

Multilingual Edition

www.RevistaOpinioes.com.br
ISSN: 2177-6504

Opiniões

FLORESTAL: celulose, papel, carvão, siderurgia, painéis e madeira
ano 23 • número 85 • Divisão F • set-nov 2026

Inovação tecnológica na engenharia florestal



Ana Flávia Oliveira
Dexco

Bibiana Rubini
CMPC

Brígida Valente
Eldorado

Dagoberto Stein
FURB

Damodar Arapakota
Amplicam Inc.

Fabio Brun
APRE

Franck Michaud
ESB-LIMBHA

Gabriel Pereira
Simepar

Hernon
W. F. Diniz

Leandro, Shinitiro e
Eduardo Mello
Suzano

Ivan Tomaselli
STCP

Luiz Ramires Jr
Refflore-MS

Lucas Bittencourt
Senai

Marcelo Schmid
Index

Mario Coso
ESG Tech

Mário Ladeira e
João Guimarães
Bracell-MS

Mauro Murara Jr
ACR

Monica McDonough
Canadá

Plínio Ignez e
Cesar Bonine
Suzano

Robinson Cannaval Jr
IPEF

Thiago Braga e
Luís Junqueira
Sylvamo

Vitor Hoefflich
UF-PR

Índice

Clique sobre a foto e vá direto para página desejada
Click on the photo and go directly to the wished page





Integração de dados e Inteligência Artificial como vetor de competitividade

A última década no setor de base florestal foi marcada por um avanço sem precedentes na adoção de tecnologias de campo. Passamos por ciclos intensos de digitalização: incorporamos drones para mapeamento de falhas de plantio, implementamos sensores LiDAR em inventários de precisão, adotamos dados de satélite para monitoramento e aceleramos o melhoramento genético com a seleção genômica. No entanto, a despeito do alto valor individual dessas soluções, a maioria das operações florestais ainda enfrenta um gargalo estrutural: o isolamento da informação. Geramos um volume massivo de dados que habitam sistemas heterogêneos, resultando em diagnósticos reativos, desconectados e na potencial perda de oportunidades estratégicas.

A grande mudança, já em curso, não reside na criação de novos sensores isolados ou na simples adoção de tecnologias adicionais, mas sim na arquitetura de integração desses fluxos: a construção do Gêmeo Digital Florestal (*Digital Forest Twin*). Longe de ser um conceito abstrato ou um mero modelo visual tridimensional, o Gêmeo Digital na prática operacional é uma infraestrutura de dados conectada que permite antecipar gargalos, mitigar perdas e sincronizar a floresta com a fábrica. A transformação fundamental promovida por essa abordagem é a transição de um modelo de gestão focado em "medir o que aconteceu" para uma infraestrutura capaz de "prever e prescrever o que deve ser feito".

Para que o Gêmeo Digital entregue seu real potencial de valor, a integração precisa ocorrer em múltiplos níveis de escala espacial e temporal. Simplificando a complexidade do ecossistema, podemos estruturar essa infraestrutura sobrepondo quatro camadas essenciais de informação:

1. Camada biológica: O histórico genético de cada clone, associado ao seu perfil metabólico e à sua resposta a marcadores de estresse. Não se trata apenas de mapear qual material genético foi plantado, mas



Geramos um volume massivo de dados que habitam sistemas heterogêneos, resultando em diagnósticos reativos, desconectados e na potencial perda de oportunidades estratégicas. "

Bibiana Ribeiro Rubini

Diretora de Inovação e Bioeconomia da CMPC

de simular seu crescimento em diferentes cenários de solo e clima projetados para as regiões de interesse. Ao incorporar ferramentas de biotecnologia, seleção genômica e monitoramento contínuo em campo, conseguimos antecipar com alta precisão a produtividade e a qualidade da biomassa.

2. Camada de sensoriamento terrestre e próximo: O uso de robótica e sensoriamento tridimensional nos viveiros e no campo. Na fase de viveiro, a automação com visão computacional atua na triagem e fenotipagem de mudas, além do uso de luz UV para controle sanitário. No campo, o sensoriamento tridimensional via LiDAR (seja terrestre, embarcado em *harvesters* ou via drones) reconstrói a estrutura da árvore, entregando informações precisas sobre o volume e a arquitetura da biomassa disponível.

3. Camada geospacial: A integração contínua de dados de satélite — combinando imagens ópticas multiespectrais, térmicas e dados de radar de abertura sintética (SAR). Modelos de inteligência artificial geospacial permitem identificar variações na umidade do solo, anomalias no índice de área foliar e estresse hídrico fisiológico. Isso melhora a predição da produtividade e orienta de forma assertiva as necessidades de intervenção no campo.

4. Camada processual e industrial: A conexão direta entre os parâmetros da floresta em pé e as variáveis operacionais da fábrica de celulose. A disponibilidade e a qualidade dos dados, associadas à capacidade analítica avançada, permitem reduzir a variação da matéria-prima e aumentar a estabilidade do processo industrial e da qualidade dos produtos finais.

Quando essas quatro camadas conversam sob uma mesma plataforma, a tomada de decisão no setor ganha uma nova dimensão. O aspecto mais relevante é que não se trata de uma projeção para um futuro distante. A integração de dados e a automação de alta precisão já mostram resultados concretos em diferentes geografias do setor produtivo global, tanto no ecossistema florestal quanto no agrícola de alta escala:

Integração geospacial e mitigação de risco abiótico (América do Norte e Europa): Na silvicultura do Hemisfério Norte, a fusão de dados orbitais de radar (SAR) com modelos microclimáticos locais e amostragem de umidade do solo em tempo real permitiu a criação de sistemas de alarme preditivo para estresse hídrico e risco de incêndio. Um exemplo consolida-se no programa europeu Copernicus, que disponibiliza mapas de risco de incêndio para janelas

de até seis dias, facilitando o direcionamento preventivo de recursos. Além disso, o programa estabeleceu o *Wildfire Risk Index*, indicador que cruza o perigo iminente do fogo com a vulnerabilidade de pessoas, do meio ambiente e do valor econômico exposto nas áreas mapeadas.

Automação de alta precisão e padronização biológica na Ásia: Na China, a expansão dos programas de reflorestamento em larga escala impulsionou a adoção de técnicas avançadas de micropropagação e a construção de viveiros automatizados. O uso de veículos autônomos e sistemas robóticos integrados à visão computacional para triagem, poda e manejo nutricional de mudas garantiu a redução da variabilidade do material genético que vai para o campo a níveis próximos de zero. Os parâmetros da muda (altura, diâmetro de colo, arquitetura radicular e histórico sanitário) são registrados individualmente e associados diretamente ao sistema de informação geográfica do talhão de destino, alimentando a linha de partida do Gêmeo Digital.

Previsibilidade de qualidade da madeira no Brasil: No cenário nacional, grandes operações de celulose e papel vêm avançando na conexão entre inventários florestais tridimensionais (via LiDAR) e modelos de adensamento básico e rendimento industrial. Ao cruzar o histórico de desenvolvimento da floresta com dados geospaciais de estresse hídrico ao longo dos anos de rotação, os algoritmos preveem não apenas o volume de metros cúbicos de madeira por hectare, mas a densidade do lenho e o teor de lignina. Essa informação permite programar o abastecimento do digestor da fábrica com misturas de madeira (*blends*) otimizadas, reduzindo o consumo de reagentes químicos no cozimento e estabilizando a operação industrial.

A materialização do Gêmeo Digital encerra a era dos "chutes informados" e do planejamento estático de longo prazo. A integração de dados gera impactos diretos e mensuráveis no desempenho econômico das empresas. Seja ao acelerar a silvicultura de precisão, ao otimizar o planejamento logístico e o manejo de longo prazo, ou ao disponibilizar dados antecipados para a fábrica, o impacto da unificação da informação em uma única plataforma representa, sem dúvida, a nova onda do desenvolvimento tecnológico florestal. ●

A RESISTÊNCIA QUE TODO MESTRE SONHA EM TER.



 **DINAGRO-S**
RESISTENTE



A isca formicida que repele a água, sem alterar sua estrutura e atratividade, eliminando as formigas de uma vez por todas.



**Resistente
a pancadas
de chuva**



**Resistente
ao orvalho
da manhã**



**Resistente
ao solo
molhado**

ATENÇÃO: ESTE PRODUTO É PERIGOSO À SAÚDE HUMANA, ANIMAL E AO MEIO AMBIENTE. USO AGRÍCOLA; CONSULTE SEMPRE UM AGRÔNOMO; INFORME-SE E REALIZE O MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS; SIGA AS ORIENTAÇÕES DA BULA PARA O DESCARTE CORRETO DAS EMBALAGENS E RESTOS OU SOBRAS DE PRODUTOS; LEIA ATENTAMENTE E SIGA AS INSTRUÇÕES CONTIDAS NO RÓTULO E BULA OU FAÇA-O A QUEM NÃO SOUBER LER; UTILIZE OS EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL.



FORMICIDA GRANULADO
DINAGRO-S
RESISTENTE

ISCA (RB)

Registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA sob o nº 03096

COMPOSIÇÃO:
Nétyl perfluoro-oxane-1-sulfonamida (SULFLURAMIDA) 3 g/kg (0,3% min)
Outros ingredientes 997 g/kg (99,7% min)

PESO LÍQUIDO: 5 kg

CLASSE: Inseto - formicida do grupo químico sulfonamida fluoralfática (Ingestão)
TIPO DE FORMULAÇÃO: Isca (RB)

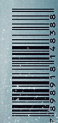
TITULAR DO REGISTRO:
Dinagro Agropecuária Ltda.
CNPJ nº 08.901.921/0001-55 - Fone: (16) 3629-1110
Ribeirão Preto/SP sob nº 4049

FABRICANTE DO PRODUTO TÉCNICO E FORMULADOR:
Sulfluramida Técnica Dinagro - Registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e
Abastecimento - MAPA sob nº 07466
Dinagro Agropecuária Ltda.
Via Anhanguera, km 304 - CEP: 14057-140 - Ribeirão Preto/SP
CNPJ nº 08.901.921/0001-55 - Fone: (16) 3629-1110
Registro da Empresa na CDA/SP sob nº 4049

Colete aqui

PREVENÇÃO O RÓTULO
E A INSTRUÇÃO DE USO DEVEM SER LIDAS EM SEU POLE
O USO DESSA FÓRMULA DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL, PROT
E ORCATORIA, EVOLUÇÃO DA EMBALAGEM VAZIA.

Indicações e reserções de uso: Vide bula e receita.
Restrições Estaduais, no Listrio Federal e Municipais: Vide bula.
No registrado para o controle de formigas cortadeiras em áreas agrícolas.
Corretivo ao ferro
Indústria Brasileira
CLASSIFICAÇÃO TOXICOLÓGICA - Categoria Não Classificado - Produto Não Classifi
CLASSIFICAÇÃO DO POTENCIAL DE PERICULOSIDADE AMBIENTAL III
PRODUTO PERIGOSO AO MEIO AMBIENTE



/dinagro
 @dinagro.official
 @dinagro

dinagro
Soluções agrícolas para inovar



O dilema da inovação

A silvicultura brasileira é reconhecida mundialmente como um dos maiores casos de sucesso da inovação aplicada ao agro-negócio. Em poucas décadas, o Brasil transformou suas florestas plantadas em referência global de produtividade, alcançando níveis superiores aos de muitos concorrentes internacionais. Esse desempenho não foi resultado apenas de condições naturais favoráveis, mas principalmente da capacidade inovadora do setor de transformar a ciência em vantagem competitiva, por meio de investimentos consistentes em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D&I).

Para se ter ideia dessa evolução, até 1950 o Brasil possuía uma produção limitada de eucalipto, bastante concentrada no estado de São Paulo, sobretudo para geração de energia e para a construção de ferrovias. Nessa mesma década, Leon Feffer e seu filho, Max Feffer, foram pioneiros em uma inovação disruptiva que transformaria a silvicultura no País: o desenvolvimento do eucalipto para a produção de celulose. Na época, a fibra curta do eucalipto não era considerada promissora para essa finalidade, e o Brasil tinha forte dependência da importação de celulose para a fabricação de papel.

Na década de 1970, a clonagem de eucalipto tornou-se realidade e transformou os patamares de produtividade do setor.

Esses exemplos demonstram a importância da inovação para o crescimento e a sustentabilidade da silvicultura brasileira. O melhoramento genético, a clonagem em larga escala, o desenvolvimento de híbridos mais produtivos, os avanços em fertilização e manejo, além da mecanização e da digitalização das operações, têm sido fundamentais para a manutenção dos diferenciais de produtividade.

Entretanto, o desafio atual tornou-se mais complexo. A agenda do setor já não se resume ao aumento da produção. É necessário reduzir os custos de formação florestal, aumentar a eficiência no uso de insumos, elevar a resiliência dos plantios e responder às crescentes incertezas trazidas pelas mudanças climáticas. Eventos extremos, períodos de seca prolongada, ondas de calor, alterações nos regimes de chuva e o surgimento de novas pragas introduzem riscos que exigem novas soluções tecnológicas e novos modelos de gestão.

Nesse contexto, surge uma questão estratégica fundamental: como assegurar o equilíbrio entre a eficiência operacional e a inovação para sustentar a competitividade do setor florestal brasileiro?

A resposta está no conceito de Ambidestria Organizacional, que representa a capacidade de equilibrar exploração e exploração no desenvolvimento de projetos florestais. Ou seja, otimizar continuamente os sistemas produtivos atuais enquanto se investe na criação das próximas rupturas tecnológicas.

Para o setor florestal, a ambidestria significa continuar buscando redução de custos de formação florestal, melhorias operacionais e ganhos incrementais de produtividade, ao mesmo tempo em que se investe em genética avançada, inteligência artificial, automação, adaptação climática, desenvolvimento de produtos e



No contexto atual, surge uma questão estratégica fundamental: como assegurar o equilíbrio entre a eficiência operacional e a inovação para sustentar a competitividade do setor florestal brasileiro? "

**Plínio Célio Ignez e
Cesar Augusto Valencise Bonine**
Consultor de Projetos da Suzano
e Gerente Executivo de Inovação da
Suzano, respectivamente



novos modelos de negócio. Empresas ambídestras entendem que a competitividade do amanhã depende dos investimentos realizados hoje.

A Suzano tem utilizado essa lógica em diversas frentes. Ao mesmo tempo em que promove ganhos operacionais, mantém investimentos relevantes em pesquisa e desenvolvimento. Essa abordagem amplia o conceito tradicional de inovação, que deixa de estar restrito à floresta e passa a alcançar toda a cadeia de valor. Entretanto, fazer escolhas do que investir, quanto investir e quando investir, tratando-se de iniciativas em pesquisa, desenvolvimento e inovação, não é uma tarefa fácil e óbvia. Muitas vezes são apresentadas inúmeras iniciativas, que somadas extrapolam os recursos disponíveis. Assim, fazer escolhas inteligentes passa a ser um importante componente da ambidestria.

Uma das formas de avaliar o desenvolvimento dessas iniciativas nas empresas é a utilização do Funil de Inovação orientado pela escala de maturidade tecnológica, conhecida como TRL (*Technology Readiness Levels*). O Funil de Inovação é uma abordagem estratégica que permite avaliar os estágios de desenvolvimento das iniciativas de um portfólio, e o TRL é uma escala desenvolvida pela NASA para avaliar o estágio de maturidade de um projeto. Quando o Funil de Inovação é orientado pela escala de TRL, ele oferece uma visão clara do nível de maturidade tecnológica da iniciativa e do tempo requerido para serem concluídas, facilitando a priorização das iniciativas e assegurando a ambidestria na gestão do portfólio.

Os níveis de TRL e seus respectivos descritivos são apresentados no Manual de Operação da EMBRAPPII, com as seguintes descrições definidas na imagem em destaque:

Sob a ótica do Funil de Inovação, diversas iniciativas foram implementadas pela Suzano nos últimos anos, tanto voltadas à eficiência operacional no curto prazo quanto no médio e longo prazo.

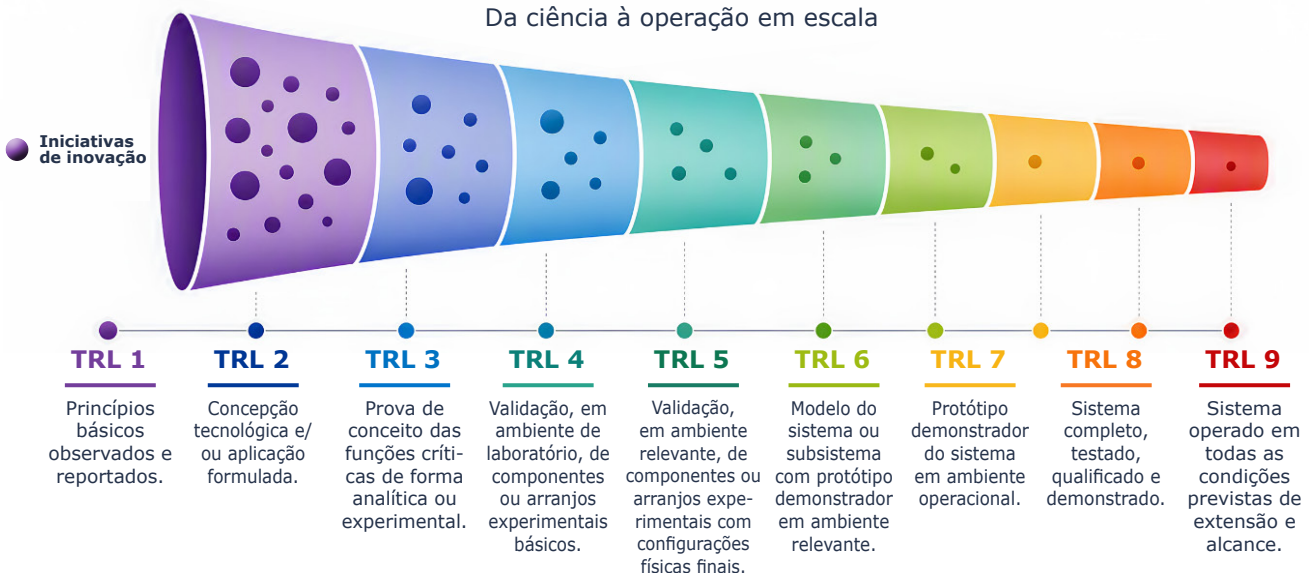
Como exemplo de iniciativas de eficiência operacional no curto prazo, temos o aperfeiçoamento do colar de proteção de mudas, tecnologia que consiste na aplicação de uma mistura de resíduo orgânico celulósico e água ao redor das mudas de eucalipto para reduzir o consumo de água na irrigação das mudas e garantir a sua maior sobrevivência em campo durante a fase de plantio.

Trazendo iniciativas de médio e longo prazo, destacamos o *Speed Breeding*, iniciativa em desenvolvimento que visa reduzir em mais de 50% o tempo de desenvolvimento clonal da Suzano, e ainda a iniciativa de Resiliência florestal e adaptação das florestas às mudanças climáticas, com a integração de diversas tecnologias incluindo o uso de biocontroladores, monitoramento climático de precisão e outras práticas de manejo.

As vantagens competitivas que colocaram o Brasil na liderança global não são permanentes. Elas precisam ser continuamente renovadas e dependem da capacidade das empresas em conectar ciência, tecnologia, floresta e cliente em uma agenda integrada de inovação. ●

Funil de Inovação orientada à escala TRL

Da ciência à operação em escala



PRINCIPAIS IMPACTOS



AUMENTO DE
PRODUTIVIDADE



REDUÇÃO
DE CUSTOS



COMPETITIVIDADE



DIFERENCIAÇÃO

Reduzir incertezas para acelerar decisões

O melhoramento genético está entre os grandes responsáveis pela competitividade da silvicultura brasileira, com o eucalipto como sua expressão mais visível. Em poucas décadas, seleção, recombinação, experimentação e clonagem elevaram a produtividade média dos plantios de eucalipto de patamares próximos a 20 m³/ha/ano, nos anos 1970, para faixas que hoje superam 40 m³/ha/ano em boa parte da base florestal nacional. Mas convivemos, ainda hoje, com uma limitação conhecida de todo melhorista: desenvolver e colocar uma nova genética no campo levam tempo.

Esse desafio ganha outra dimensão quando o ambiente de produção muda em velocidade crescente. Variabilidade climática, novos riscos bióticos e ambientes mais restritivos aumentam a necessidade de materiais adaptados, enquanto anos ainda separam a geração de novos materiais de sua utilização em escala operacional. Entendemos que, nesse contexto, tão importante quanto desenvolver materiais superiores é fazê-los chegar mais rápido e com precisão ao ambiente onde podem gerar valor.

Acreditamos que esteja aí uma das maiores oportunidades atuais de inovação no melhoramento florestal. Mais do que uma ferramenta específica, a transformação em curso está na integração de diferentes fontes de informação para reduzir incertezas mais cedo e apoiar decisões melhores ao longo de todo o processo de desenvolvimento genético.

Não se trata de substituir os fundamentos consolidados desde os anos 1970, mas de mudar como utilizamos informação para decidir dentro deles.

A genômica é uma das ferramentas que tornam essa mudança possível. Ao conectar informações do genoma ao desempenho observado em campo, conseguimos reconhecer mais cedo materiais de maior potencial e direcionar melhor os recursos de experimentação.

Seu valor prático vai além de aumentar a precisão da seleção: está em reduzir incertezas antecipadamente e encurtar o caminho entre a geração de um novo material e sua validação para uso operacional. Esse ganho, porém, não é uniforme. A confiabilidade das predições cai em ambientes pouco representados nos dados de treinamento, e características de herança mais complexa ainda exigem validação robusta de campo.

Ao conectar informações do genoma ao desempenho observado em campo, conseguimos reconhecer mais cedo materiais de maior potencial e direcionar melhor os recursos de experimentação. "

**Mário Ladeira e
João Filipi Guimarães**

Head de P&D Florestal da Bracell e
Gerente Sr de P&D Florestal da MS Florestal,
respectivamente



Mas conhecer melhor o material resolve apenas parte da equação. Precisamos também aumentar a resolução com que enxergamos o ambiente. É nesse contexto que a ambientômica ganha relevância: o uso sistemático de dados climáticos, edáficos e topográficos para caracterizar os ambientes onde nossos materiais são avaliados e serão plantados. A interação genótipo $\times$ ambiente, por décadas tratada como uma dificuldade experimental a ser controlada, passa a ser encarada como uma fonte valiosa de informação para decisão.

Uma terceira camada vem ampliando a capacidade de geração de informação nos programas de melhoramento: a fenômica. Sensores embarcados em drones, imagens multiespectrais, LiDAR e outras tecnologias de fenotipagem em larga escala permitem coletar informações com frequência, escala e precisão incompatíveis com avaliações exclusivamente manuais. Mais do que aumentar o volume de dados, essas ferramentas ampliam nossa capacidade de descrever o desempenho dos materiais ao longo do tempo, criando novas oportunidades para compreender

como genótipos respondem a diferentes ambientes e condições operacionais.

Sob essa perspectiva, o papel das novas tecnologias deixa de ser apenas ampliar nossa capacidade de análise e passa a ser reduzir incertezas em momentos mais precoces do processo de decisão.

Essa mudança começa antes mesmo da recomendação. Conhecer melhor a diversidade ambiental nos permite questionar onde e como experimentamos, buscando ambientes que representem os principais gradientes da base florestal. A pergunta deixa de ser apenas quantos experimentos temos e passa a incluir quanta informação cada experimento adiciona à decisão.

Esse mesmo raciocínio abre caminho para uma nova geração de modelos preditivos. Quando informações fenômicas, genômicas e ambientais são integradas, torna-se possível avançar de modelos que apenas descrevem onde um clone teve boa *performance* para modelos capazes de capturar conjuntamente as características do material e do ambiente, apoiando a predição de como diferentes genótipos devem responder ao longo da diversidade ambiental da base florestal.



Talhão de alta produtividade da Bracell-MS



Melhoramento genético florestal

Seleção, experimentação e recomendação clonal passam a fazer parte de um mesmo sistema de decisão.

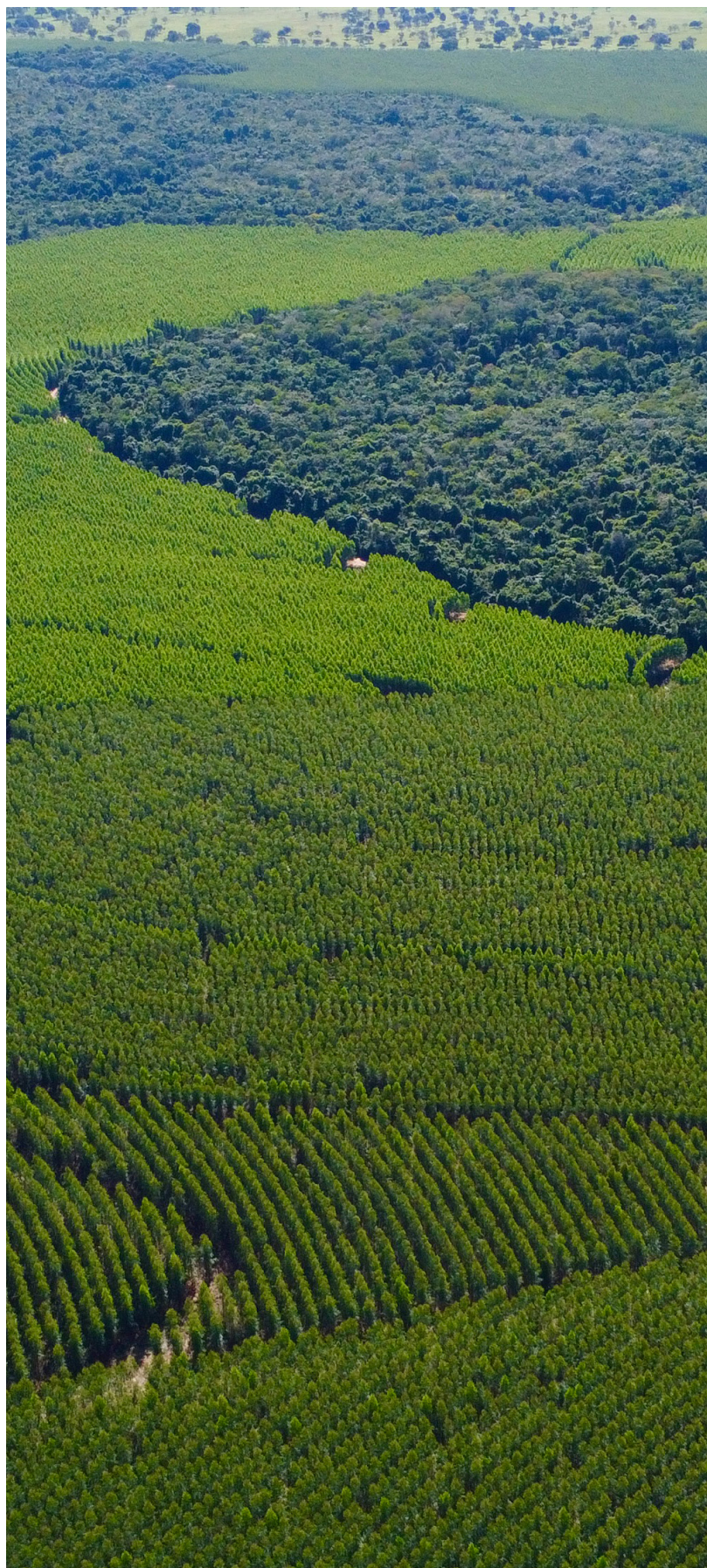
Essa integração também aproxima definitivamente o melhoramento da silvicultura de precisão. Não buscamos simplesmente um clone superior, mas a melhor combinação entre material e ambiente. Em outras palavras, o material certo, no ambiente certo, aumentando a probabilidade de converter potencial genético em produtividade, estabilidade e valor realizados no campo.

Mas talvez a transformação mais profunda esteja no próprio desenho dos programas. Se informações genômicas, fenômicas e ambientais reduzem incertezas em momentos diferentes, faz sentido exigir que todos os materiais percorram exatamente as mesmas etapas e aguardem o mesmo tempo para avançar? Nossa resposta tem caminhado para programas mais dinâmicos, nos quais o nível de informação disponível e o risco remanescente determinam a velocidade de avanço de cada material.

Materiais com maior confiança de desempenho avançam mais rapidamente; outros recebem validação adicional direcionada à incerteza que ainda carregam. O objetivo não é eliminar experimentos nem simplesmente encurtar ciclos, mas fazer com que cada experimento responda a uma incerteza relevante e aproxime uma decisão.

Esse desenho traz uma consequência prática para a governança dos programas: risco deixa de ser tratado apenas no nível do clone individual e passa a ser gerenciado também no nível do portfólio, evitando que um material de excelente desempenho médio concentre área plantada além do que a diversidade genética da base recomenda. Decisões de avanço mais informadas olham não só para o potencial produtivo isolado, mas para o equilíbrio entre potencial, incerteza e exposição do portfólio como um todo.

Uma vez estabelecida a capacidade de prever o desempenho de materiais em diferentes ambientes, surge outro



Mosaico de plantios da Bracell-MS, resultado da alocação de



materiais às diferentes condições da paisagem.

desafio: transformar essas recomendações em decisões operacionais em larga escala. Afinal, a melhor recomendação biológica nem sempre corresponde automaticamente à melhor decisão operacional.

É aqui que agentes de inteligência artificial começam a ganhar espaço, orquestrando as recomendações dos modelos genômico-ambientais com restrições operacionais, como janela de plantio, disponibilidade de mudas, logística e demanda industrial. O objetivo não é substituir o modelo nem o julgamento do melhorista, mas ampliar a capacidade de tomada de decisão em sistemas cada vez mais complexos.

Acelerar, portanto, não significa assumir mais risco. Significa conhecer o risco mais cedo e saber onde ele ainda é alto demais para avançar. Da mesma forma, precisão não significa apenas aumentar a acurácia de um modelo, mas aumentar a qualidade das decisões sobre o que avançar, onde testar e onde plantar.

É por isso que acreditamos que a inovação no melhoramento florestal não está isoladamente na genômica, na ambientômica, na fenômica ou na inteligência artificial. Está na integração dessas ferramentas, com clareza sobre seus limites, para redesenhar a forma como geramos, testamos, selecionamos e alocamos novos materiais.

Em uma atividade de ciclos longos, velocidade passa a ser parte da inovação. O desafio não é apenas desenvolver materiais melhores, mas reduzir o tempo necessário para identificá-los, validá-los e posicioná-los corretamente no campo, sem abrir mão do rigor que sustenta a confiança do setor.

O novo melhoramento será mais rápido e mais preciso não porque avalia mais, mas porque aprende mais cedo. E o futuro da área não será definido pela capacidade de gerar mais dados, mas pela capacidade de transformar esses dados em decisões confiáveis antes que o ciclo biológico termine. ●



A árvore do futuro não pode esperar

O melhoramento genético está entre os grandes responsáveis pela produtividade e competitividade alcançadas pelas florestas plantadas brasileiras. Décadas de seleção, recombinação, clonagem e experimentação permitiram ampliar ganhos e disponibilizar materiais cada vez mais produtivos e adaptados. Esse legado permanece fundamental. Mas acredito que estamos entrando em um novo ciclo, no qual o desafio não é apenas gerar ganho genético, e sim compreender e capturar esse ganho com maior precisão e em menos tempo.

Durante muito tempo, a produtividade ocupou o centro das decisões. Ela continua essencial, mas já não é suficiente para definir um material superior. A expansão das fronteiras de produção, a maior variabilidade ambiental, os eventos climáticos, as pressões de pragas e doenças e as exigências da indústria tornaram a seleção muito mais multidimensional. Hoje precisamos combinar produtividade e estabilidade com adaptação, tolerância aos estresses hídricos, pragas e doenças, eficiência nutricional e fisiológica, capacidade de propagação e qualidade da madeira.

É nesse contexto que acredito que a busca pela “árvore perfeita” ganha uma dimensão mais ampla. Não se trata de encontrar um único genótipo superior para todas as situações. A árvore perfeita passa a ser a árvore certa para cada contexto: aquela capaz de expressar seu potencial no ambiente em que será plantada e entregar a matéria-prima adequada à finalidade planejada, dentro de um nível de risco conhecido. A pergunta deixa de ser apenas “qual é o melhor clone?” e passa a ser “qual é o melhor material para este ambiente, este produto e para as condições que esperamos encontrar ao longo da rotação?”.

Existe ainda uma variável especialmente importante nessa equação: o tempo. Para espécies florestais, uma decisão tomada hoje pode levar anos para revelar plenamente seus resultados. Entre realizar um cruzamento, avaliar progênies, selecionar indivíduos, cloná-los, testá-los em diferentes ambientes e recomendar um novo material existe um longo caminho.

A visão de longo prazo continua sendo uma condição essencial para o melhoramento florestal. Mas uma cultura de ciclo longo não precisa significar um programa de aprendizado lento. Não podemos eliminar o tempo biológico da árvore, nem acredito que esse deva ser o objetivo. A experimentação de campo continuará insubstituível. Precisamos observar como os materiais respondem ao ambiente real, ao clima e aos diferentes estresses. O que podemos mudar é quanto tempo levamos para aprender com essas respostas. ➔



A busca pela “árvore perfeita” ganha uma dimensão mais ampla. Ela passa a ser a árvore certa para cada contexto: expressando seu potencial no ambiente e entregar a matéria-prima planejada, sob o nível de risco conhecido. "

Brígida Maria Reis Teixeira Valente

Gerente de Melhoramento, Biotecnologia e Tecnologia da Madeira da Eldorado

The PONSSE logo is located in the top right corner. It consists of the word "PONSSE" in a bold, black, sans-serif font, with each letter contained within a separate yellow rectangular block.

PONSSE

COBRA + DH7: **O EQUIPAMENTO PERFEITO** **O MELHOR TIME**

- PROJETADO PARA OPERAÇÕES COM EUCALIPTO
- MEDIÇÃO PRECISA DO COMPRIMENTO
- ALIMENTAÇÃO EFICIENTE POR DOIS ROLOS
- PROJETADO PARA PRODUTIVIDADE E DURABILIDADE

A logger's best friend
www.ponsse.com

Para mim, essa é uma das grandes oportunidades atuais do melhoramento: antecipar conhecimento sem comprometer a validação. Acelerar o melhoramento não significa decidir com menos informação. Significa obter informação relevante mais cedo e utilizá-la melhor. Em uma cultura de ciclo longo, importa não somente quanto ganho genético uma estratégia proporciona, mas também quanto tempo precisamos para identificá-lo, validá-lo e capturá-lo na floresta comercial. Precisamos pensar cada vez mais em ganho genético por unidade de tempo.

É justamente nessa necessidade de aprender mais cedo que diferentes tecnologias começam a convergir. A genômica amplia nossa capacidade de conhecer o potencial genético dos indivíduos, enquanto outras ciências ômicas ajudam a aprofundar a compreensão dos processos que explicam o caminho entre o genótipo e o fenótipo. A fenômica amplia nossa capacidade de caracterizar como a planta se desenvolve e responde, enquanto a ambientômica permite representar com maior detalhe as condições em que esse desempenho se expressa. Somam-se a isso a propagação, o sensoriamento e a Tecnologia da Madeira, gerando diferentes camadas de informação que podem ser conectadas por modelos preditivos e inteligência artificial.

Nenhuma dessas tecnologias, isoladamente, representa uma transformação completa do melhoramento. O valor surge quando elas começam a conversar. Nossa capacidade de gerar dados cresceu enormemente, mas mais dados não significam necessariamente mais conhecimento. Podemos acumular milhões de registros e ainda ter dificuldade para responder às perguntas que realmente importam, se genética, ambiente, fenótipo e madeira permanecerem desconectados.

O desafio é transformar essas diferentes camadas de informação em respostas para questões concretas: por que determinado material se destaca em um ambiente e perde desempenho em outro? Por que apresenta maior estabilidade ou eficiência? Qual material tende a responder melhor diante de determinado estresse? Qual poderá entregar uma madeira mais adequada ao processo industrial?

Modelos preditivos e inteligência artificial ganham relevância nesse contexto, não para substituir o conhecimento do melhorista ou a experimentação, mas para ampliar nossa capacidade de interpretar relações, reduzir incertezas e antecipar cenários.

O modelo pode indicar onde olhar. O campo continua nos dizendo se estamos olhando na direção correta.

Uma árvore pode apresentar excelente crescimento e não entregar as características necessárias ao produto final. Por isso, o Melhoramento Genético precisa estar cada vez mais próximo da Tecnologia da Madeira. Avaliações não destrutivas, espectroscopia e outras tecnologias permitem incorporar essas características mais cedo à seleção. Na minha avaliação, precisamos avançar do volume para o valor: não apenas produzir mais metros cúbicos por hectare, mas produzir a madeira adequada, no ambiente adequado, com produtividade, estabilidade, eficiência e risco conhecidos.

Drones, sensores, genômica, automação, modelos e inteligência artificial são ferramentas poderosas, mas sua presença, por si só, não significa inovação. Para mim, a medida da inovação não está na quantidade de tecnologias incorporadas, mas na capacidade de transformar informação em uma decisão melhor: priorizar mais cedo uma progênie, direcionar quais indivíduos devem avançar para clonagem, tornar os testes mais eficientes, posicionar um clone com maior precisão ou antecipar uma característica relevante para a indústria.

É essa lógica que pode transformar o melhoramento em um sistema contínuo de aprendizado, no qual cada experimento e cada floresta comercial alimentam as próximas seleções, recomendações e cruzamentos. Nesse sentido, cada floresta que plantamos deveria nos ajudar a construir uma floresta melhor no futuro.

Acredito que o melhoramento florestal continuará combinando ciência, experimentação e experiência. O que muda é nossa capacidade de conectar conhecimentos e utilizá-los mais cedo. O futuro estará menos em procurar simplesmente “o melhor clone” e mais em prever qual material genético tem maior probabilidade de entregar o resultado esperado para determinado ambiente, produto e cenário futuro.

Não precisamos encurtar a biologia da árvore. Precisamos encurtar o caminho entre observar, compreender e decidir.

A busca pela árvore perfeita continua. O novo desafio é compreender, cada vez mais cedo, qual é a árvore certa para cada ambiente e para cada finalidade.

“Acelerar o melhoramento não significa decidir com menos informação. Significa obter informação relevante mais cedo e utilizá-la melhor.” ●





Melhoramento genético: a tecnologia que começa nas pessoas

Poucas áreas contribuíram tanto para a competitividade da silvicultura brasileira quanto o melhoramento genético florestal. Grande parte dos expressivos ganhos de produtividade observados nas plantações comerciais de eucalipto nas últimas décadas é resultado direto da seleção genética, dos programas de cruzamento, da clonagem de materiais superiores e da integração contínua entre pesquisa e operação.

Graças a esse esforço de longo prazo, o Brasil consolidou uma das silviculturas mais produtivas do mundo. Os ganhos acumulados pelo melhoramento genético permitiram ampliar a produção de madeira em áreas cada vez menores, reduzir a pressão por expansão territorial, fortalecer a competitividade da cadeia de base florestal e oferecer contribuições relevantes para uma bioeconomia cada vez mais sustentável.

No entanto, os desafios que se apresentam para as próximas décadas são diferentes daqueles enfrentados pelas gerações anteriores de melhoristas. As mudanças climáticas impõem novas exigências aos programas de melhoramento. Eventos extremos mais frequentes, alterações nos regimes hídricos, novas pressões de pragas e doenças e uma crescente variabilidade ambiental exigem uma nova visão sobre o que significa sucesso em genética florestal.

Se no passado a principal pergunta era como aumentar a produtividade, hoje precisamos responder também como desenvolver florestas mais resilientes. Produtividade continua sendo fundamental, mas resiliência passou a ocupar posição igualmente estratégica. A capacidade de manter desempenho diante de ambientes cada vez mais desafiadores tornou-se um dos principais objetivos dos programas modernos de melhoramento.



Talvez o maior desafio do melhoramento genético nas próximas décadas não seja tecnológico. Talvez seja humano."

**Leandro Siqueira, Shinitiro Oda
e Eduardo José de Mello**

Gerente de Genética e Melhoramento na
Suzano e Consultores de Melhoramento
e Biotecnologia, respectivamente

Nesse contexto, a conservação dinâmica dos recursos genéticos de eucalipto ganha importância ainda maior. Coleções genéticas, o entendimento da evolução das espécies na origem durante milênios, bancos de germoplasma, populações-base e iniciativas de conservação representam muito mais do que um acervo científico, constituem uma reserva estratégica para o futuro da silvicultura nacional. Em um cenário de incertezas climáticas, a diversidade genética passa a ser uma das maiores garantias de adaptação. Preservar recursos genéticos significa preservar oportunidades, manter abertas possibilidades de solução para desafios que talvez ainda nem conheçamos.

Ao mesmo tempo, a inovação tecnológica amplia significativamente a capacidade dos programas de melhoramento. Ferramentas genômicas e fenômicas, biotecnologia, sensoriamento remoto, inteligência artificial, modelagem preditiva e ciência de dados vêm acelerando processos e ampliando a precisão das decisões. O que antes demandava muitos anos de observações e análises hoje pode ser realizado com maior velocidade, profundidade e assertividade.

Mas há uma reflexão importante.

Nenhuma dessas tecnologias gera impacto por si só.

Por trás de cada algoritmo, existe alguém formulando perguntas. Por trás de cada modelo preditivo, existe alguém interpretando resultados. Por trás de cada inovação, existe um profissional transformando conhecimento em valor para a sociedade. Talvez o maior desafio do melhoramento genético nas próximas décadas não seja tecnológico.

Talvez seja humano.

O desenvolvimento de um melhorista continua sendo uma construção de longo prazo. Trata-se de um profissional que precisa combinar sólida formação técnica com capacidade de observação, visão sistêmica e entendimento profundo dos processos biológicos. É uma formação construída pela convivência com diferentes gerações, pela experiência de campo, pelo aprendizado contínuo e pela exposição a desafios complexos.

O profissional de vanguarda que os programas de melhoramento exigirão no futuro deverá reunir características que vão muito além do domínio da genética. Necessitará de conhecimento técnico profundo, mas também de escuta ativa, habilidade de comunicação, paciência para compreender fenômenos biológicos de longo ciclo, criatividade para resolver problemas, autoconfiança para tomar decisões em cenários de incerteza, capacidade de atuar em múltiplas frentes e, acima de tudo, paixão permanente pelo conhecimento. A diversidade de ideias, experiências e perspectivas também será cada vez mais determinante para a qualidade das soluções construídas.

Da mesma forma, a inovação depende da construção de times de vanguarda. Equipes de alto desempenho são formadas por pessoas que compartilham objetivos comuns, praticam comunicação aberta e transparente, desenvolvem confiança mútua e valorizam diferentes pontos de vista. São grupos capazes de transformar conflitos em aprendizado, assumir responsabilidade coletiva pelos resultados, adaptar-se rapidamente às mudanças e manter alinhamento com os objetivos estratégicos da organização. Em um ambiente de crescente complexidade, a inovação deixa de ser resultado do esforço individual e passa a ser consequência direta da qualidade das interações entre as pessoas.

Ao refletirmos sobre a importância das pessoas na construção da inovação, inevitavelmente somos conduzidos à história do programa de melhoramento genético da Suzano.

Em 2024, a Suzano completou 100 anos de história, no mesmo ano que seu programa de pesquisa em melhoramento genético completou 60 anos de existência. Mais do que a longevidade, o que torna essa trajetória especial é sua continuidade. Ao longo dessas seis décadas, a empresa evoluiu, novos desafios surgiram, tecnologias foram incorporadas e diferentes movimentos corporativos transformaram sua dimensão e seu alcance. ↪

Melhoramento genético florestal

Entretanto, o programa de melhoramento genético manteve uma característica fundamental: sua soberania. Em vez de sofrer rupturas a cada transformação organizacional, o programa preservou sua essência e continuou evoluindo de forma consistente.

Nós, autores deste artigo, temos a satisfação de representar três gerações dessa história. Shinitiro Oda participou da construção dos alicerces do programa. Eduardo José de Mello contribuiu para sua consolidação e crescimento. Leandro de Siqueira representa a geração que hoje ajuda a projetá-lo para o futuro. Embora tenhamos vivenciado momentos distintos dessa trajetória de 60 anos, compartilhamos uma mesma convicção: o sucesso duradouro de um programa de melhoramento não é resultado de uma única geração, mas da capacidade de cada geração contribuir, preservar e transferir conhecimento para a seguinte.

Este legado também pertence às centenas de pessoas que dedicaram suas carreiras ao programa: pesquisadores, coordenadores, técnicos, laboratoristas, analistas e profissionais de campo que, muitas vezes longe dos holofotes, foram responsáveis por transformar observações em conhecimento, conhecimento em inovação e inovação em florestas que ajudaram a construir a competitividade da silvicultura brasileira.

Pertence igualmente às universidades, aos institutos de pesquisa, aos programas cooperativos e aos professores formadores que, ao longo dessas décadas, prepararam sucessivas gerações de geneticistas e melhoristas florestais. São eles que mantêm viva a base científica da qual emergem novas ideias, novos talentos e novas tecnologias.

A força de um programa de melhoramento não está apenas em sua capacidade de selecionar árvores superiores, mas também em sua capacidade de formar pessoas, conectar instituições e construir pontes permanentes entre ciência e aplicação prática.

Ao observarmos essa trajetória de sessenta anos, percebemos que o principal

patrimônio acumulado pelo programa não está apenas em seus bancos genéticos, em suas populações de melhoramento ou em suas extensas bases de dados. Seu maior patrimônio está na transferência contínua de conhecimento entre gerações.

Cada melhorista que chegou ao programa trouxe novas ideias, incorporou novas ferramentas e ampliou sua capacidade de resposta aos desafios do tempo. Ao mesmo tempo, respeitou e valorizou aquilo que havia sido construído anteriormente. A inovação ocorreu de forma cumulativa. Em vez de substituir conhecimento, buscamos expandi-lo. Em vez de romper com o passado, procuramos utilizá-lo como plataforma para construir o futuro.

Talvez esse seja um dos segredos dos programas verdadeiramente duradouros: a capacidade de inovar continuamente sem perder sua identidade.

As florestas do futuro certamente serão resultado da convergência entre genética avançada, inteligência artificial, automação, ciência de dados e novas abordagens biotecnológicas. Contudo, nenhuma dessas tecnologias será suficiente se não houver pessoas preparadas para transformá-las em soluções reais. Estas tecnologias disruptivas deverão oferecer ao melhorista um maior tempo disponível para observações e análises em tempo real e no campo, onde os fenômenos e a produtividade de fato acontecem.

Depois de seis décadas de história, uma das principais lições deixadas pelo melhoramento genético é que a verdadeira inovação não começa em laboratórios, computadores ou algoritmos. Ela começa nas pessoas. São elas que preservam conhecimento, constroem pontes entre gerações, formam equipes, lideram transformações e garantem que cada novo avanço possa servir de base para o próximo.

Porque, no fim, as melhores florestas começam muito antes do plantio. Começam nas pessoas que dedicam suas vidas a construí-las. ●

Na Lignum Latin America, a Tracbel apresenta novas soluções Tigercat

Para levar mais produtividade, segurança e sustentabilidade às operações florestais.

Tigercat | TCI.



TIGERCAT Guincho auxiliar 120

Mais segurança e estabilidade para enfrentar terrenos de alta declividade.

Com 205 kN de capacidade de tração, o Tigercat 120 auxilia fellers, shovels, skidders e outras máquinas a superar encostas íngremes com tração constante e maior controle operacional.

TIGERCAT Carbonizer 6040

Transformando resíduos em novas possibilidades.

Tecnologia para processar resíduos de madeira diretamente no campo e convertê-los em **biochar**, reduzindo em até **90% o volume do material** e agregando sustentabilidade à operação florestal.

Visite a Tracbel na Lignum Latin America



De 15 a 17 de setembro

No Expotrade Convention Center - Pinhais/PR

Nossa equipe técnica e comercial estará no estande para apresentar as soluções, esclarecer dúvidas e ajudar você a encontrar a melhor configuração para sua operação.

Acesse:
www.tracbel.com.br

Siga:
[@tracbelflorestalelogistica](https://twitter.com/tracbelflorestalelogistica)

Fale conosco:
0800 200 1000

Tracbel[®]
Florestal e Logística



Melhoramento genético florestal

Voltar às raízes para continuar avançando

Em tempos de genômica, inteligência artificial, edição gênica e transgenia, talvez uma das maiores inovações do melhoramento florestal seja não esquecer aquilo que sempre o fez funcionar.

O melhoramento do eucalipto no Brasil começou com a introdução de espécies no início do século XX, inicialmente com boa adaptação. A partir dos anos 1950, o Instituto Agrônomo de Campinas intensificou a seleção de árvores superiores. Com a expansão dos plantios para novas regiões e o avanço da clonagem, a seleção massal nos povoamentos existentes ganhou importância. Mesmo com plantios clonais, foi necessário estabelecer progênies para ampliar a variabilidade e sustentar novos ciclos de seleção. Essa estratégia, predominante até os anos 1990, foi fundamental para o sucesso da eucaliptocultura brasileira e representa a essência do que chamamos de “melhoramento raiz”.

Atualmente, vivemos um momento fascinante para o melhoramento genético florestal. Nunca tivemos tantas ferramentas à disposição.

Genotipamos milhares de indivíduos, construímos modelos capazes de explorar a interação entre genótipos e ambientes, incorporamos variáveis climáticas às predições, avançamos

em fenotipagem de alta precisão, trabalhamos com marcadores moleculares e sequenciamento de genoma e começamos a falar com naturalidade crescente sobre edição gênica e transgenia.

É difícil não se entusiasmar. E devemos nos entusiasmar mesmo! Mas talvez seja justamente em períodos de grande avanço tecnológico que devemos fazer o exercício de recordar uma verdade simples: nenhuma tecnologia torna dispensável um bom programa de melhoramento.

Sou de uma “safra” de melhoristas formados que já convive com boa parte dessas novas ferramentas e possui aptidão para lidar com elas. Por isso, esta não é uma defesa saudosista do passado, ao contrário. É uma defesa de que avancemos ainda mais — mas com raízes fortes.

Há algo pouco glamoroso em falar de qualidade de muda, preparo de área, uniformidade de bloco, controle de mato competição, garantia de sobrevivência, delineamento experimental adequado, tamanho de parcela, número de repetições e qualidade das avaliações.



Atualmente, vivemos um momento fascinante para o melhoramento genético florestal. Nunca tivemos tantas ferramentas à disposição. "

Ana Flávia Cunha F. Oliveira

Especialista em Melhoramento
Genético Florestal na Dexco

Mas talvez sejam exatamente essas coisas pouco glamourosas que sustentem as decisões mais importantes de um programa.

O mesmo raciocínio vale para a sofisticação das análises, modelos e fontes de informação disponíveis, que atualmente é extraordinária. Hoje contamos com seleção genômica, análises multiambientais e de interação genótipo $\times$ ambiente, fenotipagem de alta precisão, informações genômicas em diferentes níveis, métodos de *machine learning*, entre outras ferramentas.

Mas tecnologia sofisticada não corrige, por milagre, um experimento ruim. Ao contrário: quanto mais sofisticada a ferramenta, maior o valor de alimentá-la com dados de qualidade.

Talvez aqui caiba uma provocação. Na busca legítima por reduzir custos, encurtar ciclos e tornar o melhoramento mais eficiente, precisamos tomar cuidado para não reduzir demais aquilo que sempre foi a matéria-prima da seleção: o número de clones testados. Um estudo recente mostra que testar menos de 500 clones em testes clonais, levando em consideração seu tempo em campo e a exigência alta na seleção do melhor clone para ser recomendado, não compensa. Talvez parte de nossa energia deva continuar sendo investida não apenas em descobrir maneiras mais sofisticadas de prever qual indivíduo será superior, mas também em garantir que tenhamos muitos indivíduos bons para escolher.

Outra lição antiga que ganha nova importância é a interação genótipo $\times$ ambiente. Em espécies florestais, selecionar um material superior nunca significou apenas encontrar uma árvore geneticamente boa. Significa compreender onde, como e sob quais condições aquele material expressa sua superioridade. Isso se torna ainda mais relevante diante das mudanças climáticas. Os ambientes futuros dificilmente serão os mesmos daqueles em que os materiais foram selecionados. Estudos recentes com eucalipto chamam atenção justamente para a necessidade de selecionar genótipos estáveis e tolerantes diante da menor previsibilidade climática.

Por isso, explorar ambientes não deveria ser visto apenas como um custo da experimentação. É um investimento em segurança.

Quanto mais ampla e representativa for a rede experimental, maior será nossa capacidade de compreender adaptabilidade, estabilidade e riscos associados à recomendação. A interação genótipos $\times$ ambientes ainda não tem substituto.

E, por fim, existem novas formas de fazer o velho melhoramento, e isso não significa fazer tudo exatamente como fazíamos décadas atrás. Algumas das inovações mais interessantes do melhoramento florestal recente nasceram justamente de novas maneiras de executar princípios clássicos.

O teste de progênies clonadas é um excelente exemplo, sendo uma estratégia que visa aumentar precisão e ganhar tempo. O mesmo vale para os compostos clonais. É uma mudança conceitual interessante: talvez o melhor material genético nem sempre precise ser pensado como um clone, mas, em determinadas situações, como uma combinação inteligente de clones.

É importante pensarmos que nem toda onda tecnológica se transformará em ganho genético operacional. Algumas transformarão o setor e outras desaparecerão. Cabe ao melhorista distinguir umas das outras — sem resistência ao novo, mas também sem abandonar os princípios que sobreviveram décadas justamente porque funcionam.

Por último, muito se tem falado que não estamos mais conseguindo os mesmos ganhos nos programas de melhoramento genético, mas os resultados obtidos até agora são sustentados pela seleção, e, mesmo com as plantações migrando para regiões marginais, ela ainda é o que sustenta a produtividade.

No fim, talvez avançar no melhoramento florestal exija uma combinação curiosa: olhos atentos ao futuro e pés muito bem fincados no campo.

Porque uma árvore pode crescer muito. Mas continua dependendo das raízes. ●



A silvicultura no limite do risco

O setor florestal brasileiro vive um paradoxo: investimentos recordes e demanda crescente por madeira, mas o campo não encontra gente qualificada e a mecanização do eucalipto avança aquém do necessário.

O resultado é um gargalo duplo que pressiona custos, prazos e produtividade. Para o engenheiro florestal e o agrônomo, a questão é estratégica: entregar floresta em pé, no prazo e no custo planejado depende menos do manejo e mais da disponibilidade de mão de obra qualificada e de máquinas. Para o investidor e o fornecedor, esse gargalo é a maior janela de criação de valor da próxima década.

O gargalo humano:

A escassez não é mais pontual. O Programa Cooperativo sobre Mecanização e Automação Florestal – PCMAF, do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – IPEF, registra redução da mão de obra diante de empregos menos laboriosos em outros setores e do aumento dos custos de contratação, agravada nas novas fronteiras (MS) e nas regiões tradicionais (MG, SP, PR, RS). O ponto crítico é a qualificação: a mecanização transforma o perfil do trabalhador, que cede lugar ao operador de máquinas, ao leitor de mapas de plantio, ao técnico de manutenção e ao especialista em sensoriamento. A Suzano já formou 433 operadores em 9 turmas, mas o setor projeta triplicar o contingente direto em MS até 2032.

Para o investidor, a formação de capital humano é tão estratégica quanto a de capital físico.

O gargalo tecnológico:

O levantamento do PCMAF 2024/2025, com 18 empresas, confirma o quadro desigual: cerca de 48,5% das empresas eram mecanizadas contra 45% manuais.

O plantio segue predominantemente manual ou semimecanizado. As lacunas aparecem no plantio mecanizado, na irrigação, na adubação, no controle de pragas e na conservação de solos e estradas. A ausência de uma indústria nacional robusta de máquinas dedicadas converte o gargalo operacional em dependência estratégica de fornecedores estrangeiros — e abre ao fornecedor nacional uma oportunidade de codesenvolvimento.

Os gargalos operacionais na prática:

A operação enfrenta gargalos cumulativos: escassez de equipamentos dedicados ao plantio florestal (predomínio de adaptações agrícolas que afetam precisão e sobrevivência), áreas com relevo desfavorável à mecanização, mudas de baixa qualidade e baixo investimento em P&D.



As florestas plantadas brasileiras seguem um ativo de classe mundial; garantir gente qualificada e tecnologia em escala define quem capturará o valor. "

Hernon José Ferreira

Consultor da W.F.Diniz Consultoria Florestal

aperam

Genética que Cultiva Produtividade e Inovação.

Genética avançada para
impulsionar o futuro do
setor florestal.



Produtividade

Mais crescimento
e eficiência



Tecnologia

Inovação que gera
resultados.



Sustentabilidade

Boas soluções hoje,
Impactos positivos amanhã.

Descubra o potencial da genética avançada para o
seu campo

Contato Comercial **BioEnergia**

 **+55 (33) 9961-3241**

O déficit hídrico recorrente em função das variações climáticas enfraquece os povoamentos e favorece o ataque de pragas nativas — saúvas (*Atta spp.*) e quenquêns (*Acromyrmex spp.*) — e exóticas — psílideo-de-concha (*Glycaspis brimblecombei*), vespa-da-galha (*Leptocybe invasa*) e percevejo bronzeado (*Thaumastocoris peregrinus*) —, além da lagarta-elasma (*Elasmopalpus lignosellus*) em estiagens severas. O manejo integrado e a seleção de clones tolerantes à seca tornam-se indispensáveis para evitar a perda de produtividade e a pressão sobre custos operacionais.

Os custos de formação da floresta:

Os custos médios no Brasil para formação de florestas de eucalipto giram de R\$ 15.000,00 a R\$ 18.000,00 por hectare no ciclo de sete anos, incluindo insumos (fertilizantes — adubo, calcário e gesso; e defensivos — herbicidas, inseticidas e fungicidas), mudas clonais (R\$ 1.300,00 a R\$ 1.500,00 por milheiro) e serviços de mão de obra e equipamentos, executados por empresas prestadoras de serviços (EPS), que embutem impostos e lucro nas tarifas. No ponto médio (R\$ 16.500,00/ha), a composição é:

Os custos médios para implantação e/ou reforma de florestas de eucalipto distribuem-se entre serviços com mão de obra e equipamentos das empresas prestadoras de serviços (EPS), insumos (fertilizantes e defensivos), mudas de clones de eucalipto, impostos e o lucro de 10% das EPS, conforme detalhado na tabela em destaque.

Valores médios ilustrativos para implantação e/ou reforma de florestas de eucalipto no ciclo de 7 anos, no ponto médio da faixa de R\$ 15.000,00 a R\$ 18.000,00 por hectare. Não incluem aquisição de terras nem arrendamento.

CUSTOS MÉDIOS PARA A IMPLANTAÇÃO E/OU REFORMA DE FLORESTAS DE EUCALIPTO NO BRASIL Ciclo de 7 anos		
Componente de custo	Valor (R\$/ha)	%
Serviços com mão de obra e equipamentos (EPS)	7.000,00	~36
Insumos (fertilizantes + defensivos)	5.800,00	~35
Mudas de clones de eucalipto	1.500,00	~15
Impostos	1.600,00	~10
Lucro das EPS (10%)	600,00	~4
TOTAL	16.500,00	100

A janela de transição e o papel da automação:

A mecanização é caminho sem volta: reduz riscos, eleva produtividade e melhora a ergonomia. O risco está na janela de transição: sem formação, o setor troca a escassez de trabalhador braçal pela escassez de operador qualificado. A automação é a resposta estrutural. A silvicultura de precisão, que combina genética, sensoriamento, dados e IA, otimiza o manejo do plantio à colheita. Em um setor que movimenta cerca de R\$ 240 bilhões e administra mais de 10,5 milhões de hectares, a IA acelera o plantio mecanizado e a manutenção pós-plantio. O caminho combina importação de tecnologia madura com codesenvolvimento junto à indústria nacional.

O déficit de oferta de madeira e a integração sul-americana:

O déficit de oferta de madeira tornou-se estrutural com a expansão da demanda por biomassa, celulose, painéis e etanol de milho (Centro-Oeste, Sudeste e Nordeste). Parcerias na América do Sul — Uruguai, Paraguai, Argentina, Chile e Colômbia — surgem como alternativas de suprimento competitivo diante de menor tributação, custos menores de terra, solos aptos, clima favorável e relevo mecanizável. O arrendamento rural, a parceria rural e o fomento florestal consolidam-se como modalidades para expandir a base florestal mitigando a imobilização de capital.

Visão prospectiva:

A escassez de mão de obra e o atraso da mecanização são um problema de cadeia de suprimentos e competitividade. A resposta exige três frentes: formação contínua (Senai e institutos federais), mecanização priorizada e automação com IA em que o retorno é mais rápido. Para o investidor, o capital que financiar formação, máquinas e automação entra antes da escassez se aprofundar. Para o fornecedor, a lacuna de indústria nacional de máquinas é um mercado ainda não ocupado. As empresas que tratarem essa transição como decisão estratégica sairão à frente. As florestas plantadas brasileiras seguem um ativo de classe mundial; garantir gente qualificada e tecnologia em escala define quem captará o valor. ●



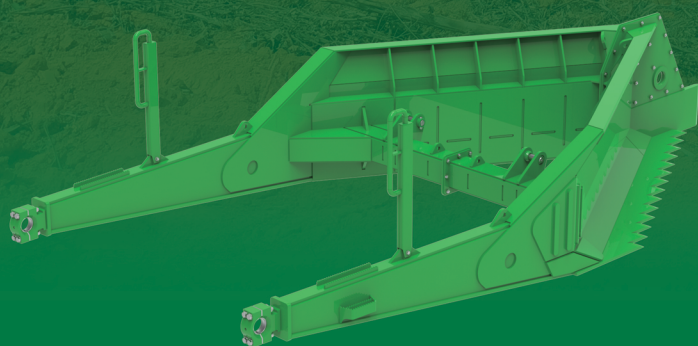
FELDERMANN

— FOREST & AGRICULTURE —



Lâmina Frontal V-Shear

Subsolador
Florestal
S600



www.feldermann.com.br



Inovações tecnológicas no sistema florestal

Dados e campo devem apontar na mesma direção

Estamos acostumados a receber notícias diárias sobre novas tecnologias que prometem transformar o nosso futuro. Quando olhamos para o setor florestal, não é diferente: a inteligência artificial aplicada às mais variadas ferramentas passou a fazer parte do cotidiano de quem acompanha a evolução da silvicultura. Máquinas cada vez mais conectadas, sistemas de telemetria que antes eram opcionais e hoje são itens de série, sensoriamento remoto, visão computacional já fazem parte, em diferentes níveis, da realidade do setor.

Nas últimas décadas, o setor buscou e desenvolveu ferramentas responsivas e eficientes para resolver problemas específicos e na Sylvamo não foi diferente. Desde o uso de imagens de satélite para monitorar nossos maciços florestais até uso de drones nas aplicações de herbicidas, controle de pragas ou em inspeções detalhadas de qualidade e sobrevivência dos plantios, essas ferramentas foram ganhando cada vez mais espaço e credibilidade. Integrados a tudo isso, estão disponíveis também sensores que capturam a dinâmica do clima e sistemas de gestão que consolidam nossos controles. Essas ferramentas podem ser usadas de forma isolada, porém, quando analisadas conjuntamente, elas são capazes de potencializar o resultado não somente para quem as utiliza, mas para todo o setor florestal.

De fato, nas últimas décadas o setor buscou e desenvolveu ferramentas responsivas e eficientes para problemas específicos. Imagens de satélite monitoram grandes maciços; drones executam aplicações e inspeções detalhadas; sensores capturam a dinâmica do clima; e sistemas de gestão consolidam controles. Isoladas, essas ferramentas entregam apenas visões setoriais e fragmentadas.

Se no passado o desafio central era a conectividade e a precisão na coleta de dados, a nova fronteira é a análise integrada. O gargalo já não é obter ou armazenar dados, mas extrair deles conhecimento aplicável para orientar decisões. A transformação digital vai além de acumular *dashboards*: dados sem contexto não geram valor. A tecnologia precisa responder às perguntas que realmente importam: por que determinada área performa abaixo do esperado? Quais variáveis explicam desvios de produtividade e onde uma intervenção trará o melhor retorno?

É nesse ponto que a inteligência artificial altera o patamar das análises ao conectar diferentes camadas do ecossistema florestal. Dados de produtividade e inventário passam a dialogar diretamente com variações de solo, material genético, relevo e histórico de manejo.



Essas ferramentas podem ser usadas de forma isolada, porém, quando analisadas conjuntamente, elas são capazes de potencializar o resultado não somente para quem as utiliza, mas para todo o setor florestal. "

**Thiago Spatti Braga e
Luís Renato Junqueira**

Especialista de Tecnologia e Inovação
e Gerente de Pesquisa e Inovação da
Sylvamo, respectivamente



Informações obtidas por sensoriamento remoto são automaticamente confrontadas com observações de campo, enquanto o desempenho de uma máquina é interpretado sob a ótica das condições do talhão onde operou.

Nesse cenário, os agentes de inteligência artificial talvez representem o próximo salto evolutivo. Em vez de apenas exibir um indicador estático, agentes atuando de forma autônoma e colaborativa entre diferentes sistemas cruzam variáveis complexas, identificam anomalias silenciosas e estruturam diagnósticos orientados a objetivos específicos. Processos analíticos que antes exigiam dias de trabalho especializado agora ocorrem em instantes, ampliando a capacidade analítica do profissional e liberando seu tempo para interpretar resultados, validar hipóteses e tomar decisões estratégicas.

Essa integração é particularmente relevante porque as decisões raramente dependem de uma única variável. Produtividade, por exemplo, é resultado da interação entre genética, ambiente, manejo e execução. Da mesma forma, uma anomalia identificada por sensoriamento remoto pode ter origens completamente distintas dependendo das condições de solo, clima ou estágio de desenvolvimento de um povoamento. A capacidade de analisar essas relações em escala permite que se deixe de atuar apenas de forma reativa e se passe a antecipar situações de risco e oportunidades de melhoria.

Mesmo com toda essa capacidade analítica, é preciso resgatar uma perspectiva fundamental: a tecnologia deve servir como meio e ferramenta

de suporte, e não como substituta da decisão técnica e do olhar de campo.

Esse olhar para o campo, para o crescimento e o comportamento das florestas não pode ser realizado exclusivamente por meio da tecnologia, ele se sustenta em uma base de conhecimento técnico e experiência prática robusta.

Uma tecnologia pode ser desenvolvida rapidamente, mas sua verdadeira incorporação a uma operação exige tempo, maturidade e validação prática. Olhando para trás, percebemos que o avanço nas áreas de melhoramento genético, mecanização e automação e novas técnicas de manejo foi resultado de um processo contínuo de pesquisa, validação e prática. Antes das máquinas conectadas e dos algoritmos avançados, foi preciso construir um conhecimento sólido sobre a floresta, aprendizado que fundamentou, em grande parte, a expansão da cadeia de base florestal que vemos hoje.

Entendemos que a maturidade digital de uma organização não deveria ser medida pelo número de *softwares* contratados ou pela complexidade de seus algoritmos implementados. A floresta é um ecossistema vivo, dinâmico e complexo, cujas particularidades nem sempre cabem inteiramente em telas ou modelos estatísticos. Nenhuma tecnologia substitui o olhar crítico, o conhecimento robusto e a experiência prática. As tecnologias digitais e ferramentas autônomas podem servir como poderosos amplificadores da tomada de decisão humana, mas nunca como uma barreira que afasta o profissional da técnica de fazer floresta. ●



Empreendedorismo e inovação na silvicultura

Todos sabemos que na área do melhoramento genético do *Eucalyptus* e do *Pinus*, bem como na aplicação dos conhecimentos das geociências, o setor de base florestal é destaque internacional. Por outro lado, no desenvolvimento de máquinas e equipamentos e no financiamento de novas áreas de reflorestamento, temos muito a avançar.

É importante nos atentarmos para o fato de que, desde o início dos anos 1800, o tema empreendedorismo e inovação já é discutido. O economista Jean-Baptiste Say caracterizou nesta época que o empreendedor é o indivíduo que se baseia nos fatores de produção (terra, capital e trabalho) para transferir recursos de setores de baixa para os de alta produtividade, assumindo os riscos da atividade. Importante salientar que somente após a segunda guerra mundial é que surgem os fatores de produção modernos: a capacidade tecnológica e a capacidade empresarial.

Em 1942, Schumpeter apresenta a teoria da *Destruição criativa* afirmando que o empreendedorismo está no ato de perceber e aproveitar novas oportunidades. O empreendedor é o “motor do capitalismo”. Em termos macroeconômicos, o autor destaca que a inovação gera rupturas alterando os ciclos econômicos de forma contínua.

Em 1975, Sábato e Botana propõem uma articulação política-estratégica que define a inovação como sendo a união de esforços entre os Governos (como regulador e financiador da política), Universidades (com a formadora de pessoas e instituição de pesquisa) e a Empresariedade (como demandadores de conhecimento). Esta articulação é denominada de *Triângulo de Sábato*, um sistema de relação que caracteriza a inovação. Assim se conceituou Inovação como um modelo de desenvolvimento.

Peter Drucker, em 1985, em sua obra *Inovação e Empreendedorismo* nos trouxe à discussão temas importantíssimos ao empreendedorismo. Sua mais conhecida contribuição está nas estratégias empreendedoras:

- Com tudo e de frente, seja líder do seu mercado;
- Bater-lhes onde eles não estão, com rapidez e força;
- Nichos ecológicos, específicos e especializados;
- Mudanças de valores e características, crie valores e observe as percepções.

Já Larry Farrell, em 1993, publica o best-seller *Empreendedorismo: fundamentos das organizações empreendedoras*, em que seus estudos indicam que todo empreendedor possui:

- *Missão a Cumprir*, é uma questão de sobrevivência, é um comprometimento pessoal;
- *Visão produto/cliente*, o cliente e o produto são um só corpo;



A inovação está se voltando ao advento da aceleração digital forçada, adicionada à exponencialidade da inteligência artificial. Muito ainda está por vir. "

Dagoberto Stein de Quadros

Professor aposentado de Engenharia Econômica e Economia Florestal da FURB - Universidade Regional de Blumenau



- *Inovação Rápida*, é necessário sentir o calor da ardente de criar;
- *Gente Automotivada*, ame o que você faz, seja um exemplo.

Em seu livro *Dez Tipos de Inovação*, Larry Keeley apresenta em 1993 uma estrutura de inovação que se baseia em três categorias: a primeira com foco no funcionamento interno, a segunda com foco no produto ou serviço principal, e a terceira com foco no cliente. Uma importante contribuição veio em 2009, quando Tim Brown lançou o *Design Thinking* como um caminho para o fim das velhas ideias e que o processo tem de estar centrado no ser humano.

Nota-se que o conceito de inovação se alterou ao longo do tempo. De um modelo de desenvolvimento, passou a um modelo de gestão empresarial. Este fenômeno é comum na área da gestão de empresas principalmente quando surge uma nova expressão mágica e salvadora como a inovação. Nestes casos, invariavelmente, surgem arcabouços de conhecimentos colaterais à expressão da época, no entanto, estes sempre circulam em torno das cinco principais bases da ciência da administração que são o planejamento estratégico, o marketing, os recursos humanos, a gestão operacional e a análise econômica.

Atualmente se fala na quádrupla hélice, com a inserção da sociedade civil como quarta hélice, uma anomalia moderna e desnecessária. Também se discute atualmente que o foco da inovação deve estar na resiliência, ou seja, na capacidade humana de enfrentar momentos difíceis, mas seguir em frente. A inovação está se voltando ao advento da aceleração digital forçada, adicionada à exponencialidade da inteligência artificial. Muito ainda está por vir.

Conhecedores do histórico conceitual acima, da sua evolução ou retrocesso, e agora olhando para o setor de base florestal brasileiro, deve-se destacar que ele carece de ação no sentido da inovação e do empreendedorismo.

Um dos caminhos que temos é o de seguir os bons exemplos. Neste sentido, sugiro analisarmos o primeiro polo de inovação e parque tecnológico criado em Palo Alto, Califórnia/EUA, em 1951, o *Stanford Research Park*, criado com o esforço do município e de uma universidade, que é hoje considerado o epicentro do Vale do Silício e que dispensa apresentações.

No ano 2000, a partir do esforço da Prefeitura da cidade de Barcelona, Espanha, foi fundado o “22@Barcelona”, um Distrito de Inovação que transformou uma zona industrial degradada

em um polo tecnológico voltado a economia do conhecimento. Talvez o mais importante da Europa na atualidade.

No Brasil, também em 2000, foi fundado pelo Governo do Estado de Pernambuco, o “Porto Digital”, com o objetivo principal de reter talentos e revitalizar o centro histórico do Recife, e acabou sendo uma impressionante política pública de inovação e empreendedorismo.

No início da década de 2010, o Governo do Estado de Santa Catarina iniciou a concepção de um projeto de inovação que culminou com a criação da Rede Catarinense de Centros de Inovação. Com 20 unidades ativas ou em desenvolvimento no Estado de Santa Catarina, tem-se um grande exemplo de modelo de desenvolvimento calcado na Tríplice Hélice.

Na cidade de Blumenau-SC, estamos começando a transformar o nosso CIB – Centro de Inovação de Blumenau, no tão sonhado DIB – Distrito de Inovação de Blumenau, um passo importantíssimo no sentido de desenvolver uma microrregião a partir dos conceitos de inovação e empreendedorismo.

Pergunto onde estão os nossos exemplos? Infelizmente, talvez a melhor resposta seja a de que temos apenas iniciativas. Que, apesar do trabalho hercúleo de vários colegas e instituições, ainda não obtivemos grandes resultados. Carecemos de iniciativas contundentes no sentido de unir os esforços dos governos, das universidades e da empresariedade a favor da inovação e do empreendedorismo. Temos muito trabalho a ser realizado, esta é a parte boa...

O setor de base florestal necessita incorporar no seu dia a dia expressões como Centros de Inovação, Distritos de Inovação, Ecossistemas e Hub, Planos de Negócios, Cocriação, Mentorias, Incubação, *Startups*, *Pichs*, Aceleradoras de Investimento, Investidores Anjos, Escritórios de Projetos e Captação de Recursos.

Foi muito fácil ser professor de empreendedorismo 30 anos atrás, também foi fácil participar de um projeto governamental de inovação há 15 anos. Difícil é saber o que vem pela frente. Após 40 anos labutando no setor, me pego a pensar em “Qual é o futuro do futuro da silvicultura brasileira?” Neste sentido, deixo algumas reflexões:

- Por que a base florestal está estagnada em 10.000.000 hectares reflorestados no Brasil?
- Não seria a hora de fomentarmos a inovação e o empreendedorismo no nosso dia a dia?
- Não está na hora de realmente investirmos nas pessoas? ●

TRITREM FLORESTAL

LINHA LEVE

1. ROBUSTEZ E DURABILIDADE

Estrutura em aço de alta resistência, chassi reforçado e componentes projetados para suportar operações intensas.

2. ECONOMIA E BAIXA MANUTENÇÃO

Peças, sistemas e configurações eficientes que reduzem desgaste e custos operacionais ao longo do tempo.

3. SEGURANÇA E TECNOLOGIA

Sistema de freios ABS com S-came, iluminação em LED, suspensão versátil que aumentam a segurança, praticidade e desempenho no uso diário.



ESG



Os equipamentos da Sergomel são desenvolvidos por uma equipe especializada, que vai até seus clientes, entende suas necessidades e elabora os projetos da melhor forma.

Comprometida com os pilares ESG, nossa atuação no setor de equipamentos rodoviários e fora de estrada busca unir sustentabilidade, inclusão e gestão ética para impulsionar o desenvolvimento sustentável no Brasil.



SERGOMEL

Avenida José Osvaldo Marques,
1620 - Zona Industrial - Sertãozinho - SP
(16) 3513-2600

www.sergomel.com.br



Como empreendedores estão revolucionando o mercado de base florestal

A transição para uma economia de baixo carbono está ampliando as oportunidades para uma nova geração de negócios ligados às florestas. Nesse cenário, as florestas plantadas assumem papel estratégico não apenas como fornecedoras renováveis de madeira, mas como ponto de partida de cadeias produtivas que integrem inovação, eficiência no uso de recursos e reaproveitamento de resíduos. O resultado é uma visão circular, na qual descartes passam a representar matérias-primas.

O Brasil possui condições particularmente favoráveis para avançar nessa direção. A experiência na silvicultura e o desenvolvimento tecnológico formam uma base para empreendimentos inovadores.

Eucalipto, pinus e outras espécies cultivadas fornecem matéria-prima para segmentos como celulose e papel, painéis de madeira, móveis, embalagens, construção civil e energia.

A inovação verde começa, portanto, no próprio cultivo. O planejamento pode incorporar melhoramento genético, manejo de precisão, monitoramento, mecanização e gestão da água e do solo. Ferramentas digitais, drones, sensores e dados permitem acompanhar as árvores e orientar intervenções. Tecnologia e silvicultura passam a trabalhar conjuntamente para produzir mais e melhor.

No processamento da madeira, são gerados materiais como cascas, serragem, cavacos, costaneiras, aparas e outras frações. Hoje, tecnologia e empreendedorismo permitem enxergar essas frações como recursos.

Cavacos e partículas podem abastecer indústrias de painéis. Serragem e resíduos de menor granulometria podem ser transformados em *pellets* ou briquetes, utilizados como biocombustíveis. Cascas e outras biomassas podem alimentar sistemas térmicos industriais.



Nem todo resíduo de madeira pode ser reutilizado da mesma forma. Materiais tratados com químicos, tintas, adesivos ou outros componentes exigem cuidados e não devem ser destinados automaticamente à energia ou ao solo. "

Robinson Cannaval Junior

Diretor-executivo do IPEF -
Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais

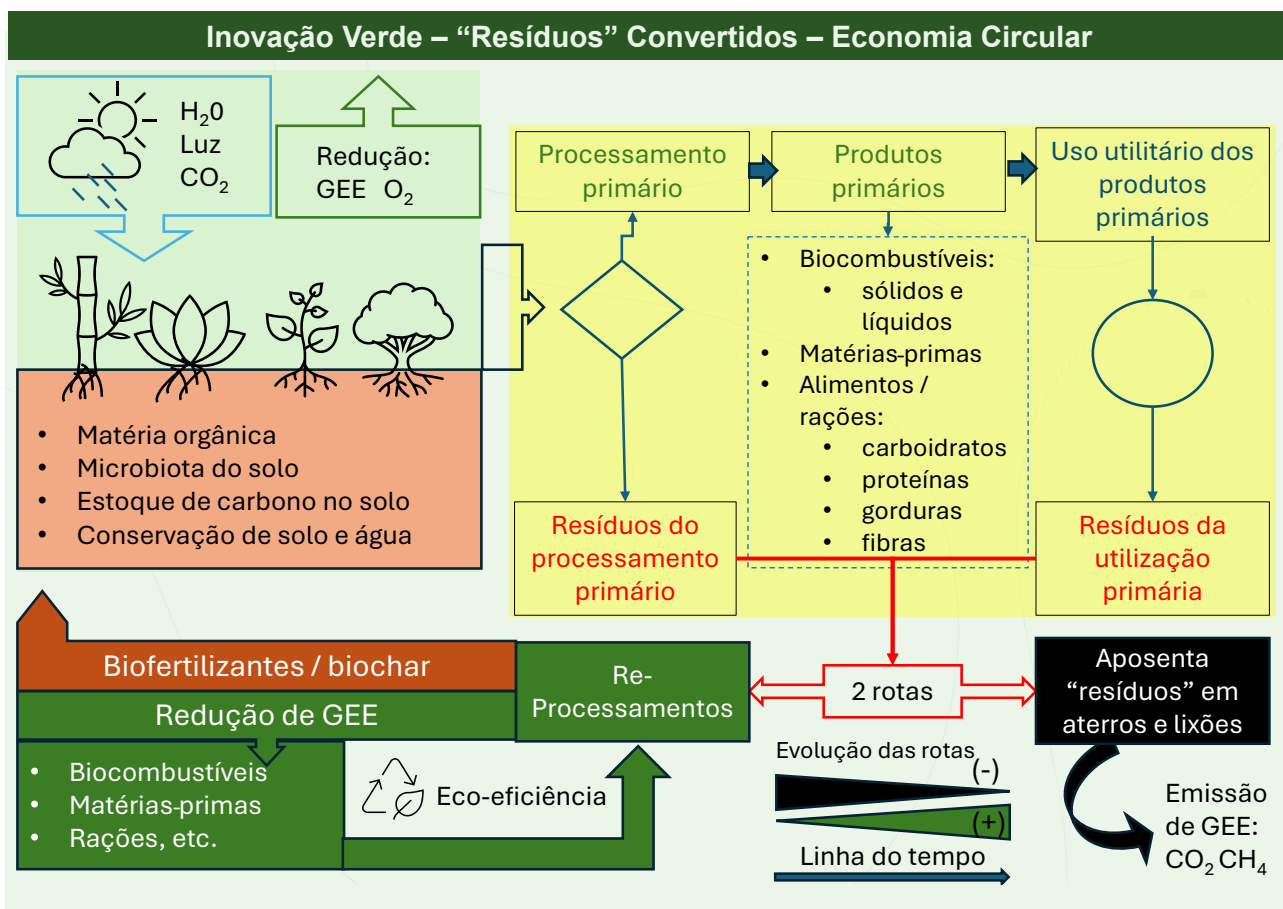
Assim, uma mesma árvore pode originar diferentes produtos.

Esse conceito cria oportunidades para empresas especializadas em coleta, classificação, beneficiamento e comercialização de resíduos de madeira. Um empreendimento pode conectar marcenarias e fábricas de móveis a indústrias capazes de utilizar suas sobras. Plataformas digitais podem mapear geração e demanda de biomassa, reduzindo custos logísticos e criando mercados locais. Tecnologias de rastreabilidade podem identificar a origem do material e melhorar a segurança do reaproveitamento.

Resíduos sem condições técnicas ou econômicas para retornar à fabricação podem ser direcionados à geração de energia. Cavacos, serragem e outras biomassas podem alimentar caldeiras e sistemas de cogeração, fornecendo calor e eletricidade para processos industriais. Essa alternativa reduz desperdícios e a dependência de combustíveis fósseis.

A inovação é ainda mais relevante quando o ciclo não termina na energia. Parte dos minerais da biomassa permanece nas cinzas da combustão. Quando adequadas e em conformidade com exigências ambientais e agrônômicas, essas cinzas podem ser avaliadas como fonte de nutrientes e condicionadores do solo.

Surge, assim, a possibilidade de fechar parte do ciclo: a floresta plantada fornece madeira para a indústria; o processamento gera produtos e resíduos; frações tornam-se matérias-primas; outras produzem energia; e parte dos nutrientes pode retornar aos solos. Essa abordagem aproxima a silvicultura da circularidade, reduzindo materiais destinados à disposição final. Esse princípio transforma a economia de base florestal em terreno fértil para modelos de negócio inspirados na economia circular e na utilização em cascata da biomassa. A lógica se estende ao processamento secundário, no qual resíduos também podem retornar às cadeias produtivas e gerar novos negócios. ➡





O retorno às florestas pode envolver outros produtos da biomassa residual. O biocarvão pode transformar resíduos em material com aplicações no solo e retenção de carbono.

Compostagem e combinação de materiais orgânicos são outros caminhos, com critérios técnicos. O importante é substituir o descarte automático por uma análise de possibilidades de valorização, segurança e reinserção produtiva.

Nesse ambiente, o empreendedorismo pode atuar nas conexões entre os elos. Empresas podem desenvolver equipamentos para resíduos, sistemas de *pellets* e briquetes, tecnologias de pirólise, classificação de biomassa, plataformas logísticas e rastreabilidade. Há espaço para caracterização de resíduos e desenvolvimento de produtos.

A inovação verde não depende apenas de grandes indústrias. Pequenos e médios empreendedores podem encontrar oportunidades em cadeias regionais. Serriarias, produtores, fabricantes de móveis, empresas de energia, transportadores e fornecedores de tecnologia podem formar ecossistemas nos quais resíduos de uma atividade alimentam outra. A proximidade entre geração e utilização é importante, pois biomassa de baixo valor unitário perde competitividade com longas distâncias.

Esse modelo também modifica a avaliação da produtividade de uma floresta plantada. O valor econômico deixa de estar associado somente ao volume de toras. Passa a considerar quanto da biomassa vira produto, quantas vezes um recurso circula, quanta energia pode ser recuperada e quanto dos nutrientes pode retornar ao sistema produtivo.

Para que esse potencial se concretize, são necessários investimentos em pesquisa, infraestrutura, financiamento e mercados. Também é fundamental estabelecer padrões de qualidade e conhecer sua composição.

Nem todo resíduo de madeira pode ser reutilizado da mesma forma. Materiais tratados com químicos, tintas, adesivos ou outros componentes exigem cuidados e não devem ser destinados automaticamente à energia ou ao solo.

É nessa combinação entre conhecimento técnico e visão empresarial que está uma grande oportunidade para a economia de base florestal. A sustentabilidade deixa de ser apenas obrigação ambiental e passa a orientar os negócios. Reduzir perdas significa reduzir custos. Aproveitar resíduos significa criar produtos. Gerar energia a partir de biomassa significa substituir recursos externos. Recuperar nutrientes significa buscar maior eficiência no uso dos elementos retirados do sistema produtivo.

O futuro das florestas plantadas tende, portanto, a ser cada vez mais integrado. Da muda ao produto final, e do resíduo ao processo produtivo, cada etapa pode gerar informações, materiais e oportunidades para a seguinte. A árvore deixa de ser vista somente como fonte de madeira e passa a integrar uma plataforma renovável de materiais, energia e soluções ambientais.

A verdadeira inovação verde está justamente nessa capacidade de transformar cadeias lineares em ciclos produtivos mais eficientes. Cultivar, processar, aproveitar, transformar e retornar tornam-se partes de uma mesma estratégia.

Para os empreendedores, isso significa descobrir valor onde antes existia desperdício. Para o setor florestal, significa aumentar competitividade e eficiência. E, para a sociedade, representa a possibilidade de construir uma economia na qual florestas plantadas, indústria e inovação estejam conectadas por um princípio simples, mas transformador: aproveitar melhor cada recurso, prolongar sua utilização e fazer com que aquilo que encerra um processo possa se tornar o começo de outro. ●

ISCA
FORMICIDA

ATTA MEX-S²

54
Anos
UNIBRÁS
AGRO QUÍMICA LTDA.

**A SOLUÇÃO EFICAZ, ECONÔMICA
E SUSTENTÁVEL NO MANEJO DAS
FORMIGAS CORTADEIRAS**



0800 180 3000 • www.unibras.com.br



Inovação na cadeia produtiva do setor florestal

As mudanças que as inovações estão trazendo

As florestas sustentam grande parte da estabilidade ecológica e econômica do planeta. Elas atuam como sumidouros naturais de carbono, abrigam cerca de 80% das espécies terrestres de plantas, animais e insetos, e funcionam como gigantescas esponjas que filtram a água da chuva, recarregam aquíferos e estabilizam o solo contra erosão, deslizamentos e inundações. Também sustentam diretamente meios de subsistência humanos por meio de madeira, alimentos, combustível e outros produtos florestais. No entanto, gerir bem esse recurso está cada vez mais difícil: a perda de biodiversidade causada pelo plantio de monoculturas, pragas e patógenos invasores que prosperam com o aquecimento do clima, a extração ilegal de madeira e a frequência e intensidade crescentes de incêndios florestais estão sobrecarregando as práticas tradicionais de manejo florestal.

As avaliações convencionais de saúde florestal dependem de trabalho de campo caro e intensivo em mão de obra, além de pessoal especializado, o que limita a maioria dos programas de monitoramento, na melhor das hipóteses, a uma cadência anual — lenta demais para detectar ameaças de rápida evolução, como infestações de besouros-da-casca, surtos de doenças ou risco de incêndio, antes que causem danos sérios. Duas tecnologias convergentes agora oferecem uma forma de fechar essa lacuna: inteligência artificial e aprendizado de máquina, e imageamento hiperespectral de satélite em alta resolução.

Combinadas, elas transformam imagens brutas em informações acionáveis e quase em tempo real para os gestores florestais.

Por que o imageamento hiperespectral muda o panorama

Enquanto uma imagem RGB padrão captura apenas três bandas amplas e os sensores multiespectrais acrescentam cerca de 4 a 20, os sensores hiperespectrais decompõem a luz em 100 ou mais bandas estreitas, cobrindo a faixa de 400 a 2.500 nm, incluindo o infravermelho próximo e de ondas curtas. Essa resolução espectral fina permite que um satélite detecte a "impressão digital" característica de uma folha, espécie ou dossel estressado de formas que sensores de banda mais larga simplesmente não conseguem. A queda nos custos dos sensores e o aprimoramento do processamento tornaram esses dados viáveis para a silvicultura operacional, e não apenas para pesquisa.

Na prática, as imagens hiperespectrais apoiam três tarefas centrais dos gestores florestais: a detecção de ameaças e anomalias emergentes; a classificação de espécies, composição do dossel e cobertura do solo; e a quantificação de indicadores de saúde, como densidade da vegetação, biomassa e teor de carbono. Os ganhos são substanciais — na classificação de espécies arbóreas em um sítio de teste no Colorado, as imagens hiperespectrais alcançaram cerca de 83,6% de precisão, contra aproximadamente 24,9% das imagens multiespectrais, uma diferença que impacta diretamente o mapeamento da biodiversidade, o controle de espécies invasoras e a conformidade na extração de madeira.



À medida que os custos dos sensores caem e as constelações de satélites avançam rumo à cobertura global diária, as análises de dados da Inteligência Artificial e o Aprendizado de Máquina devem se tornar prática padrão no manejo florestal sustentável. "

Damodar Arapakota

Amplicam Inc.

Mississauga, Ontario, Canadá

Aplicações ao longo do ciclo de incêndios e saúde florestal

No caso específico dos incêndios florestais, os dados hiperespectrais apoiam a avaliação de risco antes da ignição, o monitoramento durante o evento e a análise de recuperação posteriormente. A vegetação e a umidade podem ser classificadas em nível de espécie e subespécie para sinalizar cargas de combustível propensas ao fogo, enquanto a decomposição espectral em subpixel distingue capim seco de solo exposto — uma distinção notoriamente difícil com imagens convencionais. Após o incêndio, índices de clorofila em banda estreita e de razão de queimada (como o Índice de Área Queimada Normalizado e sua variante Delta) revelam a severidade da queimada e acompanham a rebrota, ajudando as equipes a avaliar a madeira ainda aproveitável para salvamento e a planejar a restauração.

Essas capacidades baseadas em satélite complementam os sistemas de detecção terrestres e aéreos. Sensores de gás oferecem detecção hiperlocal, mas são caros para escalar e dependem fortemente da direção do vento; os satélites oferecem cobertura ampla, mas não são contínuos, com tempos de revisita que variam de horas a dias.

Redes de câmeras com inteligência artificial já demonstraram resultados sólidos no mundo real: em uma implantação na Europa Oriental com 323 câmeras, a área média queimada por incêndio caiu de 6,17 para 0,98 hectares após a instalação — uma redução de cerca de 13 vezes — com queda proporcional nos custos de combate e todos os incêndios controlados em até 24 horas.

A combinação do monitoramento hiperespectral por satélite com a detecção por câmeras de IA e a modelagem preditiva de propagação de incêndios oferece aos gestores florestais uma visão de risco mais completa e continuamente atualizada do que qualquer tecnologia isolada poderia proporcionar.

Dos pixels às decisões: detecção, classificação, quantificação

O que torna os dados hiperespectrais operacionalmente úteis não é apenas o volume de bandas, mas o quão diretamente eles se conectam às três tarefas que os gestores florestais realmente precisam executar. A detecção sinaliza anomalias — um trecho de dossel estressado, uma assinatura de umidade incomum, uma cicatriz de queimada recente — muitas vezes semanas antes de os sintomas se tornarem visíveis.

A classificação, então, identifica o que está presente: espécie, subespécie, tipo de combustível ou cobertura do solo, mesmo em dosséis densos e mistos, onde as imagens multiespectrais tendem a misturar espécies distintas em um único agregado espectral. A quantificação vai além, transformando índices de banda estreita em medições físicas — teor de clorofila, biomassa, conteúdo de água do dossel e, por extensão, estoque de carbono — que alimentam diretamente inventários florestais, relatórios de créditos de carbono e programas do tipo REDD+.

Esse mesmo fluxo sustenta as análises específicas para incêndios. A decomposição espectral em subpixel revela do que é composto um único pixel de solo — algo essencial em terrenos de chaparral e campos secos, onde terra e capim seco parecem quase idênticos para sensores convencionais, mas apresentam riscos de incêndio muito diferentes.

Índices de banda estreita próximos a 868 nm destacam áreas sem resposta vegetativa pós-incêndio e também podem carregar informações sobre fumaça residual e cinzas. E, como os sensores hiperespectrais capturam imagens tanto antes quanto depois do evento, a análise do Delta do Índice de Área Queimada Normalizado pode ser combinada com mapas pré-incêndio de volume de vegetação para mostrar precisamente quais áreas de alta carga de combustível queimaram com maior severidade — transformando um único incêndio em um conjunto de dados para aprimorar os modelos de risco da próxima temporada.

Rumo a um manejo florestal proativo

O argumento prático para combinar o imageamento hiperespectral com análises de dados de Inteligência Artificial e o Aprendizado de Máquina é que ele transforma o manejo florestal de avaliações reativas e anuais em um monitoramento contínuo e orientado por dados. Ameaças antes invisíveis aos satélites — doenças em estágio inicial, estresse hídrico sutil ou a composição precisa de espécies em um dossel denso — tornam-se detectáveis meses antes do que apareceriam de outra forma.

À medida que os custos dos sensores caem e as constelações de satélites avançam rumo à cobertura global diária, essas ferramentas devem se tornar prática padrão no manejo florestal sustentável e na mitigação de incêndios, complementando — e não substituindo — os sensores terrestres, as câmeras aéreas e os especialistas que agem a partir do que essas ferramentas revelam. ●



Inovação na cadeia produtiva do setor florestal

A ciência como bússola da bioeconomia florestal

O Brasil detém uma das maiores disponibilidades de biomassa florestal do planeta, sustentada por uma produtividade excepcional e competências industriais reconhecidas globalmente. No entanto, no atual cenário de emergência climática e transição energética, produzir grandes volumes de madeira já não é o único diferencial competitivo. O verdadeiro salto estratégico para um país reside na capacidade de transformar esses recursos renováveis em soluções de alto valor agregado, equilibrando desempenho técnico, viabilidade econômica e preservação ambiental.

Essa transformação exige uma mudança profunda na forma de inovar. A bioeconomia circular não é apenas uma meta industrial, mas um novo paradigma que exige a integração entre ciência, indústria e sociedade. Com base em uma década de pesquisas conduzidas pelo laboratório LIMBHA da ESB, identificamos três pilares fundamentais para acelerar essa transição: a inovação colaborativa, a preservação do valor através da circularidade e o suporte à decisão baseado no conhecimento científico.

Inovar é conectar competências através da "innovization"

Historicamente, a inovação era vista como um processo linear ou isolado. Hoje, os desafios da bioeconomia mostram que ela deve ser tratada como um processo contínuo de compreender, imaginar e produzir soluções em ecossistemas colaborativos. Essa abordagem fundamenta o conceito de "innovization", no qual o desenvolvimento de novos produtos incorpora simultaneamente requisitos técnicos,

ambientais e econômicos desde as primeiras etapas de concepção.

A colaboração transdisciplinar permite reduzir a distância entre a descoberta acadêmica e a aplicação industrial. Um exemplo claro dessa sinergia é observado no desenvolvimento de novos materiais e componentes. O projeto COPEAU, que resultou na criação de lamelas de madeira maciça prensada para aplicações de alto desempenho, demonstrou como a modelagem de *performance* pode guiar a engenharia de produtos mais eficientes. Da mesma forma, o projeto PANTHER2, focado no desenvolvimento de painéis isolantes a partir de resíduos de madeiras tropicais, mostra que a inovação nasce da capacidade de integrar conhecimentos dispersos em ferramentas de engenharia robustas.

Circularidade: preservar o valor além da reciclagem

A economia circular da madeira não se resume à simples reciclagem; o desafio central é preservar o valor da matéria-prima pelo maior tempo possível. Este princípio, conhecido como uso em cascata, é hoje reconhecido por instituições como a FAO e a Comissão Europeia como uma estratégia prioritária para maximizar o armazenamento de carbono e o valor econômico da biomassa. Nesse contexto, as pesquisas mostram que é necessário privilegiar sucessivos usos materiais antes da valorização energética final.



A vantagem competitiva futura não será baseada apenas na capacidade de extrair madeira, mas na habilidade de produzir conhecimento a partir dela."

Franck Michaud

Professor de Ciências da Madeira e Eco-inovação da École Supérieure du Bois - ESB, França e Pesquisador do LIMBHA - Laboratoire Innovation Matériau Bois Habitat Apprentissage



Os desenvolvimentos realizados no âmbito do projeto RECOWOOD ilustram essa lógica ao focar no reaproveitamento estrutural de madeiras de demolição. Ao invés de incinerar o material, desenvolvem-se tecnologias de classificação automática que permitem o retorno dessas peças à cadeia produtiva com alto valor agregado.

O mesmo raciocínio orienta o projeto ECO-REFIBRE, voltado para a recuperação de fibras de painéis MDF e HDF pós-consumo. A crescente presença desses materiais nos fluxos de resíduos é um desafio para a indústria de painéis. Ao compreender o comportamento dessas fibras secundárias, é possível transformar um problema de gestão de resíduos em uma oportunidade real de economia circular, mantendo o carbono estocado em novos ciclos de vida de produtos.

O conhecimento como redutor de riscos e suporte à decisão

A bioeconomia envolve decisões de alta complexidade: qual material escolher? Qual processo minimiza o impacto ambiental a longo prazo? Responder a essas perguntas exige mais do que dados; exige a formalização do conhecimento de especialistas para que ele seja útil em sistemas de apoio à decisão.

A formalização desse conhecimento permite construir modelos de otimização mais robustos e transparentes, capazes de lidar com as incertezas inerentes aos materiais *biossourced*. Além disso, projetar para o futuro exige considerar como esses materiais se comportam em serviço. Trabalhos recentes indicam que o uso de modelos probabilísticos, como as Redes Credais, permite integrar incertezas de durabilidade desde a fase de projeto.

Essa visão sistêmica foi aplicada no projeto SYSEXPERT, que desenvolveu ferramentas para a gestão territorial de recursos florestais, integrando critérios econômicos e sociais. No entanto, a excelência técnica não basta. O projeto FAST FOREST, realizado entre França e Irlanda, revelou que mesmo práticas de manejo florestal tecnicamente eficientes podem enfrentar resistência social se não houver transparência e diálogo.

Portanto, a inovação também depende da capacidade de envolver cidadãos e gestores públicos na construção de soluções aceitáveis e sustentáveis.

Rumo a ecossistemas de conhecimento

A experiência da última década evidencia que os avanços mais transformadores da bioeconomia resultam menos de tecnologias isoladas do que da capacidade de articular ciência, indústria, governo e sociedade em ecossistemas de inovação.

Nesse contexto, Brasil e Europa reúnem ativos altamente complementares – biodiversidade, excelência científica, capacidade industrial e mercados consolidados – que lhes conferem condições privilegiadas para impulsionar, em conjunto, a transição para uma bioeconomia mais sustentável e competitiva.

A vantagem competitiva futura não será baseada apenas na capacidade de extrair madeira, mas na habilidade de produzir conhecimento a partir dela. Como praticamos na ESB e no LIMBHA, o caminho para uma bioeconomia passa por uma jornada contínua de colaboração e inovação sistêmica. No fim, o progresso sustentável o desejável é algo que construímos juntos.

"Wood It Together." ●





Inovação e empreendedorismo

A inovação e o empreendedorismo têm sido forças decisivas para transformar o setor florestal brasileiro em uma referência global de produtividade, competitividade e sustentabilidade. Mais do que avanços tecnológicos isolados, esse movimento revela a capacidade do setor de combinar visão de longo prazo, conhecimento técnico, colaboração e coragem para empreender em novas fronteiras de valor.

Algo semelhante aconteceu no setor petrolífero brasileiro, especificamente sobre o Procap – Programa de Capacitação em Áreas Profundas. É o que menciona José Paulo Silveira, ex-superintendente do Cenes – Centro de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação Leopoldo Américo Miguez de Mello, o principal polo tecnológico da Petrobras, que deixou lições sobre inovação que transcendem esse setor. Para Silveira, a inovação tecnológica:

- precisa de um alvo ousado e de longo prazo;
- só tem valor quando é aplicada na prática;
- exige projetos multidisciplinares com escopo, orçamento, metas e responsáveis bem definidos;

- requer um ecossistema de colaboração que divida riscos;
- demanda tolerância ao erro, tratando a falha como etapa de aprendizado.

Assim como o Procap exigiu visão de longo prazo, coragem para inovar, projetos incrementais e ecossistemas colaborativos para viabilizar a extração de petróleo em águas profundas e ultraprofundas, o setor florestal precisou das mesmas qualidades para elevar suas produtividades, saltar do crescimento médio de 21 m³/ha/ano na década de 1970 para patamares entre 34 e 36 m³/ha/ano em 2024. Sustentar essa trajetória exige hoje as mesmas qualidades que o Procap demandou, em escala global e com urgência ainda maior.



O mercado florestal vive hoje uma combinação de forças: de um lado, oportunidades que impulsionam seu crescimento; de outro, desafios que podem limitar sua expansão. "

Mario Coso

Head da ESG Tech Consulting

Para orientar a leitura, organizamos os próximos tópicos como uma jornada: primeiro, revisitamos as bases que fizeram do setor florestal brasileiro um caso de inovação e produtividade; depois, avaliamos os desafios que podem limitar essa trajetória; por fim, apontamos as novas fronteiras de valor que devem moldar o futuro das florestas plantadas.

1. Inovação e produtividade: as bases do sucesso brasileiro

A construção do setor florestal brasileiro atravessou fases distintas que moldaram sua maturidade. Desde a introdução do eucalipto em 1909 e do pinus em 1922, passando pela criação do Serviço Florestal do Brasil em 1921, o setor percorreu um longo caminho de aprendizado.

Nas décadas de 1950 e 1960, a formação de base envolveu a promulgação do Código Florestal (1934), incentivos fiscais e o início da industrialização, com a criação do IBDF (Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal). Instituições de pesquisa como o IPEF (1968), a FUPF (1971) e o SIF (1974) estabeleceram os alicerces do conhecimento técnico que sustentaria o salto produtivo posterior.

A consolidação veio com a diversificação de usos, a formação de *clusters* regionais e, sobretudo, com o melhoramento genético. Os avanços nesse campo — das sementes às monoprogenies, depois aos clones e finalmente à biotecnologia — proporcionaram materiais de alto desempenho, com maior crescimento, qualidade da madeira e resistência a pragas e doenças.

Segundo o Relatório Anual IBÁ 2025, o setor representa 1% do PIB nacional e 4,8% do valor adicionado da agropecuária. O Brasil possui 10 milhões de hectares de florestas plantadas, é o maior produtor de eucalipto do mundo — com a maior produtividade por hectare — e o maior exportador de celulose.

Os produtos florestais geram US\$ 15,7 bilhões em exportações por ano, com R\$ 97 bilhões em investimentos previstos

até 2029. Esses resultados foram fruto de excelência técnica, pesquisa biológica e ecossistema de colaboração, exatamente os elementos que o case Procap identificou como essenciais.

2. Os desafios para sustentar o crescimento

O mercado florestal vive hoje uma combinação de forças: de um lado, oportunidades que impulsionam seu crescimento; de outro, desafios que podem limitar sua expansão.

Do lado das oportunidades, o setor florestal encontra novas frentes de crescimento em mercados já consolidados e em cadeias emergentes.

A expansão dos projetos de celulose e papel mantém o Brasil em posição de destaque global e cria condições para o desenvolvimento tecnológico em toda a cadeia. A biomassa, por sua vez, consolida-se como alternativa competitiva e sustentável de energia, especialmente diante da crescente demanda associada ao etanol de milho, ao etanol de segunda geração e ao combustível sustentável de aviação.

Além disso, a exclusão da silvicultura da lista de atividades potencialmente poluidoras reforça a legitimidade ambiental da atividade e pode contribuir para reduzir barreiras regulatórias. A transição para o carbono biogênico, sobretudo na siderurgia, amplia ainda mais o papel estratégico das florestas plantadas na agenda de descarbonização.

Ao mesmo tempo, essa trajetória de expansão enfrenta desafios relevantes. A disponibilidade de mão de obra tornou-se uma barreira para novos projetos, especialmente em regiões de expansão acelerada. Os eventos climáticos extremos e o maior risco de incêndios pressionam a produtividade, a segurança operacional e a garantia de abastecimento.

A escolha de novas áreas para plantio também depende de uma combinação cada vez mais complexa entre localização, regularização fundiária, documentação e viabilidade logística. ➡

No campo financeiro, embora existam linhas de crédito voltadas ao setor florestal, sua ampliação e implementação prática ainda encontram obstáculos.

Por fim, a estruturação de uma estratégia integrada de terras e fibras passa a ser decisiva para sustentar competitividade, reduzir riscos e orientar decisões de investimento no longo prazo.

Se antes o foco estava na oferta nacional e exportação de *commodities* — com ênfase em excelência técnica e pesquisa biológica —, o novo motor exige eficiência operacional extrema e resiliência climática, impulsionado por dados, inteligência artificial, sensores e digitalização. Todo esse desenho setorial abre caminhos para inovação e empreendedorismo.

3. O futuro das florestas plantadas: bioeconomia, tecnologia e des-carbonização

Tecnologias já redefinem cada etapa da cadeia de produção e abrem caminho para uma fronteira de valor que extrapola a madeira, e os exemplos são vastos. Por exemplo, no grupo Innovatech, na implantação, a irrigação mecanizada garante lâmina de água uniforme, otimizando o pegamento de mudas e reduzindo custos.

Na silvicultura e no inventário, drones e LiDAR digitalizam a floresta em nuvens de pontos para extração exata de métricas de altura, DAP e volume. Na gestão de fornecedores, plataformas de *compliance* verificam conformidade ambiental, social e de certificações sem intervenção humana.

O que está por vir é mais transformador. A biotecnologia avança, e o melhoramento genético torna-se cada vez mais estratégico, focado em produtividade, qualidade da madeira e tolerância climática.

O mercado de carbono e as soluções baseadas na natureza (NBS) abrem uma nova fronteira de receita que transcende o metro cúbico. A madeira como insumo para biocombustíveis, bioplásticos, fibras têxteis e embalagens compostáveis integra a floresta à cadeia de bioeconomia de forma



Pulverização aérea



estrutural — não mais como subproduto, mas como matéria-prima de uma economia de baixo carbono.

A descarbonização amplifica esse movimento: a transição para o carbono biogênico na siderurgia acelera a expansão das florestas plantadas, enquanto o SAF e o etanol de segunda geração criam demanda crescente por biomassa florestal.

Isso aponta para uma mudança na equação do novo empreendedor florestal. As habilidades comportamentais ganham peso ao lado do domínio técnico.

Não basta mais dominar silvicultura e melhoramento genético. É preciso articular fluência digital, visão estratégica e propósito ambiental. Capturar o valor da floresta além do m³ exige profissionais capazes de operar na fronteira entre floresta e tecnologia, entre produção e serviços ambientais, entre retorno financeiro e impacto climático.

Conclusão

A trajetória do setor florestal brasileiro confirma, com dados robustos, que se trata de um *case* de inovação comparável aos grandes saltos tecnológicos do País.

A redução de 38% na área necessária para produzir celulose, a liderança mundial em eucalipto e celulose e o crescimento de 10,4% do PIB setorial em 2024 não são conquistas isoladas, mas sim resultados de um ecossistema que combinou pesquisa biológica, políticas de longo prazo e tolerância ao erro como aprendizado, exatamente como os *insights* do Procap preconizam.

Sustentar essa trajetória exige mais do que repetir fórmulas do passado: os desafios de mão de obra, clima, regularização fundiária e financiamento demandam a mesma visão ousada que guiou o setor desde 1909, mas agora com urgência maior, escala global e inovação.

"O futuro da floresta não está apenas nas árvores, mas nas mentes capazes de transformá-las em soluções globais." A inovação, afinal, sempre começou nas mentes. ●



MÁXIMA PROTEÇÃO E EFICIÊNCIA

QUALIDADE COMPROVADA

**ATENDIMENTO ESPECIALIZADO
EM CAMPO PARA MELHORES RESULTADOS**





EXCLUSIVA FORMULAÇÃO
RESISTENTE À UMIDADE



Conte com todas as soluções da **linha de iscas formicidas Mirex-S.**

Sempre os melhores resultados, sempre o melhor controle garantido.



ATENÇÃO

Este produto é perigoso à saúde humana, animal e ao meio ambiente. Leia atentamente e siga rigorosamente as instruções contidas no rótulo, na bula e receita. Utilize sempre os equipamentos de proteção individual. Nunca permita a utilização do produto por menores de idade.

Leia e siga as instruções do rótulo. Consulte sempre um engenheiro agrônomo. Venda sob receituário agrônômico.





A IA vai substituir o trabalho do engenheiro florestal?

Existe uma dúvida que paira atualmente sobre cada profissional e, no caso do engenheiro florestal, não é diferente: a inteligência artificial vai substituir o meu trabalho?

A dúvida é legítima, pois em pouco mais de dois anos as ferramentas de IA generativa deixaram de ser curiosidade tecnológica para se tornar parte da rotina de campo, escritório e sala de reunião. Mas a pergunta certa talvez não seja se a IA substituirá o profissional, e sim que tipo de profissional ela irá substituir.

O setor de base florestal observa esse movimento com particular atenção porque lida, há décadas, com um problema que a tecnologia sempre prometeu resolver e raramente resolveu por completo: a dispersão da informação. Dados de campo, imagens de satélite, históricos de manejo, séries de preço e uma quantidade crescente de exigências ambientais e regulatórias convivem em sistemas diferentes,

planilhas paralelas e, não raro, na memória de quem está há mais tempo na operação. A consultoria florestal nasceu, em boa medida, para organizar esse conhecimento disperso e transformá-lo em decisão. É natural, portanto, que seja também um dos primeiros elos da cadeia a testar até onde a inteligência artificial consegue ir nessa tarefa.

Um exemplo ilustra bem esse movimento. O Grupo Index, consultoria florestal fundada em 1971 e que hoje tem um histórico de mais de 700 clientes atendidos entre investidores, indústrias de celulose, siderurgia e agronegócio, iniciou em 2018 um processo de investimento em tecnologia que passou por *blockchain*, sensoriamento remoto e, mais recentemente, inteligência artificial. O percurso é revelador porque não trata a IA como um produto isolado, mas como uma camada que se sobrepõe a cada etapa do trabalho de consultoria, e é justamente essa sobreposição, mais do que qualquer ferramenta específica, que ajuda a entender a pergunta sobre o futuro do engenheiro florestal.

Na prática, o uso cotidiano de IA em uma consultoria de base florestal acontece em pelo menos três camadas distintas, que também ajudam a mapear onde está o valor real da tecnologia.



a floresta continua exigindo o que sempre exigiu de quem a maneja: bom senso, experiência de campo e capacidade de decidir sob incerteza. A inteligência artificial não muda essa exigência. Ela só torna mais evidente quem, de fato, a cumpria. "

Marcelo Leoni Schmid
Diretor do Grupo Index



A primeira camada é a mais simples: a IA como insumo de consulta diária. Ferramentas de inteligência artificial são usadas como fonte de referência rápida, da mesma forma que antes se recorria a um manual técnico ou a um colega mais experiente. Nessa camada também entram os sistemas de geoprocessamento com IA embarcada, capazes de detectar automaticamente florestas, áreas agrícolas e mudanças no uso do solo a partir de imagens de satélite, tarefa braçal que, feita manualmente, consumia dias de trabalho de um engenheiro e o desviava de tarefas mais importantes.

A segunda camada é mais sofisticada e ainda pouco explorada pela maioria das empresas do setor: a IA como colega de trabalho. Trata-se de usar ferramentas já existentes, mas com instruções (*prompts*) bem desenhadas, para montar equipes virtuais de "consultores" em diferentes níveis de especialização, que se apoiam mutuamente em "*cross support*". Um exemplo prático é a organização de agentes de IA para ler, cruzar e analisar grandes volumes de documentos públicos. Outra tarefa braçal que tradicionalmente demandava uma equipe inteira debruçada sobre processos, editais e relatórios por semanas.

A terceira camada é a que representa a mudança mais profunda: tratar a IA não como ferramenta de apoio, mas como infraestrutura – a primeira opção para qualquer tarefa, não a última ("*IA native*"). Isso significa dois movimentos simultâneos. O primeiro é organizacional: cada gestor e analista passam a atuar também como gestores de agentes de IA, criando e orquestrando assistentes a partir das próprias rotinas de trabalho. O segundo é técnico: a construção de uma inteligência artificial própria, treinada sobre a base de dados da empresa e desenhada para "pensar" da forma como pensam os consultores mais experientes.

Essa terceira camada só é possível depois de um trabalho anterior, menos visível e bem mais trabalhoso: organizar as bases de dados públicas e as informações de satélite em categorias que façam sentido para a tomada de decisão florestal. Do lado operacional, isso inclui monitoramento de ativos ambientais, detecção de anomalias, geadas, pragas e doenças, risco de fogo e focos de incêndio, contagem de árvores, volumetria, matocompetição, altimetria, identificação de silvicultura, estimativa de gênero e idade e avanço de colheita. Do lado de mercado, entram disponibilidade e competitividade, identificação de ativos florestais, biomassa florestal, custo de frete e logística, estudos e prospecções de mercado, oferta e demanda florestal, e preço e liquidez. Só depois dessa organização é que se torna viável treinar um modelo especialista, no caso do Grupo Index batizado de Arbor, capaz de cruzar essas variáveis com a agilidade que a operação florestal moderna exige:

interatividade, atualização de informação em tempo real e tráfego seguro de dados sensíveis.

É diante desse tipo de ferramenta que a pergunta inicial ganha urgência. Um modelo assim consegue, em minutos, reunir uma capacidade de análise equivalente à de vários engenheiros trabalhando com os métodos tradicionais. Mas capacidade de análise não é o mesmo que capacidade de decisão.

O foco real da IA aplicada às empresas florestais está na visão ampla e na organização da informação para a tomada de decisão, pois ela resolve o trabalho operacional, repetitivo e demorado. O que ela não resolve, ao menos não sozinha, é: quem é o dono da decisão e o fiador da confiança diante de um cliente, de um investidor ou de um órgão regulador?

Essa distinção fica mais clara quando se olha para a origem da própria palavra "inteligência". Ela vem do latim *inter* (entre) e *legere* (escolher, ler) e significa literalmente "escolher entre" ou "ler nas entrelinhas", ou seja, capacidade de discernir, comparar e selecionar a melhor opção entre várias possibilidades. É uma definição que descreve bem o trabalho de um bom engenheiro florestal, mas não descreve o funcionamento de um modelo de linguagem, por mais avançado que seja.

O profissional cujo valor se resumia a repetir procedimentos, compilar planilhas e aplicar fórmulas conhecidas está, de fato, em risco, não porque a IA "pensa melhor", mas porque esse tipo de tarefa nunca exigiu, a rigor, o "escolher entre" que dá nome à inteligência. Já o profissional que interpreta contexto, pondera *trade-offs*, assume risco e responde por uma decisão diante do cliente segue insubstituível, ainda que trabalhe cercado de agentes de IA.

O desafio que se coloca agora para as empresas de base florestal não é escolher entre manter os métodos tradicionais ou adotar a IA, mas decidir com que velocidade e disciplina vão construir a camada de dados e de agentes que torna a inteligência artificial útil para o setor. Quem tratar isso como um projeto de tecnologia isolado tende a colher pouco. Quem tratar como uma mudança na forma de organizar conhecimento e decisão, ou seja, o mesmo problema que a consultoria florestal sempre existiu para resolver, sairá na frente.

No fim, a floresta continua exigindo o que sempre exigiu de quem a maneja: bom senso, experiência de campo e capacidade de decidir sob incerteza. A inteligência artificial não muda essa exigência. Ela só torna mais evidente quem, de fato, a cumpria. ●



Canadá e Brasil: parceria florestal para um futuro sustentável

Canadá e Brasil, duas das maiores nações florestais do planeta, dispõem hoje de bases científicas, industriais e institucionais para transformar sua cooperação bilateral em resultados concretos de inovação e negócios.

A relação econômica entre os dois países atravessa um momento de convergência estratégica. O Brasil é a décima maior economia do mundo, com Produto Interno Bruto superior a US\$ 2,1 trilhões, o que corresponde a mais da metade do PIB de toda a América do Sul.

É também o maior parceiro comercial do Canadá na região e o terceiro nas Américas, atrás apenas de Estados Unidos e México. Em 2025, o comércio bilateral somou C\$ 12,7 bilhões, um crescimento de quinze por cento em relação ao ano anterior.

Mais de 500 empresas canadenses mantêm operações no Brasil, e o investimento canadense no País — somando fundos de pensão, veículos de infraestrutura e gestores de ativos — é estimado em até C\$ 80 bilhões.

A negociação em curso de um Acordo de Livre Comércio Canadá-Mercosul projeta essa trajetória para os próximos anos, com potencial de abrir novos canais para empresas, centros de pesquisa e ecossistemas de inovação dos dois lados.

Essa aproximação não se explica apenas por volume de comércio. Canadá e Brasil compartilham uma condição estrutural pouco comum: são nações de dimensão continental, com bases de recursos naturais extensas e uma questão de fundo semelhante — como administrar essa riqueza florestal de forma sustentável, responsável e competitiva em um cenário de mudanças climáticas e pressão sobre os ecossistemas. Juntos, os dois países concentram uma parcela expressiva das florestas do mundo, o que confere à parceria bilateral uma relevância que ultrapassa o interesse puramente comercial. Essa proximidade também tem raízes acadêmicas: o Canadá é, há mais de duas décadas, o principal destino de estudantes brasileiros no exterior, e o Acordo Canadá-Brasil de Ciência, Tecnologia e Inovação já resultou em parcerias consolidadas entre universidades, institutos de pesquisa e o setor privado dos dois países — um capital de relacionamento que hoje sustenta iniciativas como o próprio Seaflor.

O setor florestal desponta como um dos eixos mais promissores dessa convergência. O Brasil consolidou uma das indústrias florestais mais dinâmicas do mundo, com atores globalmente relevantes em celulose e papel e interesse crescente em produtos de madeira de maior valor agregado.



O Brasil não figura como mercado relevante de exportação para celulose, madeira serrada e produtos básicos de origem canadense, pois opera com custos de produção mais baixos e ciclos de crescimento florestal mais rápidos — uma vantagem competitiva estrutural difícil de equiparar. "

Monica McDonough

Delegada Comercial – Florestal e Tecnologias Limpas,
Serviço de Delegados Comerciais do Canadá



O Canadá, por sua vez, acumula *know-how* em tecnologia de manejo florestal, automação, tecnologias de informação e comunicação aplicadas à silvicultura, e em madeira engenheirada — categoria que inclui a madeira laminada cruzada (CLT) e outras soluções de construção em madeira maciça, hoje em expansão em projetos urbanos ao redor do mundo. Essa complementaridade entre a escala produtiva brasileira e a especialização tecnológica canadense é o pano de fundo de iniciativas como o *Woodrise Tour*, evento técnico de três dias apoiado pelo Canadá em parceria com a UFPR, a FIEP e a Fundação Araucária, programado para setembro em Pinhais, Paraná, durante a *International Wood Week*.

No plano institucional, essa cooperação é operacionalizada pelo Serviço de Delegados Comerciais do Canadá (TCS), rede oficial do governo canadense para facilitação de negócios no exterior, presente na Embaixada em Brasília e nos Consulados em São Paulo e no Rio de Janeiro. O TCS atua em múltiplas frentes: apoio a empresas canadenses na exportação para o Brasil, identificação de oportunidades de negócio e parceiros locais, produção de inteligência de mercado sobre tendências setoriais, riscos e questões regulatórias, facilitação de investimentos

brasileiros no Canadá, apoio a parcerias de pesquisa, desenvolvimento e inovação, e suporte na resolução de entraves enfrentados por empresas no exterior. Para instituições e empresas brasileiras, o serviço funciona também como porta de entrada para fornecedores e parceiros tecnológicos canadenses, conexões com empresas em busca de distribuidores ou *joint ventures* no Brasil, e participação em missões comerciais e eventos de aproximação empresarial.

O diagnóstico apresentado durante o *webinar* de encerramento da Seaflor, em junho passado, descreveu um mercado brasileiro de alto potencial, mas também de alta complexidade. O Brasil não figura hoje como mercado relevante de exportação para celulose, madeira serrada e produtos processados básicos de origem canadense, dado que o País opera com custos de produção mais baixos e ciclos de crescimento florestal mais rápidos — uma vantagem competitiva estrutural difícil de equiparar. A esse quadro somam-se os desafios amplamente conhecidos como "Custo Brasil": complexidade tributária e regulatória, burocracia, custos de conformidade, incerteza jurídica, tarifas de importação e barreiras não tarifárias, lacunas de infraestrutura e logística, além de forte concorrência local e internacional.

Bridging the Canopy: Canada-Brazil Forestry Trade

Market landscape, challenges, and high-tech growth opportunities for Canadian forestry businesses in Brazil.





Nesse ambiente, parcerias estratégicas tornam-se decisivas para navegar diferenças de idioma, cultura empresarial e exigências técnicas e comerciais; resultados concretos costumam demandar de três a cinco anos de maturação, e segmentos como o de celulose permanecem concentrados em um número reduzido de compradores.

As oportunidades, no entanto, concentram-se justamente nos segmentos em que o Canadá desenvolveu experiência diferenciada: automação e soluções de conectividade aplicadas ao manejo florestal, ferramentas de conformidade ambiental, social e de governança (ESG) e de rastreabilidade da cadeia produtiva, bioprodutos derivados de lignina, e madeira maciça de engenharia — como CLT e vigas lameladas coladas.

Eventos técnicos como o Seaflor e o *Woodrise Tour* de setembro consolidam-se como espaços privilegiados de intercâmbio tecnológico entre os dois países, complementando o trabalho de aproximação institucional já em curso. Esse trabalho tem-se traduzido em ações concretas nos últimos anos. No Paraná, o TCS mantém engajamento ativo com a UFPR — Universidade Federal do Paraná, a APRE — Associação Paranaense de Empresas de Base Florestal, a FIEP — Federação das Indústrias do Estado do Paraná e a Fundação Araucária.

Em 2025, o especialista canadense Eric Karsh, referência internacional em engenharia de madeira, participou do EBRAMEM — Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira, e um *webinar* conjunto entre UFPR e UBC discutiu inteligência artificial e empreendedorismo aplicados à indústria florestal.

O Congresso Internacional *Woodrise* — que promove a construção em madeira de médio e alto porte e alterna sua sede entre Canadá, França e Japão — teve sua quinta edição realizada em Vancouver em 2025, com a participação de uma delegação brasileira composta por representantes da indústria, do governo, da Fundação Araucária e da academia.

O conjunto dessas iniciativas situa o setor florestal como um dos capítulos mais consistentes da relação bilateral entre Canadá e Brasil: uma cooperação construída sobre bases científicas e acadêmicas sólidas, que hoje encontra expressão concreta em oportunidades de negócios, transferência de tecnologia e inovação conjunta.

A Seaflor 2026 reafirmou esse percurso e aponta para os próximos passos dessa agenda compartilhada — do intercâmbio acadêmico à cooperação técnica aplicada, delineando um horizonte comum para a bioeconomia florestal dos dois países. ●

Brazil: Canada's Strategic Economic Partner

Brazil has evolved into a modern, innovation-led market and the 10th largest economy in the world. As the dominant force in South America, it serves as a primary destination for Canadian capital and a key bilateral trade partner.

A Regional and Global Heavyweight



The Canada-Brazil Connection

\$14.7 Billion in Merchandise Trade
Brazil is Canada's top trading partner in South America as of 2025.

1	United States (\$926 Billion)
10	France (\$15.2 Billion)
11	Brazil (\$14.7 Billion)

\$80 Billion Investment Footprint
Total Canadian investment flows including indirect and unrecorded capital into Brazil.

11,500+ Tech Startups
Brazil captures 47% of all venture capital raised in Latin America.



CONFIABILIDADE EM MANGUEIRAS E COMPONENTES HIDRÁULICOS

LOJA IN COMPANY

Estoque dedicado dentro da sua operação para reposição imediata.



CONTAINER

Unidade completa de manutenção no pátio ou frente de colheita.



MHS SERVIÇO HIDRÁULICO MÓVEL

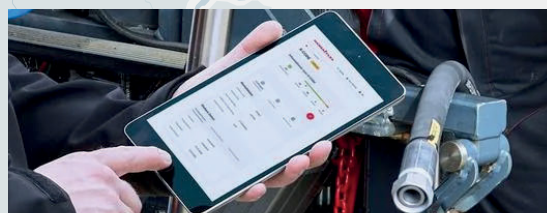
Oficina móvel para fabricar e substituir mangueiras na hora.

SERVIÇOS DE DELINEAMENTO

Análise e mapeamento de sistemas hidráulicos para prevenir falhas e evitar paradas indesejadas.

X-CODE

Código de identificação único e rastreabilidade total das mangueiras.



X-CODE MANAGER

Gestão digital do ciclo de vida das mangueiras, com alertas e histórico.

HANSA FLEX

Telefone: +55 (47) 3321-6300

E-mail: bbl@hansa-flex.com

Site: hansa-flex.com.br

360° HYDRAULICS

Diversificar para transformar risco em estratégia

O setor de base florestal de Santa Catarina construiu, ao longo de décadas, uma posição de destaque na economia estadual. Essa trajetória resulta de uma cadeia produtiva que integra produção florestal, processamento industrial, fabricação de painéis, madeira serrada, componentes, móveis, papel e celulose. Em 2025, os produtos do complexo florestal responderam por 14,8% das exportações catarinenses, alcançando aproximadamente US\$ 1,8 bilhão. Desse total, 77,1% corresponderam a produtos ligados à madeira e aos móveis, segmentos de maior transformação industrial e geração de valor.

Os números evidenciam a relevância do setor e sua exposição às mudanças no comércio internacional. Entre 2024 e 2025, as exportações do complexo florestal catarinense recuaram 4,8%. O movimento não foi uniforme. Enquanto a madeira serrada cresceu 8% e o papel *kraft* avançou 19,5%, produtos importantes sofreram retrações expressivas: obras de carpintaria para construções caíram 23,2%, madeira em forma recuou 34,9%, painéis de madeira aglomerada diminuíram 18,2% e o MDF apresentou queda de 11,1%.

O cenário tornou-se mais desafiador com o aumento das tarifas aplicadas aos produtos brasileiros nos Estados Unidos. Madeira processada, painéis, molduras, móveis e componentes estiveram entre os segmentos mais pressionados.

Para Santa Catarina, o efeito foi especialmente relevante, porque, em 2024, os Estados Unidos absorviam 50,1% das exportações catarinenses de madeira, painéis e molduras e 44,6% das vendas externas de móveis e componentes. Quando quase metade da produção exportada depende de um único destino, qualquer alteração tarifária, econômica ou regulatória influencia toda a cadeia.

Os resultados de 2025 demonstraram essa vulnerabilidade. As exportações catarinenses de madeira e móveis para os Estados Unidos caíram 22,4%, passando de aproximadamente US\$ 768,3 milhões para US\$ 596,1 milhões. Entretanto, a retração não ficou restrita ao mercado norte-americano. México, Reino Unido e China também reduziram suas compras, indicando que o setor enfrentou, simultaneamente, incerteza comercial e enfraquecimento da demanda em mercados tradicionais.

No primeiro semestre de 2026, o complexo florestal exportou US\$ 831,6 milhões, valor 13,8% inferior ao registrado no mesmo período de 2025. A retração foi mais intensa no início do ano, chegando a 24,6% em fevereiro. A partir de abril, a queda perdeu força, até alcançar 1,7% em junho.



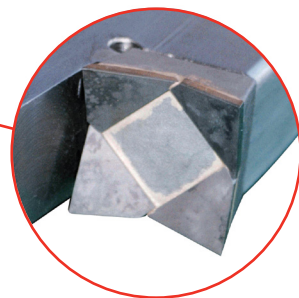
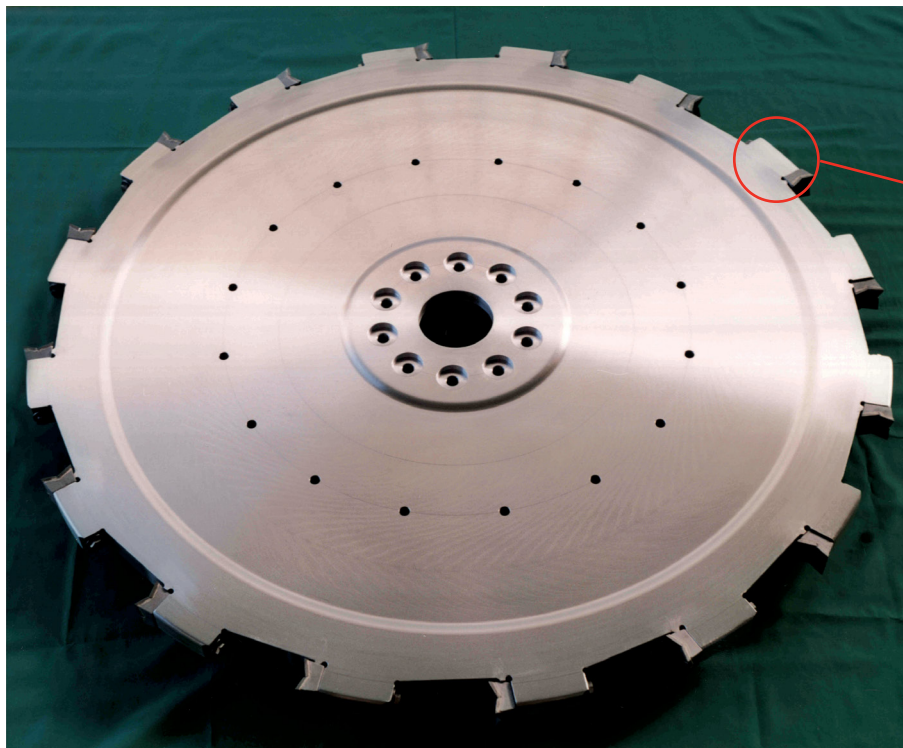
Quanto maior o conteúdo tecnológico, a qualidade e a confiabilidade incorporados ao produto, maiores são as possibilidades de acesso a mercados e menor é a dependência de disputas baseadas apenas em preço. "

Mauro Murara Junior

Diretor Executivo da ACR - Associação Catarinense de Empresas Florestais



Qual é o diâmetro do seu problema?



Detalhe de encaixe para ferramentas de 4 lados

- Disco de corte com encaixe para utilização de até 20 ferramentas, conforme possibilidade devido ao $\varnothing$ externo.
- Diâmetro externo e encaixe central de acordo com a máquina

- ✓ **Discos de corte para Feller:** conforme modelo ou amostra
- ✓ **Discos especiais conforme desenho**
- ✓ **Usinagem de peças conforme desenho ou amostra:** Eixos, acoplamentos, roscas sem-fim transportadoras, roletes e tambores para esteiras transportadoras, tambores para pontes rolantes, cilindros hidráulicos e pneumáticos e outros.



D'Antonio Equipamentos Mecânicos e Industriais Ltda.

Av. Marginal Francisco D'Antônio, 337 - Água Vermelha - Sertãozinho - SP

Fone: 16 99794-1352 • 16 3942-6855

dantonio@dantonio.com.br - www.dantonio.com.br



Essa acomodação é importante, mas ainda não representa recuperação. Ela demonstra que as empresas começaram a buscar alternativas, embora os volumes perdidos ainda não tenham sido recompostos.

Os impactos foram diferentes entre os segmentos. De janeiro a junho de 2026, as exportações de móveis diminuíram 29,6%, as de madeira recuaram 15,3%, e as da produção florestal caíram 11,9%. Em sentido contrário, papel e celulose cresceram 3,7%.

Essa diferença confirma que choques externos atingem cada atividade conforme sua exposição tarifária, seus canais de comercialização e sua capacidade de redirecionar a produção. Não existe, portanto, uma solução única para todo o complexo florestal.

Em meio às perdas, surgiu um sinal estratégico: a redução da concentração dos destinos. O índice de concentração das exportações do complexo florestal catarinense passou de 1.933 pontos, em 2024, para 941 pontos no primeiro semestre de 2026. Na prática, o setor saiu de uma condição de concentração moderada para uma distribuição mais competitiva. Foram identificados sete novos mercados, três destinos reativados e 39 mercados com ampliação das compras.

Essa redistribuição ocorreu em diferentes regiões. O México apresentou aumento de aproximadamente US\$ 20,3 milhões nas compras do setor, enquanto Espanha e África do Sul avançaram cerca de US\$ 11,5 milhões e US\$ 11,4 milhões, respectivamente. Itália e Peru também registraram ganhos.

Surgiram ou foram reativados destinos como Armênia, Mauritânia, Jordânia, Benin, Nigéria, Palestina, Somália, Bahamas, Cabo Verde e Noruega. Nenhum desses mercados, isoladamente, substitui a importância dos Estados Unidos. O valor estratégico está na soma de diferentes destinos, produtos e oportunidades.

Diversificar, contudo, não significa apenas vender o mesmo produto para outro país. Cada mercado possui exigências próprias de qualidade, dimensões, tratamentos, certificações, documentação e logística.

A diversificação efetiva exige inteligência de mercado, adaptação industrial e atuação institucional coordenada. É necessário compreender quais produtos encontram melhor aceitação em cada região, quais barreiras precisam ser superadas e onde a indústria catarinense apresenta vantagens competitivas.





Nesse processo, a agregação de valor deve permanecer no centro da estratégia. Santa Catarina não pode limitar sua competitividade ao fornecimento de matéria-prima. A força do setor está na capacidade de transformar madeira de florestas plantadas em produtos industriais, componentes para a construção, móveis, painéis, embalagens e soluções capazes de atender a padrões internacionais. Quanto maior o conteúdo tecnológico, a qualidade e a confiabilidade incorporados ao produto, maiores são as possibilidades de acesso a mercados e menor é a dependência de disputas baseadas apenas em preço.

É fundamental fortalecer a integração entre empresas, entidades representativas, instituições de pesquisa e órgãos públicos relacionados ao comércio exterior. A abertura de mercados, o reconhecimento de requisitos técnicos, a redução de entraves documentais e a construção de acordos comerciais não dependem somente do esforço individual de cada indústria. São agendas coletivas, que exigem continuidade, representação técnica e diálogo permanente.

Os dados mostram que o setor florestal catarinense está diante de uma transição. A perda de exportações é relevante e não deve ser minimizada, mas a reação já começou. A queda da concentração, a entrada em novos destinos e o crescimento em mercados de diferentes continentes demonstram capacidade de adaptação. O desafio agora é transformar uma resposta emergencial em estratégia empresarial de longo prazo.

O mercado norte-americano continuará sendo essencial, e preservar essa relação deve permanecer como prioridade. Porém, a experiência recente mostrou que depender excessivamente de um único destino amplia riscos para empresas, trabalhadores, produtores florestais e municípios ligados à cadeia da madeira. A diversificação não representa abandono de mercados consolidados; representa a construção de segurança comercial.

A trajetória do setor catarinense sempre foi marcada por investimento, trabalho, conhecimento técnico e capacidade de transformação. O próximo ciclo dependerá dessas mesmas características, acrescidas de uma visão comercial mais ampla. Diversificar produtos, destinos e canais de venda não é apenas uma resposta às tarifas. É uma estratégia para garantir competitividade, estabilidade e crescimento sustentável à base florestal de Santa Catarina. ●

O próximo ciclo tecnológico da floresta: da máquina conectada à decisão inteligente

Durante décadas, falar em evolução tecnológica no setor florestal significava falar principalmente em mecanização. Máquinas mais produtivas, cabecotes mais eficientes, sistemas hidráulicos mais robustos e diferentes níveis de automação transformaram a forma como as operações são realizadas.

Essa evolução continua, mas uma nova mudança está em curso.

A máquina deixou de ser apenas um equipamento de produção. Ela passou também a ser uma fonte permanente de informação.

Hoje, equipamentos de colheita, construção e apoio operacional geram dados continuamente sobre produtividade, consumo, utilização, disponibilidade e desempenho. Em operações modernas, o volume dessas informações já supera a capacidade de análise manual dos gestores.

E é justamente aí que surge um novo desafio.

Durante muito tempo, o problema era coletar dados. Agora, o desafio é transformá-los em informação útil e, principalmente, em decisão.

Ter acesso a inúmeros indicadores não significa necessariamente ter uma operação mais eficiente. Quando o gestor precisa navegar por diferentes sistemas, analisar relatórios e cruzar informações para identificar um problema, parte do potencial da tecnologia permanece subutilizada.

É nesse contexto que ganha força o conceito de inteligência operacional.

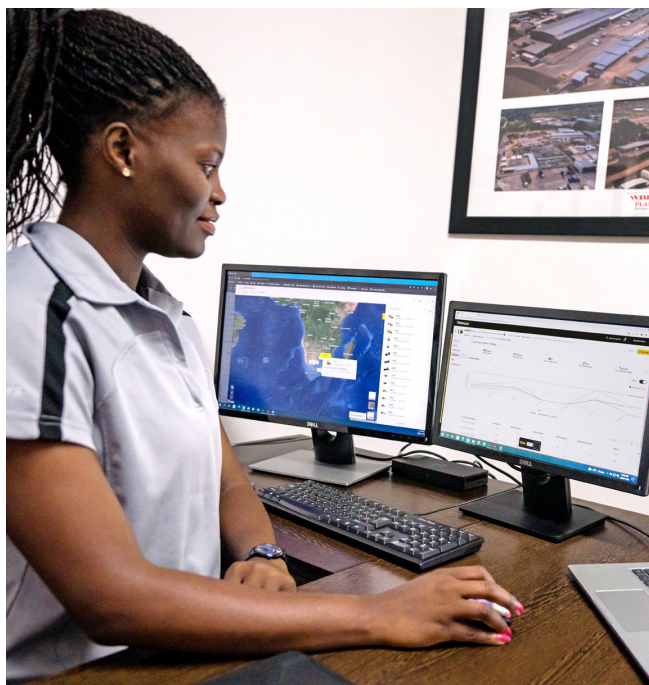
A tecnologia deixa de apenas mostrar o que aconteceu e passa a ajudar a entender por que aconteceu, onde estão os desvios e o que realmente merece atenção.

A inteligência artificial acelera ainda mais essa transformação.

Se antes as plataformas digitais estavam concentradas em dashboards e relatórios, hoje começam a surgir soluções tecnológicas capazes de interpretar informações, identificar padrões, resumir situações e facilitar a interação entre usuários e dados.

Na prática, isso reduz a distância entre o dado e a decisão, aumentando eficiência das atividades e reduzindo tempo e custos nas operações.





Em vez de procurar informações em diferentes relatórios, o gestor passa a contar com ferramentas que destacam eventos relevantes, apontam desvios e direcionam a atenção para aquilo que exige análise.

Esse movimento já pode ser observado em soluções como o VisionLink e o Cat AI Assistant, ambos sistemas operacionalizados pela Sotreq Florestal. São exemplos de uma evolução em que a conectividade dos ativos deixa de ser apenas monitoramento e passa a integrar uma camada mais ampla de inteligência aplicada à operação.

O aspecto mais importante deles, porém, não está na tecnologia em si, mas no impacto que ela pode gerar na gestão.

Quanto mais conectados estão os equipamentos e mais inteligentes se tornam as ferramentas de análise, maior é a possibilidade de migrar de um padrão de comportamento mais reativo para uma gestão antecipada e previsível.

Paradas podem ser identificadas antes de gerar impactos maiores.

Desvios de produtividade podem ser percebidos mais rapidamente. Equipamentos subutilizados ganham visibilidade. A manutenção passa a ser planejada com mais informação e a operação deixa de depender exclusivamente da análise manual de grandes volumes de dados.

O novo papel dos fornecedores

O relacionamento com o cliente deixa de estar restrito ao fornecimento do equipamento. A máquina continua sendo fundamental, mas passa a fazer parte de um ecossistema que reúne conectividade, dados, serviços, conhecimento técnico e suporte operacional.

O desafio passa a ser combinar equipamento, serviço e tecnologia para ajudar o cliente não apenas a produzir mais, mas a compreender melhor sua própria operação.

O setor florestal sempre demonstrou grande capacidade de incorporar novas tecnologias. Foi assim com o melhoramento genético, a mecanização, a silvicultura de precisão e o uso crescente de ferramentas de georreferenciamento e gestão.

Agora, podemos estar em mais um desses ciclos, e talvez a próxima grande evolução tecnológica da floresta não esteja em máquinas maiores, mais potentes ou mais automatizadas, mas na capacidade de 'escutar o que as máquinas já estão dizendo todos os dias'.

Porque, no fim, não é o dado que gera valor.

É a decisão tomada a partir dele.

Em uma operação florestal cada vez mais conectada, a capacidade de transformar as informações obtidas em decisões melhores pode se tornar uma das principais fontes de vantagem competitiva.

Fernando Campos
Gerente Mercado Florestal
Sotreq Florestal





Tecnologias disruptivas utilizadas no setor florestal

A IA aplicada: da mineração de dados à modelagem ambiental

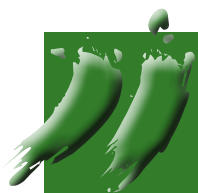
Vivemos em uma era em que o volume de dados geoespaciais e ambientais disponíveis cresce de maneira exponencial. No entanto, a mera disponibilidade de dados não é suficiente para enfrentar os desafios globais de mudanças climáticas, desmatamento e eventos extremos. É neste cenário que a integração da Inteligência Artificial (IA) com o Monitoramento Ambiental e Sensoriamento Remoto emerge como um pilar transformador, permitindo precisão, escalabilidade e análises em tempo real, que antes eram praticamente impossíveis em grandes extensões territoriais. A aplicação prática dessas tecnologias representa um avanço estratégico fundamental para a conservação ambiental, o manejo sustentável e a mitigação de desastres naturais.

Estas são práticas aplicadas no Simepar, Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná, que atualmente opera três radares meteorológicos no estado, seis sensores de raios, além de mais de 200 estações hidrometeorológicas telemétricas. Na vanguarda da meteorologia moderna, destaca-se o uso de algoritmos preditivos de curtíssimo prazo (*nowcasting*) para o monitoramento e deslocamento de tempestades. Soluções baseadas em IA, como o *Braincast*, utilizam a refletividade de radares meteorológicos para projetar campos de chuva e incidência de raios. Com um horizonte de previsão de três horas,

atualizações a cada dez minutos e uma resolução espacial de três quilômetros, essa tecnologia oferece um nível de detalhamento crucial para a tomada de decisão rápida e eficaz por parte das defesas civis e concessionárias de serviços públicos.

Em paralelo, a hidrologia também se tem beneficiado enormemente da aplicação de IA, seja em Aprendizado de Máquina (*Machine Learning* – ML), seja em Aprendizado Profundo (*Deep Learning* – DL). Por exemplo, modelos chuva-vazão baseados em IA são capazes de simular hidrogramas com altíssima acurácia temporal. Ao integrar dados pluviométricos e fluviométricos em tempo real — alimentados por densas redes de estações meteorológicas e radares —, a IA é capaz de gerar previsões de vazão em bacias hidrográficas com a antecedência operacional necessária para gerenciar reservatórios e alertar populações sobre riscos de inundações ou estiagens. Estas são algumas das funcionalidades mais acessadas na plataforma Infohidro, desenvolvida pelo Simepar. Utilizando a plataforma, a Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar) venceu o II Prêmio Nacional Universalizar, em 2025, em uma análise sobre a qualidade na gestão da água.

Expandindo o escopo para a engenharia florestal e o uso e cobertura do solo, a IA revolucionou a forma como mapeamos e classificamos a cobertura vegetal. A análise de texturas em imagens de sensoriamento remoto (como as da constelação de satélites Landsat e Sentinel) permite classificar o uso do solo baseando-se em padrões espaciais complexos.



A fusão de diferentes constelações de sensores, LiDAR, redes neurais e análises de séries temporais está consolidando o monitoramento florestal e climático em tempo real. "

Gabriel Henrique Pereira

Pesquisador do SIMEPAR - Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná



Técnicas como a Matriz de Co-ocorrência de Níveis de Cinza (GLCM) extraem características de contraste, homogeneidade e entropia das imagens, capturando informações que vão muito além dos dados puramente espectrais.

Quando esses dados de sensoriamento remoto alimentam classificadores de *Machine Learning*, como o *Random Forest*, juntamente com índices de vegetação (NDVI, EVI, SAVI, NDWI), os resultados são notáveis. Projetos práticos aplicados em escala estadual, e até nacional, conseguiram distinguir vegetação nativa, reflorestamento, áreas agrícolas e urbanas com uma exatidão excelente. Essa precisão é vital para identificar e priorizar fragmentos de vegetação nativa para conservação ou mesmo otimizar o manejo sob redes de distribuição e transmissão de energia elétrica.

Soma-se a isto o monitoramento contínuo para a detecção precoce do desmatamento, que ganha uma nova dimensão com a análise automatizada de séries temporais. Utilizando modelos harmônicos, é possível decompor os sinais temporais de satélites (como Landsat, Sentinel e MODIS) em componentes de tendência e sazonalidade. Isso permite que os algoritmos compreendam os padrões regulares da vegetação ao longo do ano. Qualquer desvio significativo desse padrão harmônico sinaliza uma anomalia, permitindo a detecção precoce de eventos de desmatamento e gerando alertas em tempo quase real para as autoridades competentes.



Imagem de incêndio gerada pelo sistema Simepar

Outro avanço marcante, fundamental para estudos climáticos e projetos de crédito de carbono (REDD+), é a estimativa de biomassa acima do solo utilizando a tecnologia LiDAR espacial, como o GEDI (*Global Ecosystem Dynamics Investigation*), embarcado na Estação Espacial Internacional (*International Space Station* – ISS). Através de pulsos de laser, o GEDI captura a estrutura tridimensional das florestas, gerando modelos de altura do dossel com alta precisão. Algoritmos então convertem os perfis de retorno do pulso laser em métricas estruturais integradas a modelos alométricos. A comparação desses dados preditos com medições de campo revela uma elevada confiabilidade para o monitoramento de estoques de carbono em escala regional.

O impacto na eficiência é expressivo: mapeamentos de extensas áreas florestais utilizando essa metodologia podem representar uma redução de custos de inventário florestal quando comparados aos métodos tradicionais. As práticas citadas foram testadas dentro do projeto ProBiodiversidade, onde estas análises foram comprovadas pela equipe do Simepar, em parceria com o Instituto Água e Terra (IAT) no Paraná.

Finalmente, a prevenção e o combate a incêndios florestais têm sido drasticamente aprimorados pelo uso combinado de *Machine Learning* e *Deep Learning*, em especial de Redes Neurais Convolucionais (CNNs). Esses modelos de *Deep Learning* são treinados e seus resultados apresentados na plataforma VFogo, desenvolvida pelo Simepar, para analisar imagens multiespectrais e bandas térmicas de satélites. O fluxo contínuo de pré-processamento, extração de feições e classificação permite a detecção automatizada de focos de calor com uma precisão acima de 94%. Essa calibração fina reduz significativamente a quantidade de falsos-positivos, melhorando a confiabilidade dos sistemas de alerta e viabilizando respostas mais rápidas e eficazes no combate ao fogo.

Em suma, as perspectivas futuras para o monitoramento ambiental e meteorológico residem na integração multidisciplinar, como aplicado na gestão do Simepar, com resultados positivos comprovados. A fusão de diferentes constelações de sensores, LiDAR, redes neurais e análises de séries temporais está consolidando o monitoramento florestal e climático em tempo real. Embora existam desafios atrelados a custos, escalabilidade computacional e necessidade contínua de validação com dados de campo, a inteligência artificial já provou ser não apenas uma ferramenta de suporte, mas o motor central da inovação tecnológica na preservação do nosso ecossistema. ●



Tecnologias disruptivas utilizadas no setor florestal

Novas tecnologias e oportunidades de negócios

Os movimentos globais, com novos conceitos e parâmetros ambientais e sociais, estão reposicionando as florestas como ativos estratégicos. A transição para uma economia de baixo carbono é baseada no aumento de investimentos que estão relacionados com a geração de energia renovável, a bioeconomia, a preservação de solos, a qualidade da água e de outros componentes fortemente vinculados às florestas. Isto tem enfatizado o papel das florestas como ativo produtivo sustentável, que, além da função econômica, passa cada vez mais a corroborar para a adoção de soluções vinculadas aos desafios ambientais e sociais.

Os investimentos globais na transição energética e descarbonização têm crescido exponencialmente. Em 2025, somente neste componente, o valor investido atingiu US\$2,2 trilhões. Parte deste investimento é destinado a atividades vinculadas direta ou indiretamente com o setor florestal. Para exemplificar, no Brasil as projeções indicam que o consumo de madeira para energia em 2035 deverá atingir entre 110 e 140 milhões de m³. Esta madeira é destinada principalmente para atender à demanda de energia do agronegócio,

o que demandará de 4 a 5 milhões de hectares de florestas plantadas de alta produtividade.

O setor florestal, assim como outros setores, é cada vez mais dependente de sistemas de informação. A Inteligência Artificial (IA) está disponibilizando dados e facilitando a análise de informações para decisões rápidas e mais assertivas. Hoje, a IA já é uma ferramenta de apoio a gestão e tomadas de decisões no setor florestal envolvendo atividades relacionadas a inventários florestais, detecção de incêndios e pragas, previsão de crescimento e produtividade, monitoramento ambiental, rastreabilidade, industrialização e comercialização de produtos florestais e outros temas.

Novas tecnologias estão impulsionando a transformação do setor florestal. Facilitando o acesso a informações, se facilita a adoção destas novas tecnologias e o monitoramento contínuo das atividades. Este conjunto permite solucionar limitações como a disponibilidade de mão de obra e contribui para ganhar produtividade nas florestas e na indústria, que no conjunto reduz os custos e melhora a segurança das operações.



Os investimentos globais na transição energética e descarbonização têm crescido exponencialmente. Em 2025 o valor investido atingiu US\$2,2 trilhões. Parte dele foi destinado ao setor florestal. "

Ivan Tomaselli
Presidente da STCP



Com a automação se transformam as operações intensivas de mão de obra em sistemas digitais, conectados e orientados por dados.

Além disso, inovações fazem com que novos produtos ganhem mercado, entre eles, o carbono, biocombustíveis, bioplásticos, “*mass timber*”, nanocelulose e outros. Trata-se de soluções que ampliam o papel das florestas para além de simplesmente ofertar produtos de madeira ao mercado. Entre as inovações, se destaca a desenvolvida para a substituição de materiais tradicionais por solução baseada em “*mass timber*”. Esta solução considera a oferta de produtos inovadores, de baixa emissão de carbono para construções, como o CLT, MPP, GLULAM, DLT e outros.

Na área industrial, a inovação envolve também a otimização e adoção de novos processos, mais eficientes. Na secagem de madeira, processo altamente demandante de energia, os desenvolvimentos de equipamento têm sido direcionados ao uso de energia solar baseada em câmara coletor, geração fotovoltaica, sistemas de gerenciamento e armazenamento de energia. A evolução tem também sido direcionada ao desenvolvimento de processos mais dinâmicos e eficientes, como o da secagem cíclica.

Toda esta evolução requer profissionais florestais com bases sólidas, mas que a formação envolva também um conhecimento diversificado e uma visão ampla do negócio florestal. O profissional deve ter habilidade e dedicação para transformar a informação em conhecimento. Deve ganhar experiência com acertos e erros, ser engajado e dedicado na busca de opções para introduzir inovações.

Considerar as demandas atuais e as tendências de mercado é fundamental para o profissional florestal. O setor florestal está sendo cada vez mais influenciado pelos fatores ambientais, sociais e de governança. É pouco provável que este cenário seja alterado nas próximas décadas, e o profissional florestal deve estar preparado para contribuir nos desenvolvimentos e oportunidades gerados pela transformação em curso. ●



Tecnologias disruptivas utilizadas no setor florestal

Conectando a engenharia florestal aos desafios da indústria

Transformar conhecimento em soluções aplicáveis exige infraestrutura, competências especializadas e conexão com os desafios reais das empresas. É nesse espaço que atua o Senai Tecnologia e Inovação (STI) do Paraná: uma rede que aproxima ciência, tecnologia e indústria, apoiando empresas no desenvolvimento e na aplicação de soluções.

O STI atua em quatro frentes principais: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação; Análises e Ensaaios Laboratoriais; Consultorias e Serviços Técnicos Especializados; e Ambientes de Inovação e Empreendedorismo. Essa estrutura atende desde melhorias de processos e qualidade até desafios que exigem pesquisa aplicada, protótipos e escalonamento tecnológico.

No Paraná, essa atuação é distribuída em uma rede de Institutos Senai de Tecnologia e Inovação e ambientes especializados. Mais do que reunir laboratórios, essa estrutura permite combinar competências em materiais, estruturas, química, meio ambiente, energia, processos produtivos, automação e tecnologias digitais.

Essa lógica é especialmente importante para a Engenharia Florestal. A inovação relacionada à floresta não está restrita à produção de madeira, celulose e papel.

Os recursos florestais podem originar materiais avançados, produtos químicos, energia, soluções construtivas e novas aplicações industriais. Da mesma forma, resíduos e subprodutos podem deixar de ser vistos apenas como passivos e passar a integrar novos ciclos produtivos.

É nessa perspectiva que os *cases* apresentados na V Semana de Aperfeiçoamento em Engenharia Florestal (Seaflor) ajudam a mostrar como uma rede de competências pode transformar desafios em oportunidades. São projetos desenvolvidos pelos Institutos Senai em parceria com empresas, universidades e outros atores, nos quais diferentes conhecimentos são mobilizados para desenvolver e validar soluções tecnológicas.



O Senai Tecnologia e Inovação do Paraná conta com mais de 670 colaboradores, mais de 23 mil metros quadrados de infraestrutura, mais de 1.450 empresas atendidas e carteira de projetos ativos superior a R\$ 230 milhões. "

Lucas Aparecido Bittencourt
Pesquisador do Instituto SENAI de
Tecnologia em Celulose e Papel

Cooautora: Ariane Aparecida de Lima Bittencourt,
Analista de Negócios do SENAI-Paraná



Um exemplo é o desenvolvimento de peças de madeira engenheirada para utilização em entrepisos. O projeto reuniu o Instituto Senai de Inovação em Engenharia de Estruturas e o Instituto Senai de Tecnologia em Madeira e Mobiliário para desenvolver elementos capazes de substituir a madeira maciça em determinadas aplicações, atendendo às exigências da construção civil. O projeto alcançou TRL 6.

Technology Readiness Level (TRL), ou nível de maturidade tecnológica, é uma escala utilizada para indicar o estágio de desenvolvimento de uma tecnologia, des-

de a pesquisa básica até a produção e comercialização. Essa referência ajuda empresas, pesquisadores e instituições de fomento a compreenderem o quanto uma solução já avançou e quais etapas ainda são necessárias para sua aplicação. No caso da madeira engenheirada, chegar ao TRL 6 significa ter avançado até a demonstração da tecnologia em ambiente relevante.

Outro exemplo evidencia o potencial de valorização dos resíduos florestais. Em um projeto voltado ao reaproveitamento de cascas de eucalipto, a pirólise do material foi estudada como rota para obtenção





de briquetes, bio-óleo, biochar e extrato ácido. O briquete apresentou características adequadas para utilização como fonte de energia, com potencial de substituição de combustíveis empregados em operações industriais. O que antes poderia ser considerado apenas um resíduo passa, assim, a representar uma fonte de produtos e energia.

A economia circular também aparece quando diferentes cadeias industriais são conectadas. No desenvolvimento de dormentes ferroviários poliméricos e de concreto, foram utilizados resíduos das indústrias metalúrgica e moveleira, associados à nanotecnologia. O projeto reuniu competências de diferentes Institutos Senai e alcançou TRL 6, mostrando que um resíduo industrial pode se tornar matéria-prima para uma nova aplicação.

Na cadeia de celulose e papel, pesquisas envolvendo fibras de gramíneas e resíduos celulósicos avaliaram sua utilização para produção de micro e nanocelulose e como aditivo de resistência na fabricação de papel. A iniciativa amplia as possibilidades de uso de fontes alternativas de fibras e demonstra como a pesquisa aplicada pode transformar biomassa em materiais com propriedades específicas e maior valor agregado.

A mesma competência pode ser aplicada a outras biomassas. O desenvolvimento de painéis a partir da palha de cana-de-açúcar buscou transformar um resíduo agrícola em material com aplicações em embalagens e revestimentos acústicos.

Embora não seja uma matéria-prima florestal, o projeto evidencia uma competência fundamental para a bioeconomia: desenvolver tecnologias capazes de converter diferentes resíduos em produtos de maior valor.

Esses exemplos mostram por que a inovação florestal precisa ser pensada de maneira transversal. Madeira, fibras, biomassa e resíduos podem alimentar diferentes rotas tecnológicas, enquanto automação, inteligência artificial, simulação e análise de ciclo de vida contribuem para processos mais eficientes e sustentáveis.

Para que essas oportunidades cheguem à indústria, entretanto, é necessário testar, validar, reduzir incertezas, desenvolver protótipos e escalar. É nesse processo que a atuação conjunta entre Institutos Senai, empresas, universidades e instituições de fomento se torna fundamental.

Atualmente, o Senai Tecnologia e Inovação do Paraná conta com mais de 670 colaboradores, mais de 23 mil metros quadrados de infraestrutura, mais de 1.450 empresas atendidas e carteira de projetos ativos superior a R\$ 230 milhões. Mais importante do que os números é a capacidade de colocar conhecimento e infraestrutura a serviço de desafios concretos da indústria.

Os projetos apresentados na Seaflor reforçam uma mensagem: inovação nasce da conexão entre conhecimento e necessidade, pesquisa e aplicação, diferentes competências e diferentes atores.

Para a Engenharia Florestal, essa conexão abre uma perspectiva particularmente promissora. A base de recursos renováveis da cadeia pode sustentar uma nova geração de materiais, produtos, processos e soluções energéticas. Resíduos podem retornar aos ciclos produtivos. Biomassas podem ganhar novas aplicações. E tecnologias digitais podem ampliar a eficiência e a capacidade de tomada de decisão.

O desafio, portanto, não é apenas produzir mais. É produzir mais valor a partir dos recursos disponíveis.

É nesse ponto que a tecnologia e a inovação podem contribuir para uma nova visão da Engenharia Florestal: uma engenharia capaz de olhar para a floresta não apenas como origem de produtos, mas como uma plataforma de possibilidades. Quando competências trabalham em rede, um resíduo pode se tornar matéria-prima, uma fibra pode se transformar em material avançado e um desafio industrial pode se converter em uma nova oportunidade.

Mais do que desenvolver tecnologias para a floresta, trata-se de desenvolver tecnologias a partir dela e conectá-las às necessidades de uma indústria que precisa ser cada vez mais eficiente, circular, competitiva e sustentável. ●

Ciência na raiz. **Alta performance** no campo.



No **ELDTECH – Centro de Tecnologia Florestal**, em Andradina (SP), a **Eldorado Brasil** transforma pesquisa, ciência e tecnologia em resultados para o campo.

São sete laboratórios dedicados a análises genéticas, melhoramento genético, biotecnologia, tecnologia da madeira, produção de inimigos naturais e análise de fertilizantes, contribuindo para tornar nossas florestas cada vez mais produtivas, resilientes e adaptadas.

Entre 2025 e 2026, **mais de 440 mil novos materiais genéticos foram plantados em testes de campo. A expectativa é chegar ao final de 2026 com mais de 4 mil clones distintos em avaliação, sendo 365 em Testes Clonais Ampliados e 14 em testes pré-comerciais.**

Eldorado Brasil.
Liderança em
inovação florestal.





Desafios e oportunidades do setor florestal

A fronteira invisível: por que Mato Grosso do Sul virou o laboratório da nova silvicultura tropical

Há vinte anos, quando produtores e consumidores de florestas plantadas se reuniram para fundar a Reflore-MS, o eucalipto ocupava pouco mais de 340 mil hectares em Mato Grosso do Sul. Era um coadjuvante discreto na paisagem de um estado de vocação pecuária. Hoje são quase 1,9 milhão de hectares — um avanço de 455% em quinze anos. Nenhuma outra unidade da federação converteu área para floresta plantada com tamanha velocidade. Reduzir essa história a hectares, porém, seria perder o essencial. O que aconteceu aqui não foi apenas expansão de área: foi uma mudança de natureza tecnológica. O estado se tornou um laboratório a céu aberto da engenharia florestal do século XXI.

A fronteira, hoje, é invisível. Ela não está na abertura de novas terras, mas no que se consegue extrair de cada hectare com ciência. O incremento médio anual do eucalipto em Mato Grosso do Sul opera entre 35 e 45 metros cúbicos por hectare ao ano, acima da média nacional — que já é a maior do mundo. Isso não é sorte de clima. É o resultado de gerações sucessivas de melhoramento genético, clonagem de indivíduos superiores adaptados ao cerrado e protocolos de manejo que transformaram a

floresta plantada em um sistema de produção de precisão. A árvore deixou de ser cultura e passou a ser ativo biológico monitorado, mensurado e modelado.

O capítulo mais instigante dessa transformação está sendo escrito nos solos que a agricultura tradicional descartou. Os neossolos quartzarênicos e demais solos arenosos, historicamente considerados marginais, revelaram-se a nova fronteira de valor. O que antes era limitação virou plataforma de inovação: clones desenhados especificamente para esses ambientes, associados ao estudo fino da interação entre processos atmosféricos e hidrológicos, abriram a possibilidade de silvicultura sob irrigação em áreas antes tidas como improdutivas. Estima-se um potencial de mais de 800 mil hectares plantáveis até 2030 nessa faixa. É engenharia hídrica, genética e de solos operando em conjunto — não a conquista de novas terras, mas a reinvenção das que já temos.

Mato Grosso do Sul foi o estado que mais converteu pastagem em uso mais eficiente do solo no País: mais de cinco milhões de hectares de pastagens deram lugar, ao longo de quinze anos, a florestas, grãos e cana. "

Luiz Calvo Ramires Júnior

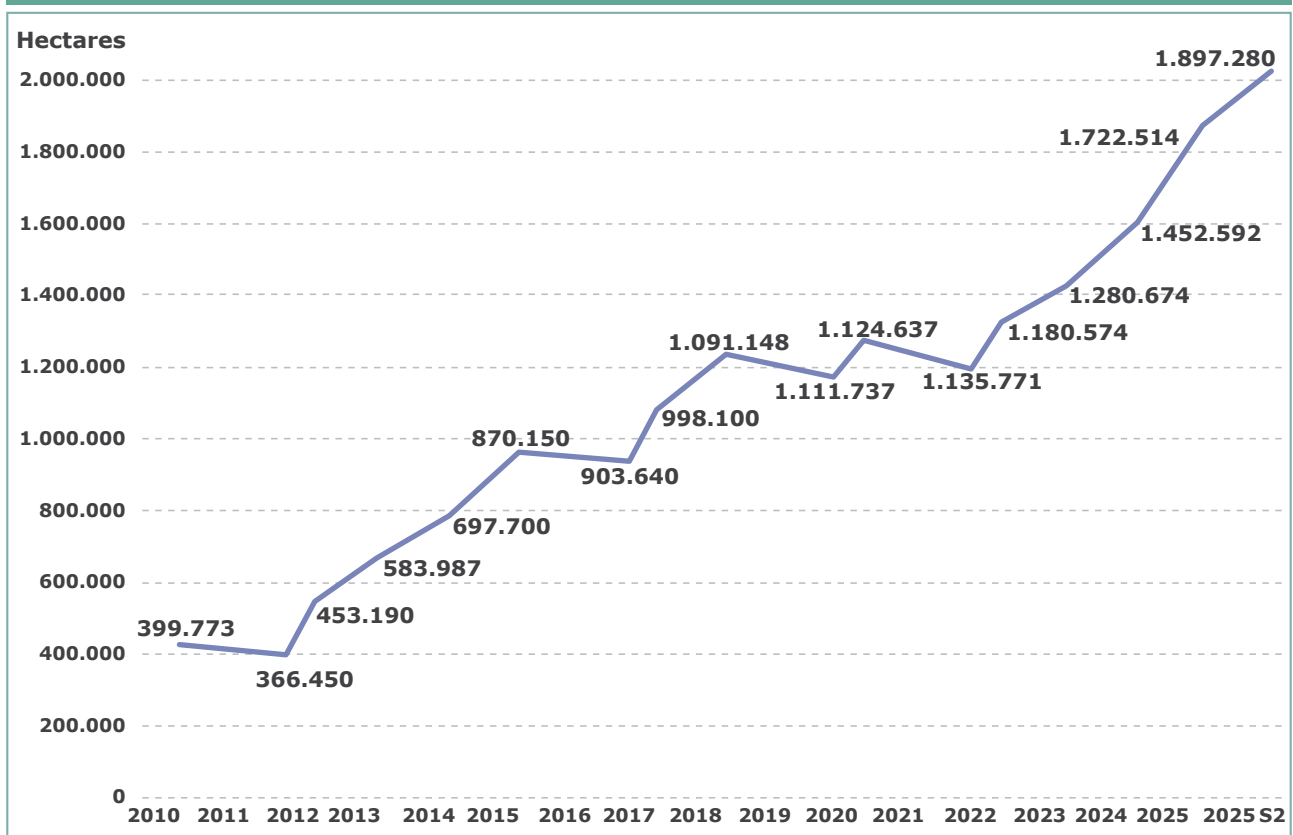
Presidente da Reflore-MS –
Associação Sul-Mato-Grossense de Produtores
e Consumidores de Florestas Plantadas



ÁREAS AGRÍCOLAS E FLORESTAIS NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL

	2010	24/2025	25/2025	
Pastagens	21.819.309	16.755.274	5.064.035	↓
Reservas Legais	10.580.850	10.786.759	205.909	↑
Soja	1.813.375	4.524.830	2.711.455	↑
Eucaliptos	341.350	1.897.280	1.985.020	1.643.660 ↑
Cana-de-Açúcar	592.950	904,211	311.261	↑
Outros	566.577	846.138	279.561	↑
Total Área MS	35.714.492	35.714.411		

EVOLUÇÃO DAS ÁREAS COM EUCALIPTO NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL



Essa reinvenção tem um pano de fundo que merece ser dito com clareza, porque contraria o senso comum. O Estado de Mato Grosso do Sul foi o estado que mais converteu pastagem em uso mais eficiente do solo no País: mais de cinco milhões de hectares de pastagens deram lugar, ao longo de quinze anos, a florestas, grãos e cana.

As áreas nativas e de reserva legal não recuaram — cresceram, e o estado mantém hoje mais de 30% do território em vegetação nativa, folgadoamente acima do que exige o Código Florestal. A floresta plantada avançou sobre o pasto degradado, não sobre o bioma. A tecnologia, nesse arranjo, é o que permite produzir mais ocupando melhor, e não ocupando mais.





Desafios e oportunidades do setor florestal

Há um segundo território onde a inovação sul-mato-grossense se tornou referência, e ele nasce de uma ameaça real: o fogo. O incêndio florestal é o risco operacional e reputacional que mais preocupa quem vive de floresta. A resposta do setor não foi individual, foi coletiva e tecnológica. A rede de prevenção que hoje integra mais de 140 torres de monitoramento no estado, conectando centros de operação, *pool* de aeronaves, maquinário pesado compartilhado e protocolos de ajuda mútua entre empresas concorrentes, é um dos exemplos mais interessantes de inovação colaborativa do agronegócio brasileiro. É tecnologia de detecção precoce somada a uma arquitetura de governança que dilui custos e multiplica capacidade de resposta. Empresas que competem no mercado cooperam no combate ao fogo — porque a fumaça não respeita cerca. Esse modelo, construído passo a passo, é exportável para qualquer região florestal do mundo.

O mesmo raciocínio de rede vale para a sanidade. Pragas e doenças não são problemas de uma fazenda, são riscos sistêmicos. Enfrentá-los exige monitoramento contínuo, alerta precoce, pesquisa aplicada com instituições científicas e capacitação técnica permanente. A engenharia florestal madura é aquela que entende a floresta como um organismo regional, não como um conjunto de talhões isolados. Vigilância fitossanitária coordenada é, nesse sentido, tão estratégica quanto qualquer avanço de produtividade.

Por trás de tudo isso há uma escala industrial que impõe urgência à inovação. O complexo florestal de Mato Grosso do Sul demanda hoje mais de 35 milhões de metros cúbicos de madeira por ano, e novos empreendimentos de celulose em construção e em licenciamento devem elevar essa necessidade em mais de 60% até o fim da década. Traduzindo: será preciso plantar, com ciência, milhões de hectares adicionais em pouco tempo. Esse descompasso entre a demanda projetada e a oferta instalada é, para o engenheiro florestal e para o empreendedor, a maior janela de oportunidade da nossa geração. É aqui que entram as *startups*, a bioeconomia e

os novos modelos de negócio: sensoriamento remoto e inteligência artificial aplicados ao inventário e ao manejo, plataformas de dados que preveem produtividade antes do plantio, soluções de logística que reduzem o custo de escoamento, e a valoração de serviços ambientais — o carbono sequestrado pela floresta plantada como um ativo mensurável e negociável em mercados que se estruturam agora.

Vejo aqui uma inversão que precisa ser assimilada por quem forma a próxima geração de profissionais: a engenharia florestal deixou de ser uma ciência de campo para se tornar, também, uma ciência de dados. O talhão continua existindo, mas ele agora tem um gêmeo digital. A decisão de plantar, desbastar ou colher passa por modelos que integram clima, solo, genética e mercado. O profissional florestal do futuro é tão fluente em biologia quanto em algoritmos, tão à vontade no viveiro quanto diante de uma base de dados. Essa é a mensagem central que levo a uma semana dedicada ao aperfeiçoamento da engenharia florestal: o setor precisa de gente que una o rigor técnico à mentalidade empreendedora, capaz de enxergar na floresta não um custo a ser gerido, mas um sistema de valor a ser desenhado.

Não escrevo isto como quem anuncia uma promessa, mas como quem relata um processo já em curso. Mato Grosso do Sul não se tornou protagonista florestal por acaso ou por generosidade da natureza. Tornou-se porque combinou terra disponível, clima favorável e — decisivamente — a disposição de tratar a floresta como território de tecnologia e cooperação. Vinte anos de construção institucional ensinaram que o que sustenta um setor não é a árvore isolada, é a inteligência que se organiza em torno dela.

A floresta plantada é, provavelmente, a mais elegante das tecnologias: usa luz do sol, água e genética para capturar carbono, gerar renda, poupar o bioma nativo e abastecer indústrias inteiras. O desafio das próximas décadas não será plantar mais árvores. Será plantar com mais ciência, mais dados e mais visão de longo prazo. A fronteira que importa agora é a do conhecimento — e ela é infinita. ●

istec



VibSys

A Istec está no negócio de monitoramento e proteção de equipamentos rotativos há mais de 50 anos. Tornamo-nos especialistas no campo de medições de velocidade e vibração.



Monitoramento de vibração em máquinas de papel com o VibSys®.



Monitoramento de vibração em maquinário BoP com VibSys® em usinas de geração de energia



Monitoramento de vibração em turbinas hidrelétricas com o VibSys®.



Benefícios e desafios do monitoramento periódico e contínuo da vibração

Há 32 anos a SECMIL fornece soluções completas para proteção e monitoramento da sua planta.

SENSORES, CABOS E DRIVERS COMPATÍVEIS COM TODOS OS SISTEMAS



Velocity Transmitters



Com indicação local



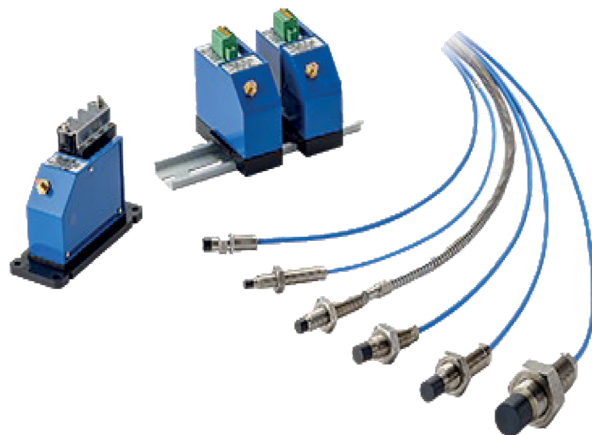
Série Compacta



Impacto



Slim



Cabos e sensores

A SECMIL tem estoque de peças, com garantia de fábrica, do sistema VM 600 como sensores, cabos e condicionadores de sinal.

SECMIL LTDA.

Fone: 12 3911-9496 • 12 3921-2930

Celular: 12 99717-3318 • 12 99658-6122

comercial@secmil.com.br • www.secmil.com.br

SECMIL



Desafios e oportunidades do setor de base florestal

O caminho para enfrentar os desafios da engenharia florestal

A engenharia florestal brasileira vive um momento decisivo. Nunca o setor foi tão estratégico para a economia de baixo carbono, para a segurança climática e para a produção sustentável de matérias-primas renováveis. Paradoxalmente, cresce a demanda por profissionais qualificados justamente quando diminui o interesse dos jovens pela carreira e se intensifica a escassez de mão de obra nas operações florestais. Soma-se a esse cenário um ambiente internacional cada vez mais competitivo, no qual produtividade, inovação e sustentabilidade passaram a determinar o acesso aos mercados.

O maior desafio da engenharia florestal brasileira já não é apenas produzir mais, mas formar pessoas capazes de transformar tecnologia em competitividade global.

Os indicadores confirmam essa tendência. Universidades registram redução na procura pelos cursos de Engenharia Florestal, mesmo diante de um mercado que continua demandando profissionais qualificados. Parte dessa realidade reflete uma mudança nas expectativas das novas gerações, que buscam atividades mais conectadas às tecnologias digitais, enquanto ainda associam a profissão a um modelo tradicional de trabalho predominantemente em campo.

Essa percepção já não corresponde à realidade, mas compromete a renovação dos quadros técnicos.

Ao mesmo tempo, a escassez de mão de obra operacional tornou-se um dos principais desafios das empresas. Cresce a dificuldade para contratar e reter profissionais para atividades de plantio, manejo, colheita e manutenção florestal. O envelhecimento da força de trabalho, a migração para outros setores e a redução do interesse por ocupações fisicamente mais exigentes pressionam custos, reduzem a produtividade e limitam a expansão sustentável das florestas plantadas.

Esse cenário, entretanto, também cria oportunidades para uma profunda transformação. A tecnologia está modificando o perfil do trabalho florestal e tornando as operações mais eficientes, seguras e inteligentes. Automação, inteligência artificial, robótica, drones, sensores conectados e análise de dados reduzem atividades repetitivas, aumentam a produtividade e qualificam a tomada de decisão.



O maior desafio da engenharia florestal brasileira já não é apenas produzir mais, mas formar pessoas capazes de transformar tecnologia em competitividade global. "

Fabio Brun

Presidente do Conselho da APRE –
Associação Paranaense de Empresas
de Base Florestal

No manejo de incêndios, por exemplo, sistemas de monitoramento em tempo real e modelos preditivos ampliam a capacidade de resposta e reduzem a exposição das equipes a situações de risco.

A inovação também é decisiva para enfrentar outro desafio estrutural: a elevada exposição do setor aos mercados internacionais. A cadeia florestal brasileira é fortemente integrada ao comércio exterior e, por isso, sofre os impactos das oscilações da demanda global, da volatilidade cambial e da reconfiguração das cadeias de suprimentos.

Ao mesmo tempo, aumentam as exigências relacionadas à rastreabilidade, à descarbonização e ao cumprimento de critérios socioambientais, redefinindo o acesso aos principais mercados consumidores. Competir nesse ambiente exige muito mais do que disponibilidade de recursos naturais; exige eficiência, confiabilidade e capacidade permanente de inovar.

Tecnologias digitais e sistemas avançados de rastreabilidade fortalecem a governança das empresas, ampliam a transparência das cadeias produtivas e permitem comprovar, com dados, a origem da matéria-prima, a conformidade ambiental e a eficiência operacional. Paralelamente, a inovação impulsiona produtos de maior valor agregado e reduz a dependência da exportação de *commodities*, tornando o setor mais resiliente às oscilações do mercado internacional.

A tecnologia, contudo, não substitui as pessoas. Ela transforma o perfil das competências exigidas e amplia o valor agregado do trabalho humano. O engenheiro florestal passa a atuar cada vez mais como integrador de tecnologias, gestor de informações e solucionador de problemas complexos, liderando equipes multidisciplinares e processos de inovação.

Nesse contexto, o empreendedorismo assume papel ainda mais estratégico.

O futuro da engenharia florestal dependerá da capacidade de transformar conhecimento em soluções aplicáveis ao campo e em novos negócios. *Startups*, empresas de base tecnológica e iniciativas de inovação aberta aproximam universidades, centros de pesquisa e empresas, acelerando

o desenvolvimento de soluções voltadas à silvicultura de precisão, à bioeconomia, à economia circular e à gestão inteligente dos recursos naturais. Além de aumentar a eficiência das operações, esses novos modelos ampliam mercados, agregam valor à produção e fortalecem a competitividade internacional do setor.

Essa transformação também contribui para renovar a imagem da profissão. Ao enxergar uma carreira conectada à inovação, à sustentabilidade e à criação de soluções tecnológicas, os jovens passam a perceber a engenharia florestal como uma atividade dinâmica, capaz de gerar impacto ambiental, social e econômico.

No Paraná, esse movimento encontra um ambiente especialmente favorável. A combinação entre uma sólida base florestal, empresas inovadoras, universidades de excelência e centros de pesquisa cria condições para acelerar a inovação, atrair talentos e desenvolver soluções com alcance global. Iniciativas como a Semana de Aperfeiçoamento em Engenharia Florestal (Seaflor) reforçam essa integração ao aproximar estudantes, pesquisadores, empreendedores e empresas em torno dos desafios reais do setor.

Superar esses desafios exige atuação coordenada entre universidades, empresas, entidades representativas e poder público.

Modernizar currículos, incentivar o empreendedorismo e fortalecer a formação em tecnologias digitais são iniciativas fundamentais para preparar profissionais para uma atividade cada vez mais tecnológica e global.

A engenharia florestal brasileira reúne todas as condições para liderar essa transformação. Em um cenário internacional no qual produtividade, rastreabilidade, inovação e sustentabilidade determinam a competitividade, o futuro do setor dependerá da capacidade de formar profissionais preparados para empreender, inovar e gerar valor. A floresta do futuro será cada vez mais digital, conectada e inteligente. Cabe a nós garantir que a próxima geração de engenheiros esteja pronta para liderar essa transformação. ●

Princípios para a formulação e implementação de política florestal

O setor florestal tem como função induzir o desenvolvimento socioeconômico do país e contribuir para a manutenção de um alto nível da biodiversidade e de equilíbrio ambiental. Assim, podem ser especificadas as funções do setor de base florestal brasileiro, como seguem, constantes do documento Pesquisa Florestal no Brasil, elaborado para o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT):

a. Função indutora para o desenvolvimento econômico: para o cumprimento desta função, é de pleno reconhecimento que o manejo e a exploração das florestas brasileiras contribuem para o desenvolvimento econômico do nosso país. A atividade de base florestal será realmente indutora de desenvolvimento se, além de gerar produtos sólidos para a construção civil e movelaria, fibras para papéis e embalagens, produtos químicos, alimentícios e energéticos, esses bens e serviços forem produzidos de forma sustentável e com o menor impacto possível sobre o ambiente;

b. Função estimuladora do desenvolvimento social: envolve questões complexas e bastante carentes de recursos financeiros e humanos. São temas de grande relevância e diversidade regional, envolvendo pequenas propriedades, extrativistas, e comunidades dependentes de sistemas naturais. Além destes aspectos mais evidentes, são também temas sociais o aumento da produtividade do trabalhador

florestal, o treinamento para maior mobilidade e ascensão profissional, a educação ambiental para a promoção de uma consciência conservacionista e voltada para o uso racional dos recursos escassos e substituição de fontes não renováveis de energia e matéria-prima;

c. Função contributiva para a manutenção da biodiversidade e do equilíbrio ambiental: esta função existe se atividades de pesquisa e investigação científica forem mantidas pela sociedade. A criação de reservas e áreas de função de preservação, com embasamento em planos de zoneamento ecológico-econômico, demanda grande esforço de pesquisa e maior ainda será o esforço requerido quando forem implantadas as ações de monitoramento que essas áreas de proteção exigirão.

Para implementar estas funções, com eficiência e competitividade, são fundamentais e imprescindíveis o estabelecimento de adequada política para o setor e a operacionalização de efetivos instrumentos para o seu integral e sustentável desenvolvimento.

Bertram Husch, Engenheiro Florestal, Oficial Forestal da FAO, autor da obra *Guidelines for forest policy formulation*, esclarece que “uma política florestal de um



A atividade florestal será realmente indutora de desenvolvimento se, além de gerar produtos sólidos (para toda a sua gama de aplicações) forem produzidos de forma sustentável e com o menor impacto possível sobre o ambiente. "

Vitor Afonso Hoeflich

Professor do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal da UF-PR



país é melhor entendida como um sistema de elementos inter-relacionados. Este sistema (ou política) estabelece a forma como um governo executa seus programas florestais e influência ou controla como a população faz uso de seus recursos florestais”.

Indica, ainda, que “uma política florestal é um sistema que consiste dos seguintes elementos: **1.** a declaração dos objetivos; **2.** um corpo de legislação; **3.** a estrutura e a administração de uma organização florestal governamental; **4.** O planejamento, a dotação orçamentária e a execução de programas da organização florestal.”

Ressalta que “estes elementos formam uma cadeia coerente, ou conforme alguns preferem, uma definição mais limitada de uma política como uma declaração de objetivos ou intenções, então o sistema pode ser dividido em **a.** as declarações dos objetivos; **b.** as ações necessárias para alcançar os objetivos.” Estes elementos constituem-se em um sistema cíclico como o mostrado na quadro em destaque.

Bertram Husch, referindo-se a este diagrama, esclarece que, seguindo as decisões sobre os objetivos, “é possível preparar, conferir e revisar a legislação florestal para se verificar se os mecanismos legais existem e quais contribuirão para o alcance dos objetivos propostos.

Outras legislações que afetam a atividade florestal, tais como posse da terra, taxaço, conservação de água e solo, por exemplo, deverão ser levadas em conta neste processo. É claro que a legislação florestal deverá estar em harmonia com o arcabouço constitucional e as leis básicas do país assim como com os objetivos da política florestal.

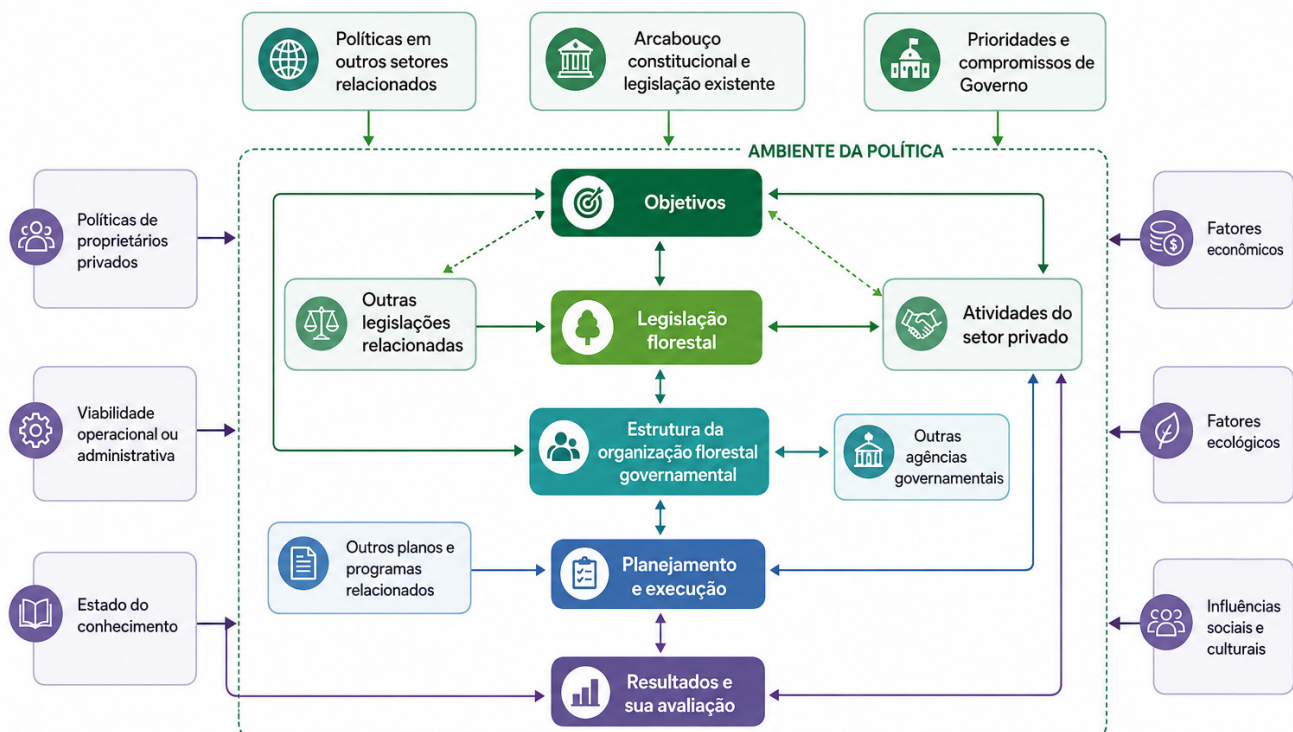
Leonardo Secchi, Administrador em Políticas Públicas, em sua obra sobre atores no processo de políticas públicas, descreve-os como englobados em duas categorias:

1. Atores Governamentais: englobam os políticos, os designados politicamente, os burocratas e os juizes; e

2. Atores não governamentais: são representados pelos grupos de interesse, os partidos políticos, os meios de divulgação, os destinatários das políticas, e as organizações do terceiro setor (como os fornecedores, os organismos internacionais, as comunidades epistêmicas, os financiadores, especialistas, etc.).

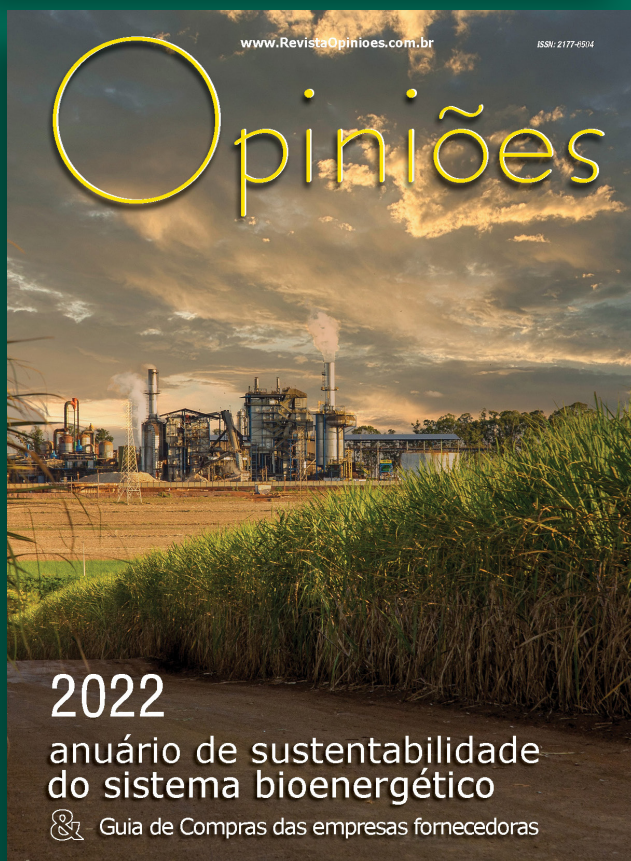
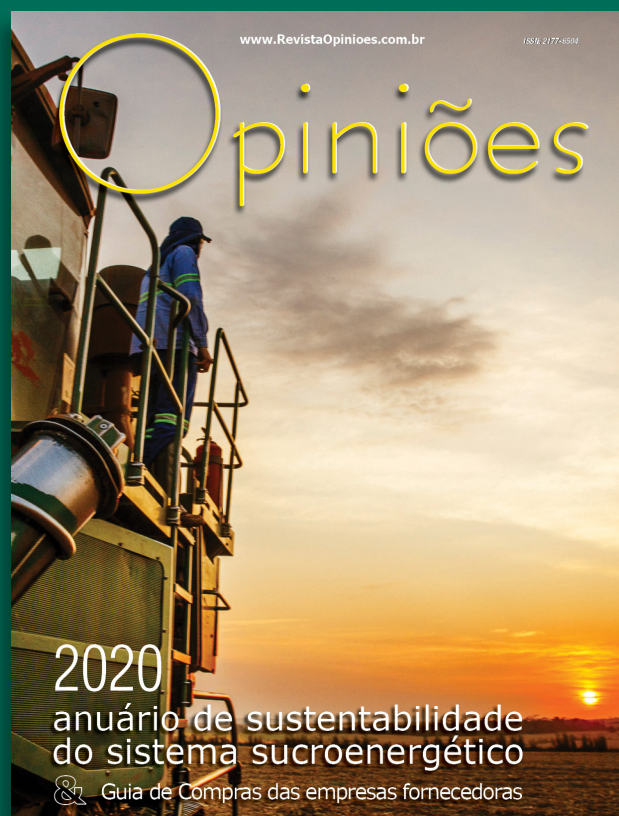
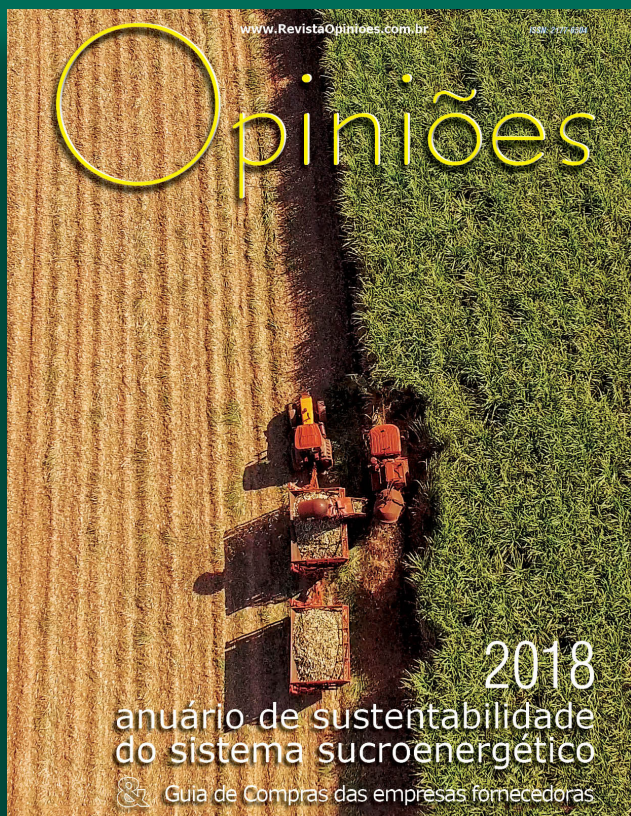
Ressalte-se a importância da participação das entidades associadas ao desenvolvimento do setor de base florestal, em suas dimensões ambientais, sociais e econômicas nos processos de formulação e implementação de políticas públicas associadas ao desenvolvimento das atividades florestais. ●

Diagrama da Política Florestal como um sistema



Marketing:
16 99773-2200
16 98122-6992

Anunciar no
Anuário de
Sustentabilidade
16 98122-6992



Se sua empresa é fornecedora do **sistema bioenergético**, ainda dá tempo.

O **Anuário de Sustentabilidade do sistema Sucroenergético**

da Revista Opiniões tem o objetivo de registrar as centenas de ações sociais e ambientais, diariamente realizadas pelas empresas produtora de etanol, açúcar, bioeletricidade, biogás, biometano, biohidrogênio, por todo o Brasil.

O **Guia de Compras** é a vitrine ideal para apresentar a marca, os produtos e os serviços da sua empresa para este público.

Fechamento: 23 Set 2026

Opiniões

2026

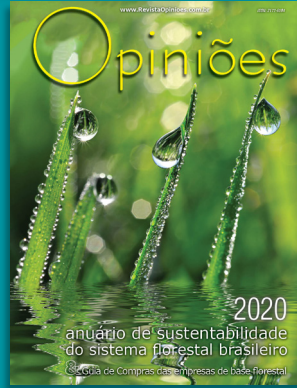
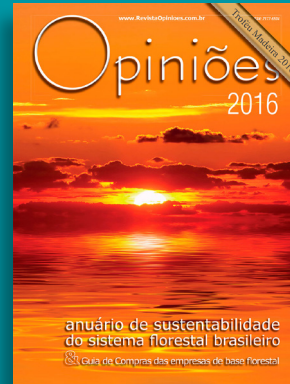
anuário de sustentabilidade
do sistema florestal brasileiro

& Guia de Compras das empresas de base florestal



Marketing:
16 99773-2200
16 98122-6992

Anunciar no
Anuário de
Sustentabilidade
16 98122-6992



Se sua empresa ficou de fora do Anuário, Florestal, reserve seu espaço para 2027.

O **Anuário de Sustentabilidade** da Revista Opiniões tem o objetivo de registrar as centenas de ações sociais e ambientais, diariamente realizadas pelas empresas de base florestal por todo o Brasil, em favor de seus empregados e de toda a população das cidades que vivem no seu entorno.

O **Guia de Compras** é a vitrine ideal para apresentar a marca, os produtos e os serviços da sua empresa para este público.

Fechamento: 23 Jun 2027

Opiniões

2027

anuário de sustentabilidade
do sistema florestal brasileiro

& Guia de Compras das empresas de base florestal



Livre acesso a todas as edições dos

Free access to all editions from our 23 years of operation

São 3.930 artigos, sobre 196 diferentes temas, escritos com exclusividade pelas maiores autoridades dos assuntos no país.

Você tem 2 formas para ler as revistas:

1. Pela edição Digital, folheando as páginas como em uma antiga revista. Nesta opção você pode fazer o download da edição inteira, para ler quando estiver off-line, ou
2. Por texto corrido, lendo os artigos individualmente com livre acesso aos textos e imagens, nos 7 idiomas disponíveis.

There are 3,930 articles, covering 196 different topics, written exclusively by the leading authorities on these subjects in the country.

You have two ways to read the magazines:

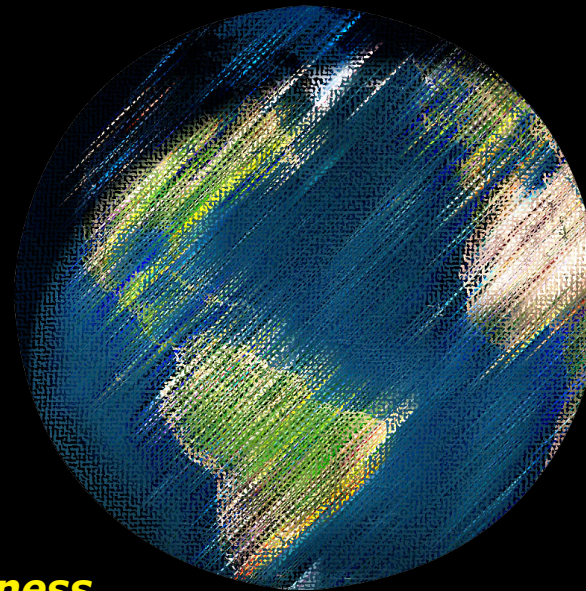
1. Through the Digital edition (in Portuguese), flipping through the pages like an old magazine. In this option, you can download the entire edition to read offline, or
2. By reading the articles individually with free access to the texts and images, in the 7 available languages.



Revista Opiniões:
a revista mundial
do agronegócio
brasileiro.

Opiniões Magazine:

The world magazine of Brazilian agribusiness.



23 anos de atividade em nosso Site.
on on our website.

Biblioteca Sucroenergética



Biblioteca Florestal



Acesso ao Site

Opiniões





Setor Sucroenergético

- Cana
- Milho
- Sisal
- Açúcar
- Etanol
- Biogás
- Biometano
- Bioeletricidade
- CBio



Setor Florestal

- Celulose
- Papel
- Carvão
- Siderurgia
- Paralelo
- Madeira
- Produtos não-madeireiros

Revista Opiniões
Editora WRDS Ltda. - Editora WRDS Brasil Ltda
Rua Jerônimo Panzollo, 350
14096-430 - Ribeirão Preto - SP - Brasil
Fone: +55 16 3965-4600
Opinioes@RevistaOpinioes.com.br

Segundo os registros do Google Analytics, dos leitores da Revista Opiniões depois

4 Bilhões de pessoas do Planeta Terra falam uma

Áreas de interesse

Areas of interest

Edição Bioenergética

Bioenergy Edition

- Cana
- Milho
- Agave
- Macaúba
- Açúcar
- Etanol
- Biodiesel
- Biogás
- Biometano
- Bioeletricidade
- Mercado de Carbono
- Ração animal

Edição Florestal

Forestry Edition

- Celulose
- Papel
- Carvão
- Siderurgia
- Painéis
- Madeira
- Produtos não-madeireiros

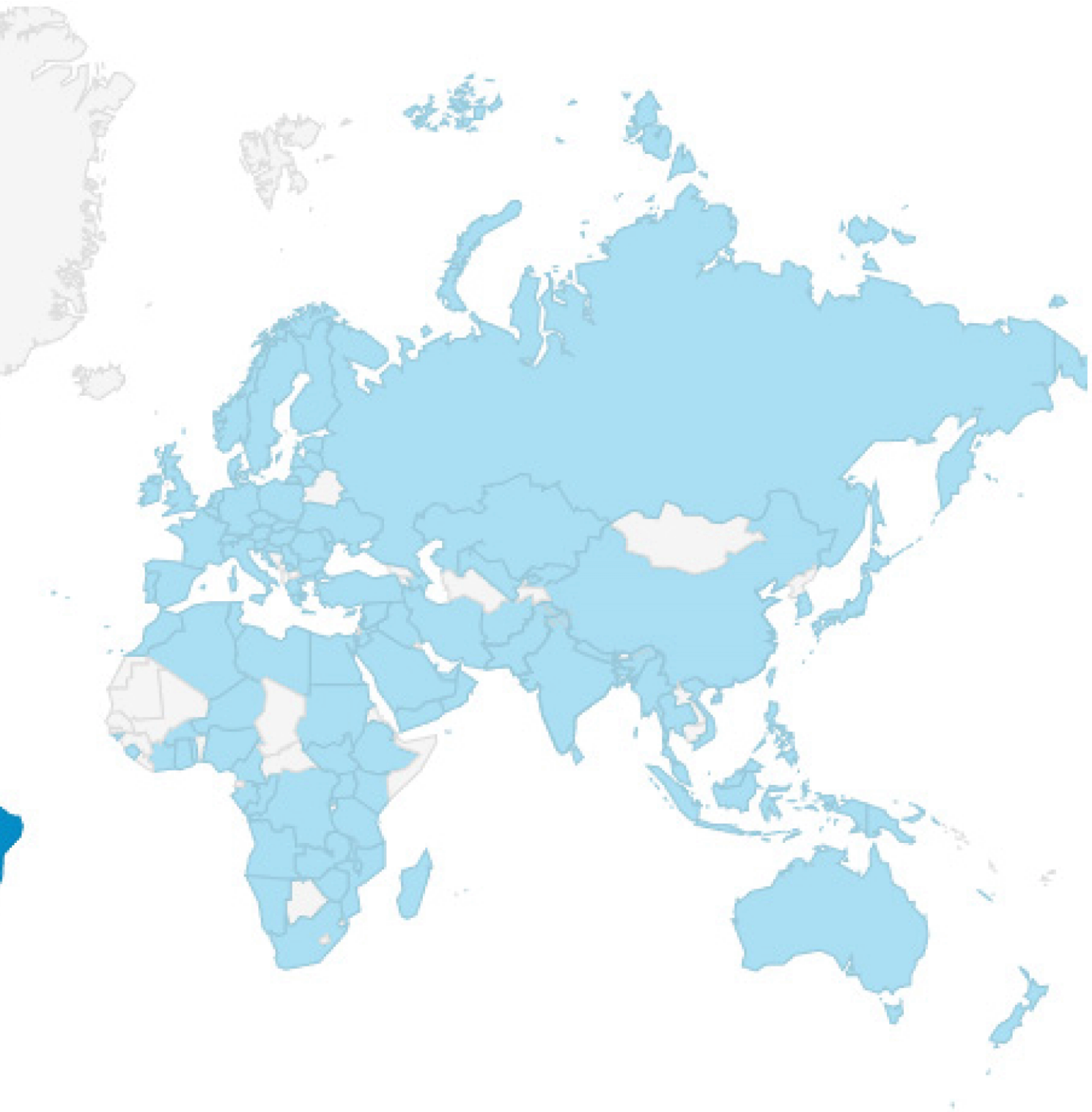
Cadastre-se para passar a receber as Revistas Opiniões, em qualquer parte do mundo, de forma regular e gratuita. Somos uma revista indexada, com 23 anos de atividade. Envie um email para Jornalismo@revistaopinioes.com.br

According to Google Analytics records, the large blue area shows the location of readers of Opiniões Magazine after we started publishing it in 7 languages. 4 billion people on Planet Earth speak one of the languages in which Opiniões magazine is written. Sign up to receive Opiniões Magazine regularly and free of charge, anywhere in the world. We are an indexed magazine with 23 years of activity. Send an email to Jornalismo@revistaopinioes.com.br



a imensa área em azul mostra a localização
que passamos a publicá-la em 7 idiomas.

das línguas nas quais a Revista Opiniões é escrita.



Marketing : +55 16 99773-2200
Jornalismo: +55 16 99777-7799
Jornalismo@RevistaOpinioes.com.br
www.RevistaOpinioes.com.br

Fonte: Google Analytics





EXPEDIENTE:

Editora WDS Ltda e Editora VRDS Brasil Ltda: Rua Dr. Benjamin Anderson Stauffer, 901 - Cj 41 - 14021-617 - Ribeirão Preto, SP, Brasil - +55 16 99777-7654 - e-Mail Geral: Opinios@RevistaOpinios.com.br • **Editor-chefe e Diretor de Operações:** William Domingues de Souza - WDS@RevistaOpinios.com.br - Whats App: +55 16 99777-7799 • **Coordenadora de Marketing:** Valdirene Ribeiro Souza VRDS@RevistaOpinios.com.br - Whats App: 16 99773-2200 Fone: 1698122-6992 - • **Vendas Operacionais:** Priscila Boniceli de Souza Rolo - pboniceli@gmail.com - Fone: 16 99132-9231 • **Jornalista Responsável:** William Domingues de Souza - MTB35088 - jornalismo@RevistaOpinios.com.br • **Projetos Futuros:** Julia Boniceli Rolo - JuliaBR@RevistaOpinios.com.br 16 2604-2006- • **Projetos Avançados:** Luisa Boniceli Rolo - LuisaBR@RevistaOpinios.com.br -16 2304-2012 - **Banco de Dados:** Lillian Restino - LR@RevistaOpinios.com.br • **Correspondente na Europa** (Augsburg Alemanha): Sonia Liepold-Mai - Fone: +49 821 48-7507 - sl-mai@T-online.de • **Copydesk Portugal:** Katja Augusto: +351 91385-6862 - katja.augusto@gmail.com - • **Edição Fotográfica:** Priscila Boniceli de Souza Rolo - Fone: 16 99132-9231 - pboniceli@gmail.com • **Artigos:** Os artigos refletem individualmente as opiniões pessoais sob a responsabilidade de seus próprios autores • **Foto da Capa:** Acervo Bracell • **Foto da página do Índice:** Acervo Bracell • **Foto do Expediente:** Acervo Aperam BioEnergia • **Fotos dos Articulistas:** Acervo Pessoal dos Articulistas e de seus fotógrafos pessoais ou corporativos • **Foto da próxima edição sucroenergética:** acervo Revista Opiniões • **Foto da próxima edição Florestal:** acervo Revista Opiniões • **Fotos de Ilustrações:** Paulo Alfafin Fotografia - 19 3422-2502 - 19 98111-8887- paulo@pauloalfafin.com.br • Ary Diesendruck Photografer - 11 3814-4644 - 11 99604-5244 - ad@arydiesendruck.com.br • Tadeu Fessel Fotografias - 11 3262-2360 - 11 95606-9777 - tadeu.fessel@gmail.com • Mailson Pignata - mailson@aresproducoes.com.br - fone: 16 99213-2105 • Acervo Revista Opiniões e dos específicos articulistas • **Expedição Revista Digital:** 35.387 • **Revista Digital:** Cadastre-se no Site da Revista Opiniões através do serviço de Fale Conosco e receba as edições diretamente em seu computador ou celular • **Portal:** Estão disponíveis em nosso Site todos os artigos, de todos os articulistas, de todas as edições, de todas as divisões das publicações da Editora WDS, desde os seus respectivos lançamentos, com livre possibilidade para download • **Idiomas da Revista Opiniões:** Original em Português e traduzido por Inteligência Artificial própria para Espanhol, Inglês, Francês, Árabe, Chines e Hindi • **Auditoria de Veiculação e de Sistemas de controle:** Liberada aos anunciantes a qualquer hora ou dia, sem prévio aviso, através de visita virtual • **Home-Page:** www.RevistaOpinios.com.br

Revista Opiniões Ásia-Índia: Marcelo Gonçalves, Business Researcher: +55 84 99192-4699 • Eliete Aparecida Alvez Gonçalves, Marketing Researcher: + 55 84 99168-6152 • Gabrielle Gonçalves, Chief Editor Assistant: +55 84 99168-9702

ISSN - International Standard Serial Number: 2177-6504

Conselho Editorial da Revista Opiniões:

Divisão Florestal: • Amantino Ramos de Freitas • Antonio Paulo Mendes Galvão • Augusto Praxedes Neto • Caio Eduardo Zanardo • Celso Edmundo Bochetti Foelkel • Eduardo Mello • Edimar de Melo Cardoso • Fernando Campos Passos • João Fernando Borges • Joésio Deoclécio Pierin Siqueira • José Ricardo Paraíso Ferraz • Luiz Ernesto George Barrichelo • Maria José Brito Zakia • Mario Sant'Anna Junior • Mauro Quirino • Mauro Valdir Schumacher • Moacyr Fantini • Moacir José Sales Medrado • Nelson Barboza Leite • Roosevelt de Paula Almado • Sebastião Renato Valverde • Walter de Paula Lima

Divisão Sucroenergética: • Evaristo Eduardo de Miranda • Jaime Finguerut • Jairo Menesis Balbo • José Geraldo Eugênio de França • Julio Maria M. Borges • Luiz Carlos Corrêa Carvalho, Caio • Manoel Vicente Fernandes Bertone • Marcos Guimarães Andrade Landell • Marcos Silveira Bernardes • Martinho Seiiti Ono • Nilson Zaramella Boeta • Paulo Adalberto Zanetti • Pedro Robério de Melo Nogueira • Plínio Mário Nastari • Raffaella Rossetto • Tadeu Luiz Colucci de Andrade

**plataforma digital multimídia da
Revista Opiniões**

publicações

Opiniões