



Uma Contribuição  
para o **Reflorestamento**  
**com Espécies**  
**Nativas no Brasil**

*A Contribution  
to Reforestation  
with Native  
Species in Brazil*

**Colaboração:** este material é resultado das discussões do encontro do setor empresarial pela restauração florestal no Brasil

**Collaboration:** this material is the result of discussions at the business sector meeting for forest restoration in Brazil

# Uma Contribuição para o **Reflorestamento** **com Espécies** **Nativas no Brasil**

## **Coordenação geral**

Roberto Waack - Instituto Arapyaú e re.green  
Vinicius Ahmar- Instituto Arapyaú

## **Redação**

Amália Safatle - Página22

## **Autores**

André Luiz Ferreira - engenheiro florestal e consultor técnico  
do Instituto Arapyaú

Gilmar Bertoloti - engenheiro florestal e consultor de estratégia  
e gestão de projetos florestais na Paricá Serviços e Treinamentos

Luciano Budant Schaaf - engenheiro florestal

Matheus Felipe Zonete - engenheiro florestal e Gerente de Negócios  
Florestais na Suzano

Roberto Waack - biólogo e presidente do Conselho do Instituto Arapyaú

## **Apoio**

Instituto Arapyaú

## **Comunicação**

Daniel Freitas

Luiz Attié

Sabrina Fernandes

## **Projeto Gráfico**

Bruna Foltran

VERSÃO PORTUGUÊS

---

Uma Contribuição  
para o **Reflorestamento  
com Espécies  
Nativas no Brasil** **04**

ENGLISH VERSION

---

A Contribution to  
**Reforestation  
with Native  
Species in Brazil** **26**

# Uma Contribuição para o **Reflorestamento com Espécies Nativas no Brasil**

- 05** APRESENTAÇÃO
- 07** NATIVAS, EXÓTICAS E O CONCEITO DE CONTÍNUO FLORESTAL
- 08** MODELO DE NEGÓCIO, MODELAGENS ECONÔMICAS E PLANEJAMENTO
- 10** ORGANIZAÇÃO DA DEMANDA
- 12** ASPECTOS GEOGRÁFICOS E FUNDIÁRIOS
- 14** PRODUÇÃO FLORESTAL
- 19** GESTÃO DE TECNOLOGIA, PESQUISA E DESENVOLVIMENTO
- 21** INDUSTRIALIZAÇÃO DA PRODUÇÃO
- 22** ASPECTOS SOCIAIS E RECURSOS HUMANOS
- 23** CERTIFICAÇÃO
- 24** CONSIDERAÇÕES FINAIS

## apresentação

Único país do mundo com nome de árvore, o Brasil ficou assim conhecido pela extração indiscriminada do pau-brasil (*Caesalpinia echinata*), quase dizimado durante a colonização portuguesa, para tingir tecidos usados pela nobreza e confeccionar móveis e outros utensílios. A exploração predatória de um recurso natural esteve, portanto, imbricada na identidade da nação.

Mas hoje os tempos são outros: a riqueza, agora, passa pelo uso sustentável dos recursos naturais, e a silvicultura é uma das atividades que mais oferece oportunidades de gerar produtos e serviços por meio de um manejo inteligente, levando à criação de empregos, renda e desenvolvimento socioeconômico. Ao ampliar o conhecimento sobre o cultivo econômico de árvores nativas, o Brasil fará jus ao seu nome, mas de uma forma positiva, com a oferta de produtos madeireiros e não-madeireiros e de serviços ambientais como proteção ao clima, à água, ao solo e à biodiversidade.

Este documento vem contribuir para o fortalecimento do setor de reflorestamento com espécies nativas no Brasil, que assumiu a meta de recuperar 12 milhões de hectares de florestas até 2030, alinhando as práticas e experiências relatadas com o cumprimento dos compromissos ambientais e climáticos do País.

Estruturado em categorias que abrangem desde a prospecção de terras até os aspectos socioambientais, este material busca oferecer uma análise concisa de desafios, oportunidades e melhores práticas.

Ao compartilhar as lições aprendidas e as soluções implementadas, permite que novos projetos evitem “cascas de banana”, ou seja, que não repitam falhas anteriores. Também proporciona *insights* sobre desafios ainda não superados, e relata práticas que possam orientar gestores e profissionais do setor em suas decisões estratégicas e operacionais.

Como um recurso complementar a conteúdos já existentes, este documento resulta da colaboração de diversos profissionais que contribuíram diretamente para projetos de reflorestamento. E serve como uma referência prática para novos gestores, investidores e outros atores do setor, auxiliando-os na tomada de decisões e na implementação de iniciativas que impulsionem o reflorestamento com nativas no Brasil.

As experiências aqui reunidas foram acumuladas por ex-gestores de projetos de reflorestamento em escala comercial – atingindo quase 40 mil hectares –, realizados em diversos estados brasileiros, como Pará, Minas Gerais e Espírito Santo, entre os anos de 2008 e 2022. São profissionais com vasta experiência em gestão e operações florestais, trazendo um profundo conhecimento técnico e prático adquirido ao longo de anos de dedicação ao planejamento, implementação, manutenção e avaliação de projetos, em diferentes condições geográficas e contextos socioeconômicos.

## Nativas, exóticas e o conceito de contínuo florestal



O reflorestamento com espécies nativas, fundamental para combater a crise climática e fortalecer a resiliência econômica e social, é uma atividade destacada em importantes iniciativas globais, como o Acordo de Paris, a Iniciativa 20x20, o Desafio de Bonn e a Década da Restauração de Ecossistemas da ONU. Apesar de sua relevância tanto no Brasil quanto globalmente, ainda existem poucos exemplos de projetos em larga escala voltados para o reflorestamento com espécies nativas.

O Brasil já poderia ter se tornado o lócus desses projetos, ao contar com um dos maiores ativos florestais do planeta (o segundo em volume e o primeiro em biodiversidade). Mas o País passou a ser o mais competitivo do mundo em silvicultura ao “domesticar” o eucalipto e o pinus, espécies exóticas que fizeram das empresas brasileiras de celulose e papel as mais bem sucedidas do mundo, além de serem as que mais seguem critérios de sustentabilidade.

Com isso, houve uma inversão: as espécies nativas passaram a ser as “exóticas”. O Brasil distanciou-se do necessário investimento em tecnologia florestal voltado à produção em larga escala, apesar de contar com um arsenal biológico único de dezenas de milhares de espécies arbóreas.

**Apesar de percalços e desincentivos, a produção de conhecimento sobre o plantio de nativas avançou na última década. Dezenas de modelos de plantios foram implementados, incluindo sistemas com diversos graus de biodiversidade, combinando silvicultura com a produção de alimentos (agricultura ou pecuária). Desenvolveram-se modelagens econômicas sofisticadas, integrando esses diferentes sistemas e permitindo diálogo com gestores financeiros.**

Essa gradação, em termos de biodiversidade, segue o conceito de contínuo florestal. Trata-se de um espectro que abarca paisagens desde as mais preservadas até as mais antropizadas. Inicia-se com a preservação permanente de maciços florestais intocados, seguida pela intervenção humana com o manejo sustentável, passa ao enriquecimento silvicultural de florestas degradadas, avança na restauração de áreas convertidas com o plantio biodiverso e depois pouco diverso, inclui o plantio de espécies exóticas de ciclo longo (eventualmente combinadas com o espécies nativas) e termina com o plantio de monoculturas de eucalipto, pinus ou teca.

Todas essas alternativas podem ser combinadas com o cultivo de alimentos ou produtos para outras indústrias (do extrativismo em áreas de preservação a sistemas de integração pecuária-floresta). Todas são alternativas melhores, do ponto de vista de sequestro de carbono e de aumento do capital natural em geral, se comparadas com as demais atividades que envolvem uso da terra, especialmente as pastagens degradadas.

## Modelo de negócio, modelagens econômicas e planejamento

02

É comum que premissas de projetos de silvicultura tradicional de espécies exóticas sejam utilizadas no planejamento de projetos com nativas. Mas neste caso o ambiente de incertezas em projetos de reflorestamento é muito mais acentuado.

Como indicado no conceito de contínuo florestal, há muitas modalidades de reflorestamento, que abrem uma série de questões para o modelo de negócios.

São elas:

**Qual o grau de integridade ecológica se pretende atingir, em que tempo, com que tipo de intensidade operacional e custos; qual o grau de restrição para uso de espécies exóticas; quais mercados se buscam atingir (madeireiros, não-madeireiros, serviços ambientais, regularização fundiária); qual o grau de integração vertical das operações (inclusão de indústrias madeireiras, processamento de alimentos ou produtos não-madeireiros); qual a forma de obtenção de terras (aquisições, parcerias rurais, concessões); qual a abordagem da ocupação dessas terras considerando áreas de proteção e conservação obrigatórias com usos alternativos, incluindo a produção de commodities; quais as expectativas para valoração fundiária; qual a abertura para modelos mistos como sistemas agroflorestais; qual a escala; qual a abrangência mercadológica; qual o peso da abordagem**

**social; e quais as expectativas para o destino no longo prazo das áreas reflorestadas.**

Cada uma dessas opções implica, obviamente, em diferentes necessidades de capital, riscos e retornos, que são o ponto de partida para a decisão de envolvimento no ramo.

É comum que os **modelos econômicos** para projetos de reflorestamento com espécies nativas subestimem os custos de implantação, manutenção, proteção e, no caso de atividades madeireiras e não-madeireiras, extração, baldeio e transporte. É também comum superestimar o Incremento Médio Anual (IMA)<sup>1</sup>. Não há informação técnica disponível sobre as curvas de crescimento para praticamente nenhuma espécie nativa cultivada em grande escala e com tratamentos silviculturais adequados.

No caso da atividade madeireira, as referências de mercado de espécies nativas são fracas, não havendo comparações confiáveis para praticamente nenhuma espécie, uma vez que a origem dos produtos atualmente comercializados é duvidosa. Um grande desafio nas modelagens que incluem indústrias é definir o grau de agregação de valor com respectivos rendimentos, custos e necessidades de capital. Geralmente, essas premissas são baseadas em modelos econômicos de projetos de manejo florestal, que consideram árvores com características qualitativas muito diferentes. Essa diferença terá impacto significativo na

1. O Incremento Médio Anual (IMA) em plantios florestais é uma medida que indica a quantidade média de crescimento, em volume de madeira, de uma floresta por hectare a cada ano. Ele é calculado dividindo o volume total de madeira acumulado pela idade da floresta, permitindo avaliar o rendimento médio ao longo do tempo.



qualidade e no preço da madeira. De maneira geral, não há fontes confiáveis de premissas econômicas para espécies de reflorestamento.

Diante de incertezas como essas, não se pode subestimar a **curva de aprendizado**, à qual todo novo projeto de silvicultura com nativas está sujeito. A maior parte das iniciativas, por se tratar de setor emergente, está sujeita a incertezas tecnológicas, o que potencializa as naturais dificuldades com mão de obra e prestadores de serviços que este tipo de empreendimento pode demandar.

O **microplanejamento operacional**, incluindo a sequência operacional ideal entre as fazendas e talhões, é essencial. Aspectos como topografia, tipo de solo, acessos em época de chuva, localização dos viveiros de espera e estoque de insumos, limitações para mecanização ou dificuldades com mão de obra, são cruciais para a eficiência e produtividade das operações silviculturais e, conseqüentemente, o sucesso dos projetos de reflorestamento.

O **desenho dos modelos de reflorestamento** é crítico na viabilidade econômica e operacional dos projetos, impactando diretamente os resultados alcançados, especialmente quando parte das árvores tem finalidade comercial. Esses desenhos devem considerar, inicialmente, qual seu objetivo principal ou qual mercado deseja atingir prioritariamente: carbono, serviços ambientais, não-madeireiros ou madeireiros. Cada mercado a ser atendido prioritariamente demanda modelos de reflorestamento diferentes. A não definição de uma prioridade no desenho dos modelos é quase certeza do fracasso econômico ou operacional do projeto no longo prazo. Isso porque alguns mercados têm demandas conflitantes.

Por exemplo, o mercado de carbono e de serviços ambientais tende a valorizar modelos de reflorestamento com mais diversidade de espécies e localizados em áreas ambientalmente mais sensíveis, como encostas, várzeas e áreas mais sujeitas à erosão. Estas áreas normalmente são não mecanizáveis, o que aumenta a demanda por mão de obra, encarece as atividades silviculturais e compromete o aumento de escala.

Por outro lado, o mercado madeireiro valoriza a escala, a especialização, a padronização, a simplificação e o baixo custo operacional. Desta forma, um desenho de reflorestamento para atender ao mercado madeireiro poderá ser muito menos diverso, tendendo à monocultura, localizado em áreas onde a mecanização é possível e próximo aos centros consumidores da madeira.

Um exemplo: os efeitos de sombreamento para a condução e conformação de caules, nos casos de espécies para fins madeireiros, têm impactos diretos em custos de manutenção, especialmente a necessidade de podas. O componente sombreamento, por sua vez, é altamente relacionado à combinação de espécies e espaçamento entre as mudas.

## Organização da demanda

# 03

Desenvolver e organizar as demandas de mercado é certamente o maior desafio para que o reflorestamento com espécies nativas seja realizado em escalas significativas, chegando a milhões de hectares.

**O reconhecimento econômico dos serviços ambientais ainda é emergente, impreciso e incerto. Considerando-se a atividade como um ativo econômico com vários derivativos (carbono, recursos hídricos, biodiversidade, qualidade do solo, aumento de resiliência climática, cumprimento de demandas regulatórias, reputação, e outras), as possibilidades mercadológicas ainda não se concretizaram, com exceção do carbono.**

Este tem sido um campo turbulento, com fortes críticas ao papel das atividades de *offsetting* como alternativas para descarbonização da atmosfera. A regulamentação multilateral não avançou e as frentes nacionais têm sido objeto de discussões erráticas.

O mercado voluntário, apesar de alguns bons contratos, teve sua reputação atingida pelos chamados *carbon cowboys*, agentes oportunistas com transações suspeitas. Com isso, esse mercado ainda não se consolidou como alternativa para as escalas almejadas. Mesmo nos contratos sérios, não há clareza e transparência suficiente nas transações, quase sempre bilaterais. Os diversos modelos florestais possíveis, no que tange à integridade ecológica, trazem fortes incertezas quanto aos patamares e

projeções de preços dos créditos de carbono. E, para os demais derivativos, as opções comerciais não passam de ensaios em pequenas escalas.

Apesar do cenário negativo, os autores veem boas perspectivas de avanço, uma vez que o reflorestamento oferece vantagens amplas sobre as demais alternativas de descarbonização, com combinação de serviços ambientais de crescente reconhecimento. A valorização e valoração do capital natural é uma tendência clara, como indica a inclusão nos demonstrativos contábeis, previsto pelo padrão International Financial Reporting Standards (IFRS).

**Mercados de produtos não-madeireiros** encontram-se em estágio igualmente embrionário, embora alguns produtos específicos nos segmentos de alimentação e cosméticos estejam bem consolidados. Há evidentes desafios de escala, desenvolvimento e padronização de produtos, mas os debates sobre bioeconomia parecem ter um poder impulsionador relevante.

Talvez o único mercado bastante consolidado como um todo seja o de **produtos madeireiros**. No entanto, como mencionado, ainda não há a necessária padronização de produtos madeireiros oriundos de plantios de árvores nativas. Não há certeza de que suas propriedades físicas e químicas sejam as mesmas de madeiras oriundas de árvores naturais. Existem boas oportunidades para o desenvolvimento de mercados para espécies pioneiras, de rápido crescimento, mas de valor menor que o de madeiras tradicionais. O mesmo vale para subprodutos de desbastes, com potencial, por exemplo, em aplicações energéticas.

Já o expressivo desenvolvimento de madeiras engenheiradas para a área da construção civil aponta para boas oportunidades futuras, o que demanda esforços em P&D. Outro desafio para esses produtos é a ainda complexa competição com madeiras tropicais oriundas de atividades ilegais e não sustentáveis, com fortes impactos em preços e demanda. Por outro lado, parece claro que a demanda por madeira em setores como construção civil e movelaria tem sido retomada, incluindo políticas públicas favoráveis à substituição de materiais com maior pegada de carbono, como concreto, aço, alumínio e plásticos.

**Sistemas agroflorestais** que envolvem a produção de alimentos e matérias-primas para energia têm se desenvolvido com certo dinamismo, oferecendo mais alternativas para reflorestamento. Por fim, há um esforço global no desenvolvimento de produtos derivados de florestas no campo de **novos materiais**, como bioplásticos, tecidos e produtos químicos para diversas aplicações. A imensa biodiversidade florestal brasileira pode oferecer espécies com características específicas para esses mercados.

A participação do Brasil neste campo é ainda incipiente, indicando oportunidade relevante para políticas públicas voltadas para Ciência & Tecnologia (C&T).

A boa notícia é que florestas oferecem ampla gama de possibilidades para produtos e mercados. O desafio é que mesmo para produtos madeireiros, com mercados consolidados, há necessidade de grandes esforços de padronização de produtos e regulamentação de serviços. Para os autores, o sucesso da indústria de reflorestamento com árvores nativas em grande escala passa pela incorporação de uma cesta multivariada de produtos e serviços, em vez da especialização em um único segmento.

## Aspectos geográficos e fundiários

# 04

O acesso a terras é outro desafio importante do reflorestamento com nativas. Embora o Brasil detenha grandes extensões de terras disponíveis, não são triviais as questões envolvendo qualidade fundiária, condições relativas ao solo e ao clima e proteção fundiária, que afetam as principais formas de acessar terras: aquisição, parcerias com proprietários e concessões públicas.

**Principalmente devido à competição com outras culturas, a prospecção de terras requer uma metodologia clara, com uso de indicadores corretos, devidas pontuações e ponderações, sendo crucial para otimizar a escolha das propriedades rurais de acordo com o modelo de negócios. É necessário considerar localização, solo, topografia, culturas prévias, condições climáticas, disponibilidade de área produtiva, preço, disponibilidade de mão de obra e serviços locais, demanda local e regional por produtos madeireiros ou não-madeireiros, logística, entre outros fatores.**

Fatores como época do ano em que a avaliação é feita e tipo e intensidade de amostragem de solo podem influenciar em boas e más decisões. Como exemplo, áreas de uso alternativo do solo podem ser áreas alagadas no período de inverno amazônico, o que será restritivo para diversas espécies que compõem o modelo de reflorestamento. A quantificação das áreas produtivas deve ser realista, principalmente em imóveis rurais na região amazônica, e é um

processo técnico fundamental para o sucesso do projeto de restauração.

Na Amazônia, atentar para a **qualidade fundiária** é ainda mais importante que no restante do Brasil, dado que os problemas fundiários na região são significativos. Isso exige investimentos substanciais com advogados e técnicos especializados, a fim de avaliar a legalidade da posse, questões ambientais históricas e aspectos sociais, como a presença de povos originários e movimentos sociais.

Esses processos de *due diligence* tendem a ser morosos, dúbios, inconclusivos e podem impactar o planejamento de início das operações. Em muitas situações, mesmo uma qualidade fundiária considerada boa será frágil, sujeita a contraposições imprevistas, demandando esforços de médio e longo prazo para regularização, com custos jurídicos elevados.

O simples cumprimento da Lei na maioria das vezes não é suficiente, o que requer uma atenção especial à **proteção fundiária**. Por isso, programas de gestão social, com engajamento de comunidades e diálogo e entendimento de suas pautas é um caminho inexorável, que demanda recursos humanos especializados, além da alocação de recursos financeiros significativos para monitoramento, resolução de conflitos, reuniões, ações de controle e, em alguns casos, de desalojamento.

Em relação ao acesso a terras por meio das **concessões públicas**, as incertezas permanecem, pois o modelo instituído em meados dos anos 2000 ainda não se consolidou. Os debates giram em torno das diferentes

modalidades de reflorestamento, sua viabilidade econômica, acesso e monetização de serviços ecossistêmicos, impacto social, repartição de benefícios e segurança jurídica.

Nesse último componente, é preciso encontrar um maior equilíbrio de responsabilidades jurídicas entre concedentes e concessionários. A responsabilidade civil ambiental, definida pela Política Nacional de Meio Ambiente, é incumbência objetiva do concessionário (independentemente de culpa ou dolo), embora atenuantes legais estejam sendo apresentados. Ou seja, mesmo não sendo responsável por crimes ambientais como desmatamento, ocupações ou incêndios provocados, e tendo tomado todas as medidas para evitar esses crimes, o concessionário é exposto a processos de co-responsabilidade pelos danos causados (a mesma situação vale no caso dos proprietários de terras).

Já a alternativa de **parcerias** com proprietários de terras mostra-se bastante promissora, embora envolva desafios como a duração multigeracional de contratos e a comprovação de que a atividade de reflorestamento é competitiva com as demais alternativas de uso do solo. Com o aumento das tecnologias agropecuárias, análises sobre a melhor aptidão de solos para diferentes atividades abrem espaço para reflorestamento como a melhor opção em várias situações. O papel de grandes agroindústrias e o relacionamento que possuem com proprietários de terra em suas cadeias de suprimento é uma alternativa relevante, mas que traz maior complexidade contratual por envolver múltiplos atores na repartição de resultados, incluindo direitos sobre carbono.

A busca por áreas em um país com as dimensões continentais do Brasil pode levar à **dispersão geográfica das propriedades**. Distâncias significativas entre blocos operacionais, ou até mesmo a impossibilidade de formar blocos, impactam fortemente nos resultados esperados. Há perda de produtividade diária de equipes com longos deslocamentos para chegar ao local de trabalho, aumento de custos com horas *in itinere* (no itinerário), transporte e deslocamento de insumos e equipamentos. A pulverização de equipes operacionais acarreta maiores gastos com equipes de gestão, investimentos em infraestrutura fixa local ou móveis para suporte às equipes em deslocamentos.

Esse cenário também é crítico para a satisfação dos colaboradores, pois as longas distâncias geram maior desgaste físico, aumentam os riscos de acidentes no campo e no deslocamento, afetando o *turn over* destas equipes. Equipes operacionais dispersas demandam equipes de gestão dedicadas, especialmente se a dispersão ocorrer com diversas frentes em fase de implantação. A equipe de gestores das empresas, em uma determinada região, deve estar bem estabelecida quanto ao uso correto dos protocolos técnicos, e comprometida com metas de produção, qualidade, controle de custos operacionais e de segurança no trabalho, para então abrir novas frentes de trabalho em outras localidades.

Em síntese, a dispersão de áreas sempre será um importante detrator na tomada de decisão para investimentos em estradas, equipamentos e estruturas físicas, com impacto negativo de ponta a ponta na cadeia de produção, manutenção e comercialização.

## Produção Florestal

05



A produção de **sementes e mudas** para o reflorestamento tem sido um grande problema em todo o Brasil, pois não existem programas de melhoramento genético das espécies nativas capazes de garantir os insumos com a qualidade necessária e nem com informações sobre a origem dos materiais genéticos. Além disso, os poucos viveiros com produção de mudas, geralmente possuem gestão familiar e pouca ou nenhuma tecnologia aplicada. Baixa capacidade de produção e produtividade, problemas com qualidade, e pouca garantia nos prazos das entregas são alguns dos desafios encontrados.



Embora haja avanços recentes, um exemplo clássico da falta generalizada de **tecnologia em viveiros** de mudas nativas é o uso de sacos plásticos em vez de tubetes de polietileno ou biodegradáveis, aumentando os custos com a logística e afetando a qualidade do sistema radicular. Para algumas espécies nativas, o desenvolvimento em tubetes ainda requer pesquisas frente ao tamanho das sementes, quantidade de substrato e o ritmo de crescimento das mudas.



Também devido à falta de conhecimento e/ou investimento, muitas vezes não há um **controle fitossanitário** adequado nos viveiros, resultando em mudas que já chegam ao campo com problemas de pragas e doenças. Há exemplos de tratamentos pré-plantio para mitigar o ataque de pragas, que devem ser aplicados ainda antes da expedição das mudas. Contudo, essas práticas precisam ser aprimoradas para espécies nativas.



Um exemplo claro é o tratamento pré-plantio de mudas para mitigar o ataque de formigas-de-fogo (*Solenopsis invicta*), comum nos primeiros três meses após o plantio e que impõe um alto custo de controle devido à falta de mecanização na operação. Existem produtos no mercado que podem ser utilizados para a imersão das mudas antes da expedição, reduzindo significativamente o impacto dessa praga.

Os projetos de restauração com nativas possuem **práticas silviculturais** similares à silvicultura tradicional de eucalipto e pinus, mas não necessariamente idênticas, o que requer adaptações. Os plantios com espécies nativas, por exemplo,



2- A grade em área total para plantios florestais é uma técnica de preparo do solo que envolve a aração e gradagem de toda a área destinada ao plantio. Esse método, mecanizado, visa melhorar as condições do solo, eliminando vegetação indesejada, promovendo aeração e facilitando o enraizamento das mudas, contribuindo para o sucesso do plantio florestal.

3- A subsolagem é uma técnica de preparo do solo que consiste em romper camadas compactadas abaixo da superfície, utilizando um implemento chamado subsolador. Esse procedimento melhora a infiltração de água, facilita o desenvolvimento das raízes em profundidade e aumenta a disponibilidade de nutrientes para as plantas em plantios florestais.

tendem a demandar mais atividades de manutenção nos primeiros anos pós plantio, pois o sombreamento da linha de plantio é mais tardio na comparação com essas espécies exóticas.

A **abertura e manutenção de estradas**, assim como o **talhamento** em projetos de reflorestamento, são essenciais na maioria dos modelos adotados. Naqueles de finalidade comercial, com previsão de venda de madeira, uma boa infraestrutura de estradas será crucial para garantir o acesso à manutenção adequada das florestas.

Com frequência, o plano de investimentos em estradas é adiado para o final do ciclo. Mas, com a floresta já formada, os desafios para a construção de estradas trafegáveis são maiores. Por isso, o plano operacional deve considerar a abertura e manutenção de estradas de acordo com as necessidades comerciais planejadas para os plantios desde a fase de implementação.

Outro item que costuma ser negligenciado em projetos de reflorestamento é o preparo de solo, uma etapa crucial para o bom desenvolvimento do sistema radicular das espécies nativas. Gradagem em área total<sup>2</sup>, subsolagem<sup>3</sup> com profundidades adequadas e aplicação de calcário são práticas importantes a serem consideradas em plantios, principalmente aqueles com finalidade comercial.

Feito o plantio, é preciso **controlar pragas e doenças**, especialmente no caso de monoculturas de nativas ou de predominância de poucas espécies. O percentual elevado de uma espécie aumenta o risco de pragas locais, que podem comprometer o desenvolvimento do plantio e elevar as taxas de mortalidade.

No caso do plantio da espécie paricá em monocultura, por exemplo, o ataque de lagartas e cigarras mostrou-se um problema significativo. Isso é agravado pela falta, muitas vezes, de produtos adequados ou testados para pragas específicas, já que os defensivos agrícolas disponíveis são em grande parte originários da agricultura e, em alguns casos, adaptados para florestas de espécies exóticas. Uma solução encontrada no caso do plantio de



paricá, para combater o ataque de formigas-de-fogo – que afetam plantios jovens, causando alta mortalidade – foi o tratamento prévio das mudas em viveiro, com imersão em calda.



As nativas e os tipos de solo requerem também a adaptação nos sistemas de **adubações pré e pós plantio**. Até então, a adubação seguia uma cópia exata das prescrições para eucalipto. Com o tempo, ficou evidente que a adubação contribuiu significativamente para o desenvolvimento das árvores e para a antecipação do sombreamento das linhas, fundamental para a redução de custos com capinas e roçadas dentro da prescrição técnica.



Há mais uma diferenciação das nativas em relação às exóticas: o seu **plantio** é mais delicado e deve ser realizado 100% de forma manual. Além disso, as mudas de certas espécies nativas têm uma resistência menor que a observada em eucalipto nos viveiros de espera. O tempo das mudas em viveiros, portanto, deve ser um ponto de atenção, ou o prejuízo com mortalidade pré-plantio pode ser relevante.

O planejamento de **irrigação**, embora semelhante entre nativas e exóticas, apresenta algumas peculiaridades para as primeiras. A resistência à falta de chuvas de certas nativas é bem distinta da observada no eucalipto, exigindo irrigações adicionais para a sobrevivência das mudas, o que eleva o custo por hectare. Devido a esse risco, a janela de plantio no ano, especialmente na região amazônica, é muitas vezes reduzida, criando gargalos no planejamento operacional.



No controle de **matocompetição** (competição das mudas com ervas daninhas), as práticas silviculturais com nativas requerem um número maior de roçadas e capinas em comparação ao plantio com exóticas nas mesmas regiões. Algumas nativas podem apresentar retardo no crescimento devido ao contato dos herbicidas com o fuste (parte do tronco de uma árvore entre o solo e a primeira ramificação significativa) quando ainda jovem, algo incomum para eucalipto e pinus. Esse cenário exige a manutenção da área com atividades na linha e entrelinhas por um período mais longo, elevando o custo de manutenção por hectare.





Há alternativas testadas, como o plantio esquadrejado (plantio florestal em que as árvores são dispostas em linhas e entrelinhas de plantio simétricas), que permite operações nos dois sentidos de plantio, substituindo roçadas ou capinas na linha por essas atividades apenas na coroa (ao redor da base da muda ou árvore). Embora esse processo possa aumentar o custo e a complexidade da atividade em áreas com certa declividade ou relevos ondulados, pode ser uma boa alternativa em regiões com alta presença de matocompetição.



Em função da evasão rural nos últimos 15 a 20 anos no Brasil e do desinteresse das gerações mais jovens em relação às atividades no campo, há uma escassez de mão de obra em todas as regiões. A utilização de propriedades rurais com características adequadas para **mecanização** das principais atividades de campo tem sido uma solução alternativa. No caso do reflorestamento, essa solução é temporária e limitada pela concorrência com a agricultura e o replantio com espécies exóticas. O sucesso do plantio de nativas em grande escala dependerá, portanto, do desenvolvimento de tecnologias para operação em áreas menos nobres e com relevos mais desafiadores.

Os desafios enfrentados na **colheita e transporte** nas operações de plantio de nativas também são mais significativos do que no plantio de exóticas. Considerando o plantio em modelos com mix de espécies, o processo de colheita se assemelha a um desbaste, pois somente aquelas com interesse comercial serão colhidas. A depender do desenho do plantio, a colheita mecanizada pode se tornar inviável, sob risco de causar danos às espécies não-madeireiras. Em muitos projetos, essas dificuldades acabam levando à colheita manual, elevando os custos de colheita, aumentando a demanda por mão de obra e os riscos de acidentes de trabalho.



Em vários casos, o baixo volume de árvores com fins comerciais não justifica o planejamento de colheita mecanizada, devido à grande dispersão das árvores com finalidade madeireira dentro do talhão. Nessas situações, a colheita e o arraste manuais podem ser a única alternativa, o que, novamente, encarece ou até inviabiliza a operação de colheita. O modelo econômico vai considerar aquele volume de madeira previsto, mas a viabilidade de sua retirada dependerá do desenho do plantio e da quantidade de espécies adotadas no projeto de restauração. Muitos projetos se sustentam considerando esse volume, mas não conseguirão entregar a produção na prática.



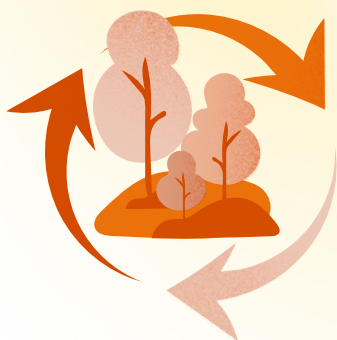
No que se refere à gestão de negócios, um ponto importante é a qualidade das **Empresas Prestadoras de Serviços (EPS)**. Esse é, atualmente, um dos maiores desafios dos projetos de silvicultura no Brasil. É comum que, em regiões mais afastadas dos grandes polos de silvicultura, as poucas empresas prestadoras de serviços possuam uma administração profissional, sendo muitas vezes formadas por proprietários com grande conhecimento operacional, mas pouco domínio das melhores práticas em gestão de negócios. Isso inclui áreas como planejamento, gestão de recursos humanos, equipamentos, insumos e custos operacionais, entre outros aspectos da administração empresarial.

O investimento dos contratantes de serviços nas EPS deve incluir a capacitação da equipe de gestão em temas relacionados à gestão de negócios, e não apenas em questões técnicas silviculturais. Há intensa concorrência por boas empresas prestadoras de serviços, resultando em significativo aumento de custos.



Por fim, a falta de definição sobre os **indicadores de desempenho operacional**, que medem diariamente a produção (em hectares, metros cúbicos ou toneladas), assim como o monitoramento da qualidade das operações, pode representar um grande risco para o sucesso do projeto.

A construção de indicadores operacionais adequados à realidade do projeto de restauração é fundamental. Muitas vezes, esses indicadores são adaptados da silvicultura com espécies exóticas, mas devem levar em conta as características específicas de um projeto com plantio de nativas.



Embora imprescindíveis, indicadores de produtividade e eficiência operacional não eliminam a necessidade de avaliações de qualidade. Estas devem se iniciar com as mudas antes da expedição pelo viveiro, para que se possa garantir a qualidade dos povoamentos florestais.

Outras avaliações de qualidade também são necessárias, como das operações e avaliação qualitativa de plantios nos primeiros 12-24 meses de idade. Há metodologias que podem ser adaptadas e aplicadas nesse período para avaliar a qualidade e a homogeneidade no desenvolvimento dessas florestas.

## Gestão de tecnologia, pesquisa e desenvolvimento



**O sucesso alcançado no desenvolvimento de eucalipto e pinus nos últimos 60 anos no Brasil só foi possível porque as empresas dos setores de celulose, papel, chapas e siderurgia investiram intensamente, ao longo de muitos anos, em diversos institutos de pesquisa. Movimentos similares ainda são ausentes para o setor de restauração florestal no Brasil.**

Esse quadro precisa mudar. Por se tratar de uma atividade em estágio bastante recente para operações de grande escala, os investimentos em desenvolvimento tecnológico são chave no campo do reflorestamento com nativas.

Nesse sentido, a formulação de estratégias tecnológicas deve identificar quais são as tecnologias básicas, absolutamente imprescindíveis para a operação rotineira, e que podem ficar a cargo das áreas operacionais, diferenciando-as daquelas que requerem mais desenvolvimento, e das que são emergentes.

É comum que se misture o conjunto de tecnologias básicas com aquelas que ainda demandam certo grau de desenvolvimento e procedimentos metodológicos (da área de C&T e não da produção), distintos da rotina operacional. Para esse grupo de tecnologias, atividades de prospecção, ensaios, parcerias e até mesmo fontes de financiamento subsidiado e pré-competitivo é crítico. As rotinas são distintas, assim como o perfil dos profissionais envolvidos.

A esse grupo de tecnologias aplicadas e próximas nas operações, mas ainda não

totalmente desenvolvidas, outro grupo com situações bastante distintas, com frequência, se mistura. São as tecnologias emergentes, ainda longe de serem aplicadas, com alto risco de insucesso e, muitas vezes, baixa aplicabilidade. No entanto, por serem potencialmente transformadoras, acabam compondo o portfólio de atividades no campo, gerando perda de foco e orientação em questões de cunho muito prático e com fortes implicações em custos.

De modo geral, a evolução do plantio de árvores nativas se assenta sobre um arsenal tecnológico básico oriundo da silvicultura de espécies exóticas plantadas em grande escala, mas, como apontado neste texto, não totalmente apropriadas. A necessidade de adaptações e desenvolvimentos complementares é crítica. Devem ser voltadas para a operação, mas não realizadas por essa área, demandando atenção específica e, obviamente, integrada. Como indicado pelas melhores práticas do campo da inovação empresarial, essas frentes de desenvolvimento precisam integrar todas as áreas da empresa, incluindo as financeiras e comerciais, por mais distantes que possam parecer.

Além da falta de programas estruturados de melhoramento genético, atualmente existem poucos programas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) aplicados que busquem soluções conjuntas, desenvolvidas pela academia e por instituições de pesquisa, em parceria com as empresas que necessitam dessas tecnologias no campo.

Há, contudo, exemplos inspiradores. O avanço tecnológico, como o uso de drones e imagens de satélite, tem sido um marco na gestão de

projetos de reflorestamento. Essas tecnologias de **controle remoto** permitem obter informações precisas sobre o estado das florestas (taxa de mortalidade, desenvolvimento da floresta, nível de matocompetição, ataque de doenças, estado de conservação das estradas etc.) e tomar decisões gerenciais mais rápidas e assertivas.

Outro elemento-chave para o sucesso do reflorestamento com espécies nativas em larga escala é o **melhoramento genético**. O investimento em seleção de matrizes, materiais genéticos selecionados e desenvolvidos é fundamental para atingir as metas brasileiras de plantio até 2030. Contudo, esse processo é de longo prazo e requer altos investimentos. As iniciativas de melhoramento dependem essencialmente da colaboração entre diferentes atores do setor, em processos pré-competitivos. Um dos maiores desafios é a escolha de espécies para que o melhoramento genético seja aplicado. Os diferentes modelos de reflorestamento, a finalidade dos plantios e a diversidade de espécies é fator complicador da escolha dos alvos desta frente de P&D.

Como peça fundamental dentro dos pacotes tecnológicos para a silvicultura com nativas, as **prescrições técnicas** são essenciais. A padronização excessiva das prescrições pode trazer agilidade na implementação dos processos operacionais, mas impactar negativamente no desenvolvimento dos plantios. Ganhos significativos no desenvolvimento das florestas foram alcançados a partir da adaptação das prescrições técnicas à realidade dos diferentes modelos de restauração, à topografia e ao relevo, à localização das fazendas, ao tipo de solo, ao histórico de uso do solo na área e ao tipo de mato-competição existente.

Muitos projetos com nativas absorvem as prescrições de modelo tradicionais de silvicultura com exóticas, principalmente eucalipto, mas que não se enquadram nas necessidades dos plantios com nativas. As prescrições para projetos de reflorestamento com nativas devem levar em consideração a baixa homogeneidade dos plantios, resultante da ausência de melhoramento genético.

A heterogeneidade e o lento crescimento dessas espécies terão impacto no tempo necessário para controlar a competição com ervas daninhas, por meio da formação de copas e do sombreamento da linha e entrelinha de plantio. Diferentemente do que ocorre no eucalipto, as prescrições para nativas tendem a considerar capinas químicas e/ou roçadas até idades mais avançadas de plantio.

Também é imprescindível documentar os **procedimentos técnicos e operacionais** e treinar as equipes antes do início das operações nas frentes de trabalho. A ausência desses protocolos ainda é comum em grandes organizações que promovem o reflorestamento, mesmo sabendo que os protocolos técnicos definem as “regras do jogo”, principalmente quando há gestores diferentes entre as propriedades rurais ou diferentes regiões, onde se executa a mesma atividade (padronização).

## Industrialização da produção

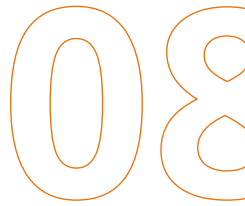
07

Em todo o mundo, a viabilidade econômica de projetos de reflorestamento depende em grande parte da agregação de valor, por meio da industrialização de derivados madeireiros. O caso da celulose, mais emblemático de todos, não será tratado neste texto, que se atém à aplicação da madeira na construção civil, na movelaria e na produção de energia.

A industrialização oferece boa gama de opções de adição de valor, nem sempre analisadas com o devido cuidado. Na primeira etapa, a serraria, é muito comum superdimensionar rendimentos e qualidades. As tecnologias disponíveis no Brasil, ainda precárias, abrem oportunidade para incorporar aparatos tecnológicos mais sofisticados, envolvendo automação e sistemas de dimensionamento para ganhos de rendimentos e produtividade.

Avanços na cadeia de produção envolvem decisões variadas e complexas com diferentes alternativas de produtos como madeira sólida, cortes e colagens para produção de painéis com várias aplicações, além do destino de sobras. A industrialização requer ainda atenção às necessidades de investimentos, custos, mercados e rendimentos variados, específicos para as diversas espécies, a maioria ainda não testada.

## Aspectos sociais e recursos humanos



É extremamente importante que as comunidades ao redor do projeto aproveitem os impactos positivos da geração de emprego e renda proporcionada pela atividade de reflorestamento, o que exige da empresa planejar adequadamente sua estratégia de operação e recrutamento. Isso permite, inclusive, beneficiar-se da **disponibilidade de mão de obra** local, bem como do engajamento dessas pessoas na preservação do meio ambiente, na proteção fundiária e na prevenção de incêndios.

O reflorestamento é forte demandante de medidas internas no campo trabalhista, com especial atenção para saúde, segurança e condições de trabalho. A lida no campo pode envolver longas horas *in itinere* em estradas precárias e condições de alojamento provisórias. Essa atenção deve estender-se aos terceiros, em geral pouco preparados, exigindo esforços significativos em modelos contratuais, treinamento e monitoramento de suas práticas.

O alojamento de equipes operacionais em frentes de trabalho, muitas vezes como resultado da dispersão de áreas, requer extrema atenção dos gestores, pois podem resultar em grandes desafios para as áreas de recursos humanos e de saúde e segurança do trabalho. Esses riscos devem ser levados em conta para decidir sobre o uso ou não de alojamento nas frentes. Além disso, a implementação de alojamentos que atendam todas as normas e regulamentações do Ministério do Trabalho requer alto investimento, o que em muitos modelos econômicos não está previsto.

Recrutamento e retenção da mão de obra são, portanto, pontos críticos em projetos de

reflorestamento, que geralmente apresentam alta dependência de atividades manuais.

Fora isso, estratégias de captação e retenção da mão de obra diferem bastante em função das características de cada região. Em geral, é alta a rotatividade de pessoas no campo, especialmente entre trabalhadores com baixa escolaridade. Programas de incentivo para aumentar a produtividade, premiação por assiduidade, aproximação da empresa com as famílias de colaboradores e programas sólidos e contínuos de treinamento, capacitação e até de educação da mão de obra podem minimizar os problemas.

**Nos últimos anos, os recursos financeiros destinados à formação de técnicos florestais e operadores de máquinas não acompanharam o crescimento significativo na escala de produção dos projetos silviculturais e do agronegócio. Há escassez de bons técnicos e gestores com formação técnica, assim como de operadores de máquinas com capacitação adequada para o uso de tecnologias embarcadas e para o alto grau de sofisticação dos equipamentos florestais.**

De modo geral, as empresas dependem de investimentos em capacitação e treinamento internos. Para aquelas focadas em silvicultura com espécies exóticas, há maior facilidade na terceirização, pois existe uma oferta mais ampla de empresas de serviços especializadas. Mas no caso de nativas o desafio é maior, pois muitas vezes os prestadores de serviços não estão tecnicamente preparados para lidar com as particularidades existentes das várias espécies.

## Certificação

09

O setor florestal mundial conta há décadas com sistemas de certificação bem estabelecidos e reconhecidos, dos quais o Forest Stewardship Council (FSC) é o mais utilizado. São sistemas fundamentados em princípios e padrões estabelecidos por agentes sociais, ambientais e econômicos e que se traduzem em procedimentos operacionais concretos, abrangendo não só práticas produtivas, como ambientais e sociais.

Para os autores, essa é a maior contribuição das certificações. O benefício mercadológico dos selos não se traduz em preços-prêmios (*premium prices*), mas em maiores oportunidades de acessar capital financeiro, mercados e clientes mais exigentes. São relevantes do ponto de vista reputacional, mas não superam os benefícios da aplicação rígida, disciplinada de procedimentos operacionais, auditados de forma periódica e independente. Um dos maiores e mais promissores desafios da certificação refere-se ao monitoramento da biodiversidade, especialmente se houver planos para a certificação florestal do projeto e dos produtos oriundos desses plantios.

## Considerações finais

Este documento foi concebido com o intuito de contribuir com *insights* para orientar e inspirar novos projetos, tanto no Brasil quanto no cenário internacional. Esperamos que as práticas recomendadas e as soluções discutidas aqui sejam valiosas para todos os profissionais e atores envolvidos no setor.

Acreditamos firmemente que a restauração florestal com espécies nativas é uma das principais estratégias na mitigação das mudanças climáticas e na promoção da resiliência econômica e social. Estamos em um momento único, no qual a energia e o engajamento em torno da restauração florestal nunca foram tão intensos, o que representa um marco para o setor florestal.

Contudo, é essencial que essa movimentação continue acompanhada de uma troca constante de conhecimentos e aprendizados. A reunião e o compartilhamento de ideias são cruciais para garantir que novos projetos, com metas desafiadoras e em larga escala, possam superar erros e riscos já conhecidos e vivenciados por outras iniciativas.

Desejamos sucesso a todos os novos atores que se juntam a esta agenda de reflorestamento de espécies nativas. E deixamos aqui um convite: para aqueles que ainda não decidiram entrar nesse mercado, este é o momento. O futuro da restauração florestal é promissor.



**Colaboração:** este material é resultado das discussões do encontro do setor empresarial pela restauração florestal no Brasil

Belterra  
Biofílica  
Biomás  
EB Capital  
IPÊ  
Itaú  
Itaúsa

Leste  
Maraé  
Marfrig  
Mombak  
Pátria  
Rabobank  
re.green

Safra  
Santander  
Suzano  
Symbiosis  
UBS  
Vale

---

apoio:

instituto  
arapyauú 

# A Contribution to **Reforestation** with Native **Species in Brazil**

## **General co-ordinators**

Roberto Waack - Instituto Arapyaú and re.green  
Vinicius Ahmar- Instituto Arapyaú

## **Editors**

Amália Safatle - Página22

## **Authors**

André Luiz Ferreira - forest engineer and technical adviser  
at the Arapyaú Institute

Gilmar Bertoloti - forest engineer and forest project strategy  
and management adviser at Paricá Services and Training

Luciano Budant Schaaf - forest engineer

Matheus Felipe Zonete - forest engineer and forest business manager  
at Suzano

Roberto Waack - biologist and chairman of the board at the  
Arapyaú Institute

## **Supported by**

Instituto Arapyaú

## **Communications**

Daniel Freitas

Luiz Attié

Sabrina Fernandes

## **Graphic designer**

Bruna Foltran

# A Contribution to **Reforestation with Native Species in Brazil**

<b>28</b>	INTRODUCTION
<b>30</b>	NATIVE AND EXOTIC SPECIES AND THE CONCEPT OF FOREST CONTINUITY
<b>31</b>	BUSINESS MODELS, ECONOMIC MODELS AND PLANNING
<b>33</b>	ORGANIZING DEMAND
<b>35</b>	GEOGRAPHICAL AND LAND ASPECTS
<b>37</b>	FOREST PRODUCTION
<b>42</b>	MANAGEMENT OF TECHNOLOGY, RESEARCH AND DEVELOPMENT
<b>44</b>	INDUSTRIALIZATION OF PRODUCTION
<b>45</b>	SOCIAL ASPECTS AND HUMAN RESOURCES
<b>46</b>	CERTIFICATION
<b>47</b>	FINAL CONSIDERATIONS

## introduction

The only country in the world named after a tree, Brazil subsequently became known for its indiscriminate extraction of the pau-brasil tree (*Caesalpinia echinata*), which was almost decimated during Portuguese colonization to make dyes for fabrics worn by the nobility and to build furniture and other utensils. The predatory exploitation of a natural resource was, therefore, caught up in the nation's identity.

But things are different today: wealth comes from the sustainable use of natural resources, and silviculture is one of the activities offering the greatest number of opportunities for creating products and services through intelligent management, generating jobs, income and socioeconomic development. By increasing knowledge on the cultivation of native trees for financial gain, Brazil will do its name justice, but this time in a positive way, offering wood-based and non-wood-based products and environmental services such as protecting the climate, water, soil and biodiversity.

This document aims to strengthen the reforestation sector for native species in Brazil, which has committed to recovering 12 million hectares of forests by 2030, aligning related practices and experiences with fulfilment of the country's environmental and climate commitments.

Structured into categories ranging from land prospecting to socioenvironmental factors, this material seeks to offer a concise analysis of challenges, opportunities and best practice.

Sharing lessons learnt and solutions implemented means new products can avoid 'slip-ups', that is, avoid repeating past mistakes. It also offers insights about challenges yet to be overcome and describes practices that can guide managers and professionals in the sector when making strategic and operational decisions.

As a complementary resource to existing content, this document is the result of collaboration among various professionals who have directly contributed to reforestation projects. And it serves as a practical reference point for new managers, investors and other stakeholders in the sector, assisting them in the decision-making process and with the implementation of initiatives that promote native species reforestation in Brazil.

The experiences collected here were gathered by ex-project managers on commercial-scale reforestation projects – covering almost 40 thousand hectares – carried out in different Brazilian states such as Pará, Minas Gerais and Espírito Santo between 2008 and 2022. These professionals have vast experience in forest management and operations and bring a deep technical and practical knowledge acquired over years of dedication to the planning, implementation, maintenance and evaluation of projects in different geographical conditions and socioeconomic contexts.

## Native and exotic species and the concept of forest continuity



Native species reforestation, fundamental in combatting the climate crisis and strengthening economic and social resilience, is an activity that has been highlighted by important global initiatives such as the Paris Agreement, the 20x20 Initiatives, the Bonn Challenge and the UN's Decade on Ecosystem Restoration. Despite its relevance both in Brazil and across the globe, there are still very few examples of large-scale projects aimed at native species reforestation. Brazil could by now have become the locus of such projects, given that it possesses one of the planet's largest forest assets (second in volume and first in biodiversity). However the country became a world leader in silviculture by 'domesticating' eucalyptus and pine, exotic species which made Brazil's pulp and paper producers the world's most successful, rather than world leaders in following sustainability criteria.

This created an inversion: native species became 'exotic'. Brazil distanced itself from the necessary investment in forest technology aimed at large-scale production, despite possessing a unique biological arsenal of tens of thousands of tree species.

**Despite setbacks and disincentives, knowledge production around native species plantation has made progress in the last decade. Dozens of planting models were implemented, including systems with different levels of biodiversity, combining silviculture with food production (agriculture or livestock). Sophisticated economic models were developed, integrating these different systems and permitting dialogue with financial managers.**

In biodiversity terms, this gradation is a continuation of the concept of forest continuity. It is a spectrum covering landscapes from the most preserved to the most anthropized. It begins with permanent preservation of untouched forest masses, passing through restoration of converted areas with biodiverse **planting**, followed by much less biodiverse plantations, including long cycle exotic species (eventually combined with native species) and ends with eucalyptus, pine and teak monocultures.

All these options can be combined with the cultivation of foodstuffs or products for other industries (from extractivism in preservation areas to livestock-forest integration systems). These options are all more favorable for carbon sequestration and enhancing natural capital overall, particularly when compared to other land use activities, especially degraded pastures.

## Business models, economic models and planning

02

It's common for blueprints for traditional silviculture projects using exotic species to be used in planning projects involving native species. But in reforestation projects, the atmosphere of uncertainty is far more accentuated. As suggested by the concept of forest continuity, there are many modalities of forest restoration, which open up a series of questions for the business model.

They are:

**What degree of ecological integrity is intended to be achieved, within what timeframe, with what kind of operational intensity and costs? What level of restrictions will there be for exotic species; what markets will we aim to influence (wood products, non-wood products, environmental services, regularization of land ownership)? What will be the level of vertical integration with these services (the inclusion of timber industries, processing foodstuffs or non-wood products)? How will land be obtained (acquisitions, rural partnerships, concessions)? How to go about occupying these lands in a way that looks at alternative uses of areas of obligatory protection and conservation, including commodity production? What are the expectations for land valuation? What is the openness to mixed models such as agroforestry systems? What scale will it be on? What will the market reach be? How much social outreach will there be? And what are the expectations for the long-term outcomes of the reforested areas?**

Each one of these options implies a varying need in terms of capital, risks and returns, the departure points for decisions to get involved in this sector. It's common for the **economic models** for native species reforesting projects to underestimate the costs of maintenance, protection and, in the case of wood-based and non-wood-based activities, harvesting, transfer and transport. It's also common to overestimate the Mean Annual Increment (MAI). There is no technical information available regarding growth curves for almost any native species cultivated at scale and with appropriate silvicultural management.

In the case of wood-based activities, the market references for native species are weak, with no trustworthy comparisons for almost any species, since the origin of the products currently on sale is dubious. A huge challenge for modelling systems that include industry is defining the level of added value with respective returns, costs and capital needs. Generally, these premises are based on economic models for forest management projects based around trees with very different qualitative characteristics. This difference will have a significant impact on the quality and wood prices. Generally speaking, there are no reliable sources for economic frameworks for alternative forms of reforestation.

Faced with such uncertainties, we must not underestimate the **learning curve** which every new native species silviculture project must undergo. Most of the initiatives, given that they

1. In forestry, Mean Annual Increment (MAI) is a measure that indicates the average amount of growth, in wood volume, of a forest per hectare each year. It is calculated by dividing the total volume of accumulated wood by the age of the forest, allowing for the evaluation of average yield over time.

deal with an emerging sector, are subject to technological uncertainties, which intensify the natural difficulties with workforce supply and service providers that this kind of activity might require.

Operational **microplanning**, including the ideal operational sequence between ranches and cultivable land, is essential. Aspects such as topography, soil types, access during rainy periods, location of nurseries and stocks of raw materials, limitations regarding mechanization and difficulties with the workforce, are crucial for the efficiency and productivity of silvicultural operations and, consequently, the success of reforestation projects.

The **design of reforestation models** is critical to the economic and operational viability of projects, directly impacting the results achieved, especially when some of the trees have commercial purposes. These designs must initially consider their main objective or which market they aim to prioritize: carbon, environmental services, non-wood, or wood products. Each market to be prioritized requires different reforestation models. Failing to define a priority in the design of these models almost guarantees economic or operational failure in the long term, as some markets have conflicting demands.

For example, the carbon and environmental services markets tend to favor reforestation models with greater species diversity and located in environmentally sensitive areas, such as slopes, floodplains, and areas more prone to erosion. These areas are typically non-mechanizable, which increases the demand for labor, raises the costs of silvicultural activities, and hinders scalability.

On the other hand, the timber market values scale, specialization, standardization, simplification, and low operational costs. Thus, a reforestation design aimed at the timber market may be much less diverse, tending toward monoculture, located in areas where mechanization is feasible, and close to wood consumption centers.

One example: the effects of shade for the growth and conformity of stems, in the cases of species to be used for wood, has a direct impact on maintenance costs, especially the need for pruning. The shade component, in turn, is highly related to the combination of species and the amount of space between saplings.



## Organizing demand

# 03

Developing and organizing market demands is certainly the greatest challenge if native species reforestation is to be carried out on a meaningful scale, potentially millions of hectares.

**Economic recognition of environmental services is still emerging, imprecise and uncertain. Considering the activity as an economic asset with various derivatives (carbon, water resources, biodiversity, soil quality, increased climate resilience, complying with regulatory requirements, reputation and others), the market possibilities have still not been made concrete, except for carbon.**

This has been a turbulent field, with strong criticisms made against offsetting activities as alternatives for decarbonizing the atmosphere. Multilateral regulations have not advanced and national outposts have been the object of erratic discussions.

The voluntary market, despite some good contracts, has had its reputation affected by the so-called carbon cowboys, opportunistic agents with suspicious transactions. Given this, the market has still not consolidated itself as an alternative on the scale wished for. Even in serious contracts, there is no clarity or sufficient transparency in the transactions, which are almost always bilateral. The different possible forestry models, in terms of ecological integrity, bring with them great uncertainties regarding levels and projections of carbon credit prices. For the other derivatives, the commercial options

have not gone beyond small-scale attempts.

Despite this negative backdrop, the authors see healthy possibilities for making advances, since reforestation offers ample advantages over other decarbonization alternatives, in combination with environmental services that are growing in recognition. The valuation and evaluation of natural capital is a clear trend, as indicated by its inclusion in financial statements, predicted by the International Financial Reporting Standards (IFRS).

**Non-wood product markets** are at an equally embryonic stage, although some specific products in the food or cosmetics sectors are well consolidated. There are clear challenges of scale, development and product standardization, but the debates on bioeconomy seem to possess a power that is relevant and propulsive.

Perhaps the only market that is relatively consolidated as a whole is that of wood products. As mentioned, however, the necessary standardization of wood products from native tree plantations is still lacking. There is no guarantee that the physical and chemical properties of these woods are identical to those of natural trees. There are good opportunities for the development of markets for pioneer species with rapid growth but a lower value than that of traditional woods. The same applies for woodchip byproducts, for example, which potential energy applications.

The speedy development of engineered woods for the civil construction sector indicates good future opportunities and demands efforts in terms of R&D. Another challenge for these products is the still complex sense of

competition with tropical woods originating from unsustainable and illegal activities, with significant impacts on prices and demand. On the other hand, it seems clear that the demand for wood in sectors such as civil construction and furniture has been rekindled, including public policies favourable to substituting materials with a greater carbon footprint such as concrete, steel, aluminium and plastics.

**Agroforestry systems** involving the production of foodstuffs and raw materials for energy come a long way, offering more alternatives for reforestation. Finally, there is a global effort to develop forest-derived products in the field of new materials, such as bioplastics, fabrics and chemical products for a range of

applications. Brazil's immense forest biodiversity can offer these markets species with specific characteristics. Brazil's participation in this field is still incipient, indicating a relevant opportunity for public policies aimed at promoting Science & Technology.

The good news is that forests offer a wide range of opportunities for products and markets. The challenge is that, even for wood-based products with consolidated markets, there is a need for greater efforts and for the standardization of products and the regulation of services. For the authors, the success of the large-scale native tree reforestation industry means incorporating a wide variety of products and services, instead of specializing in a single segment.

## Geographical and land aspects

04

The access to land is another important challenge of native species reforestation. Although Brazil possesses extensive available lands, the issues around land quality are far from trivial, conditions relating to soil and climate and land protection which affect the main ways of accessing land: acquisition, partnerships with landowners and public concessions.

**Mainly owing to competition with other forms of production, land prospection requires a clear methodology, using correct indexes, proper reflection and record-keeping, crucial for optimizing the choice of rural properties in accordance with the business model. It's necessary to consider localization, soil, topography, previous cultivation, climate conditions, productive area availability, price, availability of workforce and local services, local and regional demand for wood and non-wood products and logistics, among other factors.**

Factors such as the time of year in which the assessment is carried out and the kind and intensity of soil sample can influence good and bad decisions. As an example, areas for alternative soil use can become flooded during the Amazonian winter, which will create restrictions for several species that make up the reforestation model. The quantification of productive areas, mainly on rural properties in the Amazon region, must be realistic, and is a fundamental technical process for the success of the restoration project.

In the Amazon, addressing **land quality** is even more important than in the rest of Brazil, since the region's land-related problems are significant. This demands substantial investments with lawyers and specialist technicians, to weigh up the legality of possession, historical environmental questions and social aspects such as the presence of indigenous people and social movements.

These due diligence processes tend to be slow, dubious, inconclusive, and can affect the planning for the commencement of operations. In many situations, even a positive aspect of a given piece of land will be fragile, subject to unforeseen contrapositions, requiring medium and long-term efforts at regularization, with high ensuing legal costs.

Simply complying with the law is usually not enough, and this means paying special attention to **land protection**. To this end, social management programmes, with community engagement and dialogue and attempts at understanding their agenda is an inexorable path, one that requires specialized human resources, as well as the allocation of significant financial resources for monitoring, conflict resolution, meetings, checkpoints and, in some cases, evictions. Regarding access to lands by means of **public concessions**, the uncertainties remain, as the model established in the mid-2000s has yet to be fully consolidated. The debates revolve around the different modalities of reforestation, its economic viability, access to monetization of ecosystemic services, social impact, distribution of benefits and legal security.

In this last component, a better balance of legal responsibilities between concession

providers and concessionaries must be found. Civil environmental responsibility, as defined by the National Environmental Policy, is objectively incumbent upon the concessionary (independently of any guilt or intent), although extenuating circumstances are being introduced. In other words, even when not responsible for environmental crimes such as deforestation, occupation or deliberate fires, and even when all the measures for avoiding these crimes have been taken, the concessionary can be held co-responsible for the damage caused (the same goes for landowners).

The alternative of **partnerships** with landowners has already shown itself to be rather promising, though it involves challenges such as the multigenerational duration of contracts and the need to demonstrate that reforestation activities are competitive with other land use options. With the increase in livestock technologies, analysis on the most appropriate use of soils for different activities opens a space for reforestation as the best option in several different situations. The role of large agro-industries and their relationship with landowners in their supply chains is a relevant alternative, but one that brings with it greater contractual complexity as it involves multiple actors in the distribution of results, including rights over carbon.

The search for areas in a country with Brazil's continental dimensions can lead to the **geographical dispersion of operational areas**. Significant distances between operational blocks,

or even the impossibility of forming blocks, have a significant impact on the expected results. There is a daily loss of productivity in teams with long commutes to their workplace, a cost increase with hours *in itinere* (on the road), transport and transfer of raw materials and equipment. The fragmentation of operational teams leads to increased management costs and investments in local fixed or mobile infrastructure to support teams as they operate in various locations.

This scenario is also critical for employee satisfaction, since the long distances cause greater physical deterioration, increase the risk of accidents in the field and in transit, affecting the staff turnover of these teams. Dispersed operational teams require dedicated management teams, especially if the dispersion occurs on diverse fronts during the implantation phase. A company's management teams in a determined region must be well-established when it comes to the correct usage of technical protocols, and committed to production targets, quality, controlling operational costs and work security, in order to then open up new work fronts at other locations.

To sum up, the dispersion of operational areas will always be a significant detractor in the decision-making process for investing in roads, equipment and physical structures, with a negative impact from start to finish on the production chain, maintenance and commercialization.

## Forest production

05



The production of **seeds and seedlings** for reforestation has been a big problem all over Brazil, since there are no genetic enhancement programmes for native species capable of guaranteeing raw materials with the necessary quality or with information on the origin of the genetic materials. Besides, the few nurseries producing seedlings are generally family-run and use little or no technology. Low production and productivity capacity, problems with quality and few guarantees with delivery dates are some of the challenges encountered.



Although there have been recent advances, a classic example of the general lack of **technology in nurseries** for native species is the use of plastic bag containers instead of small polyethene or biodegradable tubes, increasing the costs and affecting the quality of root systems. For some native species, using tubes still requires research on the size of the seeds, the quantity of growing media and the growth rhythm of the seedlings.



Another result of the lack knowledge and/or investment is that very often there is no adequate **phytosanitary control** in the nurseries, resulting in seedlings which are already suffering from pests and diseases by the time they reach the field. There are examples of pre-planting treatments to mitigate pest attacks, which must be applied long before the saplings are transported. These practices must be perfected for native species.

One clear example is the pre-planting treatment for saplings to mitigate attacks by fire-ants (*Solenopsis Invicta*), common during the first three months after planting, something that costs a lot to control because of the lack of mechanization involved in the operation. There are products on the market that can be used so that the saplings can be immersed before shipment, significantly reducing the impacts of this pest.



Native species restoration projects use **silvicultural practices** similar to traditional eucalyptus and pine silviculture, but not necessarily identical, something that requires adaptations. Native species plantations, for example, tend to introduce low levels mechanization in the first years after the planting, since the shading of the plantation row takes longer in comparison with these exotic species.



**Opening and maintaining roads**, along with **land plotting** for reforestation projects, is essential in most of the models adopted. In projects whose end goal is to profit from wood sales, good road infrastructure will be crucial for guaranteeing access to adequately maintain the forests.



Frequently, planning for road investment is pushed to the end of the cycle. But with forest that's already formed, the challenges for building navigable roads are even greater. Thus, the operational plan must consider the opening and maintenance of roads in accordance with the plantations' commercial necessities from the implementation phase onward.

Another item that tends to be neglected in forestation projects is soil preparation, a crucial stage for the healthy development of the root systems of native species. Harrowing the whole area<sup>2</sup>, subsoiling to suitable depths<sup>3</sup>, and applying limestone are important practices to be considered for plantations, mainly those destined for commercial ends.



Once the planting is done, **pests and diseases must be controlled**, especially in the case of monocultures of native species or where a small number of species are dominant. The high percentage of a single species increases the risk of local pests, which can compromise the plantation growth and raise mortality rates.

2. Harrowing the whole area for forest plantations is a soil preparation technique involving the ploughing and harrowing of the entire area to be used for planting. This mechanized method aims to improve soil conditions, eliminating unwanted vegetation, promoting aeration and facilitating the saplings taking root, contributing to the success of the forest plantation.

3. Subsoiling is a soil preparation technique that consists of breaking compacted layers beneath the surface of the soil, using a tool called a subsoiler. This procedure improves water infiltration, facilitates the development of roots deep down and increases the availability of nutrients for plants in forest plantations.

For example, in the case of monoculture plantations of the paricá species, attacks by lizards and crickets are a significant problem. This is very often aggravated by the lack of suitable, tested products for specific pests, since the available agricultural pesticides have mostly come from agriculture and, in some cases, are adapted to exotic species forests. One solution in the case of paricá plantations that has been found to combat fire ant attacks – which affect young plants, causing high mortality – was prior treatment of the saplings in nurseries by immersing them in a solution.



Native species and types of soil also require adaptation in **pre- and post-planting fertilization systems**. Until then, fertilization was done in the same way as eucalyptus. With time, it became clear that fertilization makes a significant contribution to tree development and for anticipating shading for the rows, fundamental for reducing the costs of weeding and mowing within the technical prescription.



There is another difference between native species and exotic ones: **planting** them is a more delicate process which must be carried out manually. In addition, seedlings of certain native species have lower resistance than that observed in eucalyptus in nurseries. The time spent by seedlings in nurseries, therefore, must be paid attention to, or else pre-planting mortality rates could cause significant harm.



Planning **irrigation**, though similar between native and exotic species, presents some peculiarities for the former. Drought resistance in certain native species is quite different from that observed in eucalyptus, requiring additional irrigation to ensure the survival of the seedlings, increasing the cost per hectare. Owing to this risk, the annual planting window, especially in the Amazon region, is very often reduced, creating bottlenecks in operational planning.



When **controlling competition** from weeds, native silviculture practices require more weeding and chemical control in comparison with exotic tree plantations in the same regions. Some native species may experience delayed growth due to contact between herbicides and their trunks while they are still young, a situation that is quite rare with eucalyptus and pine. This scenario demands that the area be maintained with activities in the row and between rows for an even longer period, increasing the maintenance costs per hectare.

There are tried and tested alternatives, such as grid planting with symmetric spacing (forest plantation where the planting arrangement follows a grid pattern with equal distances between



the plants), which allows operational activities to happen in two directions, replacing mowing or weeding in the row with these activities only on the crown (around the base and the projection area of the treetops). Although this process can increase the planting cost and the complexity of the activity in sloped or hilly landscapes, it can be a good alternative in regions with high levels of competition from weeds.



As a result of the exodus from rural areas over the last 15 or 20 years in Brazil and the lack of interest from the younger generations in working in this field, all regions suffer from workforce shortages. Using rural properties with appropriate qualities for **mechanization** of the main field activities has been an alternative solution. In the case of reforestation, this solution is temporary and limited by competition with agriculture and exotic species silviculture. The success of large-scale native species plantations will thus depend on the development of technologies for operation in less prized areas, with more challenging terrain.

The challenges faced in the **harvesting and transport** of native species are also more significant than they are with exotic species. Considering planting in models with a mixture of species, the harvesting process resembles a thinning out, since only those trees with commercial interest will be harvested. Depending on how the plantation is designed, mechanized harvesting could become unviable, presenting a risk of harming non-wood species. In many projects, these difficulties end up leading to manual harvesting, increasing costs and heightening the risk of work-related accidents.



In many instances, the low number of trees intended for the market does not justify mechanized harvesting plans due to the widespread dispersion of trees designated for wood products within a given stand. In these situations, manual harvesting and logging can be the only alternative, once again increasing the cost of the harvesting operation or even making it unviable. The economic model will consider the predicted wood volume, but the viability of its removal will depend on how the plantation is designed and how many species are adopted in the restoration project. Many projects are planned with this volume in mind, but in practice, they will be unable to achieve such levels of production.





As regarding business management, one important point is the quality of **third parties involved**. This is currently one of the biggest challenges faced by silviculture projects in Brazil. It is common for regions further away from major forestry hubs to have only a few service-providing companies with professional management, often comprised of owners who possess extensive operational knowledge but have limited expertise in best business practices. This includes areas such as planning, human resource management, equipment, raw materials and operational costs, among other aspects of company administration.

Investment in contractors for third-party services must include training the management team in topics related to business management, and not just in technical silvicultural matters. There is intense competition for good third-party companies, resulting in a significant cost increase.

Lastly, the lack of any definitions for **operational performance indexes**, which measure daily production (in hectares, cubic metres or tonnes), as well as quality monitoring of operations, can represent a huge risk for a project's success.

Constructing operational indexes that are suited to the reality of the reforestation project is fundamental. Very often, these indexes are adapted from silviculture with exotic species, but they must consider the specific characteristics of a project for native species plantation.

Though indispensable, productivity and operational efficiency indicators do not eliminate the need for quality assessments. These must begin with the seedlings before they are shipped from the nursery, so that the quality of the forest populations can be guaranteed.

Other quality evaluations are also necessary, of the operations themselves, along with qualitative evaluation of plantations during the first 12-24 months of age. There are methodologies that can be adapted and applied during this period to evaluate the quality and homogeneity of development in these forests.



## Management of technology, research and development



**The successful development of eucalyptus and pine in Brazil over the last 60 years has only been possible because companies in the pulp, paper and metal industries made large investments over many years in different research institutions. There are no similar movements for the Brazilian forest restoration sector.**

This picture needs to change. Because this activity is in a relatively early stage for large-scale operations, investments in technological development are key in the field of native species reforestation. In this sense, the formulation of technological strategies must identify what the technologies, absolutely essential for routine operation, are, and which will be the responsibility of operational areas, separate from those that require more development or are emerging.

It's common for the group of basic technologies to be mixed up with those that still demand a certain level of development and methodological procedures (in terms of science and technology rather than production), distinct from the operational routine. For this group of technologies, prospecting activities, trial runs, partnerships and even sources of subsidized and precompetitive funding are critical. The routines vary, as does the profile of the professionals involved.

This group of applied but still not completely developed technologies that are closely related to the operations is frequently mixed up with another group that has rather different

circumstances. These are the emerging technologies, still a long way from being applied, with a high risk of failure and, very often, low applicability. However, because they are potentially transformative, they end up composing the portfolio of activities in this field, creating a lack of focus and orientation in matters of a highly practical nature and with serious cost implications.

Generally speaking, the evolution of native tree plantations sits upon a basic technological arsenal that originates in the silviculture of exotic species planted on a large scale, but, as this text points out, they are not entirely suitable. There is a critical need for complementary adaptations and developments. They must be aimed at the operational side, but not carried out by it, demanding specific and, obviously, integrated attention. As indicated by the best practice in the field of business innovation, these fronts of development need to integrate all areas of the company, including the financial and commercial ones, no matter how distant they may seem.

Aside from the fact of structured genetic enhancement programmes, there are currently very few programmes for applied Research and Development (R&D) programmes that seek joint solutions, developed by academia and research institutions, in partnership with the companies who need these technologies in the field

There are some inspiring examples, however. Technological advances, such as the use of drones and satellite images, have been a milestone in the management of reforestation projects. These **remote-control** technologies can gather precise information about the condition of forests (mortality rate, forest development,

level of weed competition, disease outbreaks, condition of roads, etc.) and enable quicker and more assertive managerial decisions.

Another key element in the success of large-scale native species reforestation is **genetic enhancement**. Investment in selecting matrices, selected and developed genetic materials, is fundamental for achieving Brazil's tree planting goals by 2030. However, this is a long-term process and requires high levels of investment. Enhancement initiatives essentially depend upon collaboration between different stakeholders in the sector, in pre-competitive processes. One of the greatest challenges is choosing the species that genetic enhancement will be applied to. Different reforestation models, the destination of the plantations and species diversity are complicating factors in choosing the targets for this R&D front.

As a fundamental piece in the technological packages for native silviculture, **technical prescriptions** are essential. Excessive standardization of the list of activities can bring agility to the implementation of operational processes but negatively impact the development of the plantations. Significant gains in forest development were achieved by tailoring the technical prescriptions to the specific realities of various restoration models, the location of the operational areas, soil type, historical land use in the area, and the types of weeds competing with the trees.

Many projects involving native trees absorb traditional model prescriptions from exotic silviculture, mainly eucalyptus, which do not fit the needs of native tree plantations. Prescriptions for native tree reforesting projects must take into consideration low levels of homogeneity resulting from a lack of genetic enhancement. Heterogeneity and slow growth of these species will impact the time needed to control competition with weeds by forming canopies and shading in the plantation rows and between them. Unlike what happens with eucalyptus, the prescriptions for native species tend to include chemical weeding control and/or mowing until later stages of planting.

It is also essential to document **technical and operational procedures** and to train teams before the operations begin at the work outposts. The absence of these protocols is still common in large organizations that promote reforestation, despite knowing that the technical protocols define the 'rules of the game', especially when there are different managers overseeing rural properties or various regions where the same activity is conducted (standardization).

## Industrialization of production

07

Across the world, the economic viability of reforestation projects depends in large part on value aggregation, by means of the industrialization of wood derivatives. The case of cellulose, the most representative of all, will not be covered in this text, which covers using wood in civil construction, furniture and energy production.

Industrialization offers a wide range of options for value aggregation, not always analyzed with due caution. In the first stage, the sawmills, it is very common to overestimate yield and quality. The technologies available in Brazil, still precarious, open up opportunities for incorporating more sophisticated technological apparatus, involving automation and upscaling systems for increased yield and productivity.

Advancements in the production chain involve a variety of complex decisions with different product alternatives, such as solid wood, cuts, and gluing techniques for panel production with various applications, as well as management of leftovers. Industrialization still requires attention to the needs for investment, costs, markets, and varying yields, specific to the different species, most of which are still untested.

## Social aspects and human resources



It is extremely important that the communities surrounding the project benefit from the positive impacts of job creation and income generated by reforestation activities, which requires the company to adequately plan its operational and recruitment strategy. Not least, it allows them to benefit from **availability of a local labour force**, as well as engagement from these people in environmental preservation, land protection and preventing fires.

Reforestation is a strong driver of internal measures in the labour field, with special attention paid to health, security and working conditions. Involvement in the field can involve long hours in itinere on precarious roads and in workforce accommodation. This attention must also extend to third parties, generally rather unprepared, demanding significant efforts in contractual models, training good practices monitoring.

Accommodation for operational teams at work outposts, very often as a result of area dispersion, requires the utmost attention from managers, since they can result in huge challenges in the areas of human resources and health and work security. These risks must be taken into account when deciding whether or not to use accommodation at these outposts. Besides, implementing accommodation that meets all the Ministry of Labour's norms and regulations requires high investment, something not set out in many economic models. Recruitment and retention of workforce are, therefore, critical points in reforestation projects, which generally have a high dependence on manual activities.

Other than that, workforce recruitment and retention strategies differ substantially, depending on the characteristics of each region. There is generally a high staff turnover in the field, especially among workers with little schooling. Incentive programs aimed at boosting productivity, attendance rewards, engagement of workers' families, and robust, ongoing training and education initiatives can help mitigate these problems.

**In recent years, financial resources for training in forestry techniques and machinery operations have not kept pace with the significant increases in the production scale of silvicultural projects and agribusiness. There is a shortage of skilled technicians and managers with technical training, as well as machine operators with adequate qualifications for using embedded technologies and operating highly sophisticated forestry equipment.**

In a general sense, companies depend on internal investments in training. For those focused on silviculture with exotic species, outsourcing is far easier, since there is a wider range of companies offering specialized services. But in the case of native species, the challenge is greater, since service providers are very often not technically equipped to handle the specific characteristics of the various species models.

## Certification

09

The global forestry sector has for decades been able to use well-established and recognized certification systems, of which the FSC – Forest Stewardship Council – is the most widely used. These systems are founded in principles and patterns established by social, environmental and economic agents and which are translated into concrete operational procedures, covering not only productive practices but also environmental and social ones.

For the authors, this is the certification schemes' greatest contribution. The market benefit of certifications does not translate into premium prices, but rather into greater opportunities to access financial capital, as well as more demanding markets and customers. They are relevant from an international perspective, but they do not exceed the benefits of the rigid and disciplined application of operational procedures that are periodically and independently audited. One of the biggest and most promising challenges of certification has to do with monitoring biodiversity, relates to monitoring biodiversity, especially if there are plans for the forest certification of the project and the products derived from these plantations.

## Final considerations

This document was conceived with the aim of providing insights to guide and inspire new projects, in Brazil and abroad. The authors hope that the practices recommended and the solutions discussed here will be valuable to all the professionals and stakeholders involved in the sector.

The authors firmly believe that native species forest restoration is one of the main strategies for the mitigation of climate change and the promotion of economic and social resilience. The current moment is unique, as the energy and engagement surrounding forest restoration have never been so intense, representing a milestone for the forestry sector.

However, it is essential that this forward motion continues to be accompanied by a constant exchange of knowledge and learning. The gathering and sharing of ideas are crucial to ensure that new projects, with challenging and large-scale goals, can overcome known errors and risks experienced by other initiatives.

The authors wish success to all new stakeholders who align themselves with this native species reforestation agenda. Additionally, they invite those who have not yet decided to enter this market: now is the time. The future of forest restoration is promising.

**Collaboration:** this material is the result of discussions at the business sector meeting for forest restoration in Brazil

Belterra  
Biofíllica  
Biomás  
EB Capital  
IPÊ  
Itaú  
Itaúsa

Leste  
Maraé  
Marfrig  
Mombak  
Pátria  
Rabobank  
re.green

Safra  
Santander  
Suzano  
Symbiosis  
UBS  
Vale

---

supported by:

instituto  
arapyaú 