S, López OV, García MA. 2023. Sustainable and bio-based food packaging: A review on past and current design innovations. *Foods* 12(5):1057. <https://doi.org/10.3390/foods12051057>
- Yildirim S, Röcker B, Pettersen MK, Nilsen-Nygaard J, Ayhan Z, Rutkaite R, Radusin T, Suminska P, Marcos B, Coma V. 2018. Active packaging applications for food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 17(1):165–199. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12322>
- Wang Q, Chen W, Zhu W, McClements DJ, Liu X, Liu F. 2022. A review of multilayer and composite films and coatings for active biodegradable packaging. *npj Science of Food* 6:18. <https://doi.org/10.1038/s41538-022-00132-8>

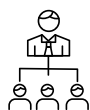


O PAPEL MAGAZINE SUBMISSION OF SCIENTIFIC PAPERS

O Papel Magazine is a well-established and respected publication in the pulp and paper sector, with a strong presence in both industry and the scientific community. Its readership includes industry professionals, researchers, faculty members, and students from a wide range of Brazilian and international institutions, providing published papers with broad visibility and excellent potential for disseminating knowledge across academia and industry.

All papers published from now on will receive a Digital Object Identifier (DOI), enhancing the traceability, visibility, and recognition of scientific publications. In addition, papers approved by the Review Committee will be published free of charge, with no publication fees.

ABTCP, publisher of O Papel Magazine, together with the magazine's Scientific Editor, Professor Fernando José Borges Gomes, D.Sc., of the Department of Forest Products at the Federal Rural University of Rio de Janeiro, invites authors to submit their papers through the Newspulpaper portal, where they can access the paper submission system: <https://artigostecnicosabtcp.revistaopapel.org.br>



DIRETORIA

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor executivo: Darcio Berni

CONSELHO DIRETOR

Ab Enzimas Brasil Comercial Ltda
Adami Sa
Afry Brasil Ltda
Ahlstrom Performance Materials Brazil Ltda
Albany International Tecidos Tecnicos Ltda
Alvarez & Marsal Consultoria Em Engenharia Ltda.
Ambipar Environmental Solutions - Solucoes Ambient
Andritz Brasil Ltda
Andritz Fabrics And Rolls Industria E Comercio S.a
Aquamec Industria E Comercio De Equipamentos Ltda
Arauco Celulose Do Brasil S.a.
Artemyn Brasil Ltda
Axchem Brasil Industria Quimica Ltda
B.o Paper Brasil Industria De Papeis Ltda
Blendpaper Security Papeis Especiais S.a
Bracell Bahia Specialty Cellulose Sa
Bracell Sp Celulose Ltda
Buckman Laboratorios Ltda
Cargill Agricola Sa
Cbc Industrias Pesadas Sa
Celulose Nipo Brasileira Sa Cenibra
Cht Brasil Quimica Ltda
Cia Canoinhas De Papel
Cmpc Celulose Riograndense Ltda
Color Química Do Brasil Importação E Exportação
Contech Produtos Biodegradaveis S.a
Copapa Cia Paduana De Papeis
Damapel Ind Com E Distribuicao De Papeis Ltda
Diamond Power Do Brasil Ltda
Dorf Ketel Brasil Ltda.
Dynatech Industrias Quimicas Ltda
Ecolab Quimica Ltda
Eldorado Celulose E Papel S/A
Emflora Servicos E Empreendimentos Florestais Ltda
Enesa Engenharia S.a.
Estel Maq E Servs Industriais Ltda
Falconi Consultores S.a.
Fiedler Automacao Industrial Ltda
Filmtec Water Brasil Ltda
Gambini Brasil Ltda
Gecal Industria E Comercio De Produtos Minerais Lt
H Bremer & Filhos Ltda
Helamin Brasil Industria E Comercio Ltda
Hergen Sa Maq E Equipamentos
Hiter Controls Engenharia Ltda
Ibema Cia Brasileira De Papel
Icavi Industria De Caldeiras Vale Do Itajai Sa
Imerys Do Brasil Com De Extracao De Minerios Ltda
Imetame Metalmeccanica Ltda
Incape - Industria Catarinense De Papeis Especiais
Ind De Papeis Sudeste Ltda
Indaial Papel Embalagens Ltda
Ingredion Brasil Ingredientes Industriais Ltda
Irani Papel E Embalagem S.a
Irmaos Passaura S/A
Isq Brasil Ins De Soldadura E Qualidade Ltda
Kadant South America Ltda
Kemira Chemicals Brasil Ltda
Klabin Sa
Klinge Paper Nova Campina Ltda
Kurita Do Brasil Ltda
Lab Analitica E Ambiental Ltda
Ld Celulose S.a
Lemi Solucoes Industriais Ltda
Melhoramentos Florestal Ltda
Mineracao Belocal Ltda
Minerals Technologies Do Brasil Com E Ind De Miner
Munksjo Caieiras Ltda.
Nouryon Pulp And Performance Industria Quimica Lt
Novacki Papel E Embalagens Sa
Nsk Brasil Ltda
Oji Papeis Especiais Ltda
Papirus Ind De Papel SA
Penha Papeis Vivida Ltda
Peroxidos Do Brasil Ltda
Pirow Industria E Comercio De Filtros Industriais
Progt Industrial Ltda
Psv Servicos E Solucoes Automatizadas Ltda
Quimica Nova Brasil Ltda
Rhamatech Engenharia E Comercio De Equipamentos Ltda
Russula Do Brasil
Santa Maria Cia De Papel e Celulose
Santher Fab De Papel Santa Therezinha SA
Schweitzer-Mauduit Do Brasil Industria e Comercio
Senai Serv Nacional De Aprendizagem Industrial - S
Sepac Serrados E Pasta De Celulose Ltda

Siderquímica Industria E Comercio De Produtos Quim
Siemens Brasil Ltda
Siemens Energy Brasil Ltda
Softys Brasil Ltda
Solenis Especialidades Quimicas Ltda
Spice Industria Quimica Ltda
Spirax Sarco Ind E Com Ltda
Spraying Systems Do Brasil Ltda
Suzano S/A
Swan Instrumentos Analiticos Do Brasil Ltda
Sylvamo Do Brasil Ltda
Sylvamo Do Brasil Ltda
Synergia - Consultoria Urbana E Social Ltda.
Teadit Brasil Ltda
Tequaly Tecnica Industrial Ltda
Tmc Do Brasil Industria De Maquinarios E Servicos
Trombini Embalagens S/A
Valmet Celulose Papel E Energia Ltda
Veolia Water Technologies Brasil Ltda
Veracel Celulose Sa
Vertiv Tecnologia Do Brasil Ltda.
Vinhedos Ind E Com De Papeis
Voith Paper Maq E Equipamentos Ltda
Wd Automacao E Manutencao Industrial Ltda
Weg Equipamentos Eletricos Sa Motores
Westrock Celulose Papel E Embalagens Ltda
Yokogawa America Do Sul Ltda

EX-PRESIDENTES: Alberto Mori; Alexandre Etrusco Lanna; Ari da Silva
Medeiros; Carlos Augusto Soares do Amaral Santos; Clayton Sanches;
Francisco Cesar Razzolini; Lairton Oscar Goulart Leonardi; Marco Fabio
Ramenzon; Mauricio Luiz Szacher; Ricardo Casemiro Tobera; Rodrigo
João Esteves Vizotto; Umberto Caldeira Cinque; Wanderley Flosi Filho

CONSELHO EXECUTIVO

PRESIDENTE:

Nilton Saraiva/Ibema

VICE-PRESIDENTE:

Maykon Airo de Souza/Klabin

TITULARES PRODUTORES:

Arauco Celulose do Brasil/ Theofilo Ademar Militão de Souza Pereira
Cenibra/Felipe Cristelli
CMPC Celulose Riograndense Ltda./Jailson Zocolotti de Aquino
Eldorado Celulose/Rodrigo Stange
Incape/Thiago Karam Westphalen
Klabin/Maykon Airo de Souza
Melhoramentos Florestal Ltda./Claudinei Rodrigues da Cunha
Oji Papeis Especiais/André Luis Pedro da Rocha
Suzano/Maurício Miranda
Sylvamo do Brasil Ltda./Marcelo Nale Fabiano
Veracel/Fabrizio Luiz Stange

SUPLENTE PRODUTORES:

Bracell/Danilo Nappi Rivoiro

TITULARES FORNECEDORES:

Andritz Brasil/Agueu Oliveira da Silva
Andritz Fabrics and Rolls/Leandro Antonio Raimundo
Kadant/João Carlos Rabello
Kemira/Nilton Almeida
Siemens Brasil Ltda./Henrique da Costa Pires
Siemens Energy Brasil Ltda./Marcio Luiz Campos
Voith/Antonio E. Husadel
Weg Equipamentos Elétricos S/A Motores/Marcelo Arantes Severi

SUPLENTE FORNECEDORES:

Afry Brasil Ltda./Nilson Roberto Niero
Ecolab/Mayra Quitzau
Solenis/Maurício Firmino dos Reis
Valmet/Felipe Floriani

PESSOA FÍSICA:

Leonardo Pimenta
Nestor de Castro Neto

SUPLENTE: PESSOA FÍSICA:

Fernando Sandri

INSTITUTO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO:

SENAI – CIMATEC – João Bruno Valentim Bastos

UNIVERSIDADE:

UFLA – Universidade Federal de Lavras –
Prof. Gustavo Henrique Denzin Tonolli

CONSELHO FISCAL

Associado Pessoa Física / David Machado Jr.
Aikawa AFT / Orlando Matteoni
Andritz / Sandro Souza de Albuquerque
Contech/Ana Carolina da Costa Carvalho

CONSELHO FISCAL SUPLENTE

COMISSÕES TÉCNICAS PERMANENTES

Biorrefinaria e Nanotecnologia

Celulose

Danyella Perissotto – Solenis

Manutenção

Sergio Luiz Ferreira

Meio ambiente

Lillian Teixeira Carvalho – Suzano

Papel

Sub-Comissão Técnica de Tissue

Wellington Carlos Vieira Junior/Voith Group

Recuperação e energia

Geraldo Simão – Bracell

Sub-Comite de Eficiência Energética

Andrea Antonini Bertolazzo – A1

Sub-Comite de ETA e ETAC

Sinesio Carvalho Soalheiro – Eldorado Brasil

Sub-Comite de Turbo-geração

(Energia Elétrica e Vapor)

Italo Paulino Neves Mendonça – Suzano

Sub-Comissão Técnica de

Forno de Cal e Caustificação

Michael Robert Ribeiro dos Santos Mota - Suzano

Segurança do trabalho

Daniel Camarda Silva Folco – Oji Papeis Especiais.

Transformação Digital

Flavio Hirotaka Mine – Cenibra

COMISSÕES DE ESTUDO – NORMALIZAÇÃO

Aparas de papel

Coord.: Maria Luiza Otero D'Almeida / IPT

Ensaio Geraís para chapas de papelão ondulado

Coord.: Maria Eduarda Dvorak / Regmed

Ensaio Geraís para papel

Coord.: Adriane De Fátima Queji / SENAI

Ensaio geraís para pasta celulósica

Coord.: Marcia Barreto Cardoso/IPT

Ensaio geraís para tubetes de papel

Coord.: Maria Eduarda Dvorak / Regmed

Madeira para fabricação de pasta celulósica

Coord.: Maria Luiza Otero D'Almeida / IPT

Papéis e cartões dielétricos

INATIVA

Papéis e cartões de segurança

Coord.: Maria Luiza Otero D'Almeida / IPT

Papéis e cartões para uso

odonto-médico-hospitalar

Coord.: Maria Luiza Otero D'Almeida / IPT

Papéis para embalagens

INATIVA

Papéis para fins sanitários

Coord.: Solange C. do Nascimento / Laboratório Sinpacel

Papéis Reciclados

INATIVA

ESTRUTURA EXECUTIVA

Administrativo-Financeiro e Recursos

Humanos:

Andreia Vilaça dos Santos e Solange Mininel

Área Técnica:

Joice Francine L. Fujita

Rayana Reis Rocha

Umberto Caldeira Cinque

Consultoria Institucional:

Francisco Bosco de Souza

Marketing/Estratégia:

Claudia D'Amato e Elidio Frias

Publicações:

Patricia Tadeu Marques Capo

Relacionamento e Eventos:

Marcos Gomes de Oliveira , Milena Lima

e Wallace Roberto C. da Silva

Universidade Setorial:

Amanda Aparecida Pereira

Karine Correia Borba

Luana C. da Fonseca

Luana Lima Bombacini

Viviane Nunes

EVOLUIR É COMPARTILHAR CONHECIMENTO.



A Universidade Setorial da ABTCP
é a base que forma e transforma
o futuro do setor.

SAIBA MAIS:



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE
CELULOSE & PAPEL

FORMAR. TRANSFORMAR. INOVAR.

VISÃO DE FUTURO EXIGE **INFORMAÇÃO.**



As publicações da **ABTCP**
são fruto do saber que se dobra,
se espalha e se expande.

SAIBA MAIS:



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE
CELULOSE & PAPEL

FORMAR. TRANSFORMAR. INOVAR.